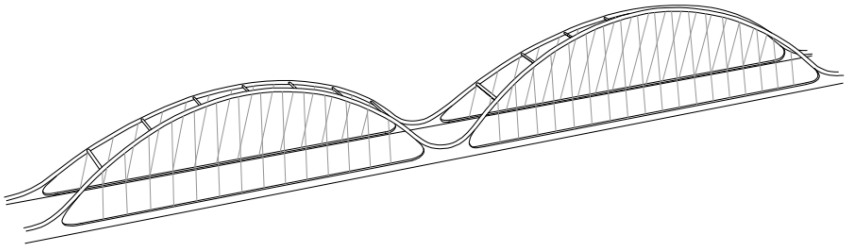
RegioneLombardia
Infrastrutture e Mobilità

Provincia di Mantova
Settore Tecnico e Unico delle Progettazioni e delle Manutenzioni
Servizio Progettazione Stradale, Ponti Strutture Complesse e Porto

EX S.S. N° 413 "ROMANA"

RISTRUTTURAZIONE DEL PONTE SUL FIUME PO

NEI COMUNI DI BAGNOLO SAN VITO (MN) E SAN BENEDETTO PO (MN)



PROGETTO ESECUTIVO

Impresa Mandataria: TOTO COSTRUZIONI GENERALI

Impresa Mandante: Vezzola — Territorio • Affidabilità • Ambiente

Progettista Mandataria:

SGAI s.r.l. di E.Forlani & C.
Studio di Ingegneria e Geologia Applicata
Via Mariotti, 18 - 47833 Morciano di Romagna (RN)
ITALY
P.IVA 01894420403
tel/fax +39 0541988277 - e-mail: sgai@sgai.com
pec: sgai@sgai.pec.com
www.sgai.com
Sistema Gestione Qualità ISO 9001:08 RINA 4387/00/S

Progettisti Mandanti:
HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE
Infra Engineering

ELABORATI GENERALI
INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO
-
RELAZIONE GENERALE

CODICE ELABORATO:	COMMESSA	FASE	L1	L2	L3	L4	REV.	scala
	0236	E	01	01	00	02	A	

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
E						
D						
C						
B						
A	**20-02-2017**	**EMISSIONE**	**M. MAGNANI**	**F. FORLANI**	**A. FORLANI**	**G. URBANI**

Progettista:	Responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche	ATI di Imprese:	Visto Direttore Lavori:	Visto Responsabile del procedimento:

1. PREMESSA 6
2. OBBIETTIVI E FINALITA' DELL'INTERVENTO 7
3. RISPONDENZA AL PROGETTO DEFINITIVO E RELATIVE PRESCRIZIONI 11
4. CONFORMITA' URBANISTICA DELL'INTERVENTO 14
4.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO (PAI) – FASCE FLUVIALI E NORME TECNICHE D'ATTUAZIONE 14
4.1.1. Inquadramento del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po 14
4.1.2. Delibera n.10/2006 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po 15
4.1.3. PAI – Direttiva sui criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B 16
4.1.4. Compatibilità idraulica del progetto 17
4.1.5. Il Piano Gestione Rischio Alluvioni 17
4.2. PIANO TERRITORIALE REGIONALE (PTR) E PIANO TERRITORIALE PAESISTICO REGIONALE (PTPR) 19
4.3. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI MANTOVA 21
4.4. PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI BAGNOLO SAN VITO 23
4.5. PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI SAN BENEDETTO PO 27
5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA 30
5.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 31
5.2. INQUADRAMENTO DELLA MOBILITÀ 34
5.2.1. Scenario attuale e precedente 34
5.2.2. Comparazione dei monitoraggi 38
5.3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE 39
5.3.1. Vegetazione 39
5.3.2. Fauna 42
5.3.3. Ecosistemi 44
6. SINTESI DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE 46
7. AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO PER LA VALUTAZIONE D'INCIDENZA 48
8. RELAZIONE PAESAGGISTICA 49
9. ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI 50
9.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO 50
9.1.1. Inquadramento strutturale e neotettonica 50
9.1.2. Litologia e lineamenti geomorfologici 51
9.1.3. Litologia superficiale 52
9.2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 53
9.2.1. Assetto strutturale degli acquiferi nell'area di studio 53
9.2.2. Permeabilità dei depositi superficiali 54
9.2.3. Dinamica delle acque sotterranee 54
10. ASPETTI GEOTECNICI E SISMICI 57
10.1. INQUADRAMENTO GEOTECNICO 57

10.1.1. Modello geotecnico ... 58
10.2. INQUADRAMENTO SISMICO ... 59
10.2.1. Inquadramento tettonico ... 59
10.2.2. Classificazione sismica del territorio ... 60
11. ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI ... 62
11.1. INQUADRAMENTO IDROLOGICO ... 62
11.1.1. Assunzione della piena di riferimento ... 62
11.2. INQUADRAMENTO IDRAULICO ... 63
11.2.1. Analisi idraulica ... 64
11.2.2. Scalzamento in corrispondenza del ponte ... 65
11.3. ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA ... 66
12. INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO ... 68
13. STUDIO ACUSTICO ... 69
14. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI ... 70
14.1. DESCRIZIONE DEL PONTE ESISTENTE ... 71
15. DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO ... 99
15.1. IL TRACCIATO STRADALE * ... 99
15.1.1. Caratteristiche generali ... 99
15.1.2. Classificazione geometriche e categorie di traffico ammesse ... 100
15.1.3. Descrizione del tracciato ... 101
15.1.4. Riconnessione con il sistema della viabilità esistente ... 102
15.2. LA SEZIONE STRADALE * ... 106
15.2.1. Caratteristiche geometriche ... 106
15.2.2. Pavimentazione ... 108
15.2.3. Barriere di sicurezza ... 115
15.2.4. Segnaletica orizzontale e verticale ... 117
15.2.5. Interventi per il miglioramento della sicurezza del tracciato ... 118
15.2.5.1 La sezione stradale ... 118
15.2.5.2 Le sovrastrutture stradali ... 119
15.2.5.3 Gli impianti ... 119
15.2.5.4 La gestione degli utenti deboli ... 119
15.3. SISTEMA DI RELAZIONI CICLOPEDONALI * ... 120
15.3.1. Pista ciclopedonale integrata nella struttura del ponte ... 120
15.3.2. Sottovia pedonale collocato a sud della pila P2 ... 122*
15.3.3. Passerella ciclopedonale ad Est del ponte esistente e rampa di raccordo in destra idrografica ... 123
15.3.4. Rampa di accesso alla pista ciclopedonale da Via Molinara ... 124
15.3.5. Segnaletica orizzontale e verticale ... 125
15.4. IL PONTE SUL FIUME PO ... 126
15.4.1. Caratteristiche architettoniche ... 126
15.4.2. Caratteristiche strutturali ... 131
15.5. INTERAZIONE TRA LE OPERE ESISTENTI E LE OPERE DI PROGETTO ... 133
15.6. OPERE DI SOSTEGNO ... 134
15.7. OPERE DI PROTEZIONE IDRAULICA ... 134

15.8. OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA 136
15.9. OPERE DI RACCOLTA E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE 138
15.9.1. Descrizione della rete di raccolta delle acque di piattaforma e di trattamento della prima pioggia 138

16. ASPETTI ARCHITETTONICI DELL'OPERA, INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FRUIBILITA', DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO, AMBIENTALE E COMPENSATIVO 142

16.1. IMPLEMENTAZIONE DELLA FRUIBILITÀ E CONOSCENZA DEL TERRITORIO 142
16.1.1. Implementazione della fruibilità e delle connessioni ciclopedonali di contesto 142
16.1.2. Implementazione della conoscenza del territorio 143
16.2. INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELL'OPERA 147
16.2.1. Ambiente idrico 148
16.2.2. Opere a verde 149
16.2.3. Paesaggio 152
16.2.4. Illuminazione e percezione dell'opera 153
16.2.5. Manutenzione e gestione delle emergenze 153

17. SOLUZIONI ADOTTATE PER IL SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE 154

18. IMPIANTI 156

18.1. IMPIANTI STRETTAMENTE FUNZIONALI ALL'ESERCIZIO DELL'OPERA IN PROGETTO 156
18.1.1. Rete impianto elettrico 156
18.1.2. Illuminazione di segnalazione stradale 156
18.1.3. Illuminazione ciclabile 157
18.1.4. Impianto di illuminazione dei pendini 157
18.1.5. Illuminazione di segnalazione fluviale 157
18.1.6. Segnalatori ostacoli al volo 158
18.1.7. Impianto di rilevamento meteo 158
18.1.8. Impianto di videosorveglianza 158
18.1.9. Impianto di automazione e supervisione 159
18.1.10. Impianto di monitoraggio fluviale 159
18.1.10.1 Stazione di misura livelli idrometrici e trasporto solido 159
18.1.11. Impianto di monitoraggio strutturale 160

19. MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DELL'OPERA 161

19.1. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA 161
19.2. MONITORAGGIO DELL'OPERA 161

20. INTERFERENZE CON SERVIZI E SOTTOSERVIZI 163

20.1. INDIVIDUAZIONE DEGLI ENTI E DELLE RETI INTERFERITE 163
20.1.1. Impianto elettrico 163
20.1.2. Impianti sottesi alla navigazione fluviale 165
20.1.3. Impianti fognari 165
20.1.4. Rete distribuzione gas 166
20.2. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE 167
20.2.1. Risoluzione interferenza elettrica 167
20.2.1.1 Funzionamento in fase provvisoria 167
20.2.1.2 Funzionamento in configurazione definitiva 168
20.2.2. Risoluzione interferenza impianti sottesi alla navigazione fluviale 168

20.2.3. Risoluzione interferenza impianti fognari 169
20.2.4. Risoluzione interferenza rete distribuzione gas 169

21. ESPROPRI 170

21.1. PREMESSA 170
21.2. CLASSIFICAZIONE E PREVISIONI DEI PGT PER I TERRENI INTERESSATI DALL'OPERA IN PROGETTO 170
21.3. STIMA DEI COSTI DI ESPROPRIAZIONE E DI OCCUPAZIONE 170
21.4. IMPORTO PER INDENNIZZI, FRUTTI PENDENTI, ARROTONDAMENTI, NOMINA DI TECNICI E STIPULE DI CONVENZIONI 171
21.5. ALTRE AREE DI OCCUPAZIONE TEMPORANEA 171

22. GESTIONE DELLE MATERIE 172

22.1. GESTIONE DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE 172
22.2. GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI 174

23. CANTIERIZZAZIONE 175

23.1. ASPETTI GENERALI DEL PROCESSO DI COSTRUZIONE 175
23.2. OTTIMIZZAZIONI DEL PROCESSO REALIZZATIVO 179
23.3. MODALITÀ DI ASSEMBLAGGIO E VARO DEL NUOVO PONTE 181
23.3.1. Modalità di assemblaggio delle strutture del ponte 181
23.3.2. Modalità di varo del ponte 182
23.4. DEMOLIZIONE DEL PONTE ESISTENTE 188
23.4.1. Trasporto e smaltimento del materiale da demolizione 196

1. PREMESSA

La presente Relazione Generale ha la finalità di illustrare il quadro complessivo delle scelte progettuali afferente al progetto esecutivo di *Ristrutturazione del Ponte sul Fiume Po nei comuni di Bagnolo San Vito e San Benedetto Po* in Provincia di Mantova

FIGURA 1-1 IMMAGINE RAPPRESENTATIVA DELL'INTERVENTO

Il Progetto Esecutivo è redatto sulla base del Progetto Definitivo e risulta rispondente alle prescrizioni impartite in sede di approvazione dello stesso, così come dettagliatamente descritto nei paragrafi successivi e negli elaborati specifici (vedasi elaborato 0236E_01010003A *Relazione di attestazione di rispondenza al progetto definitivo e alle relative prescrizioni)*.

Di seguito viene, quindi, descritta la documentazione progettuale afferente al Progetto Esecutivo, sviluppato in conformità alla Sezione III del Regolamento, inerente la progettazione definitiva, in particolare agli artt. da 24 a 32, rispettando altresì quanto previsto dall'art. 13 del Capitolato Speciale Descrittivo e Prestazionale, sviluppando con specifici elaborati grafici, descrittivi e di calcolo, gli elementi necessari alla definizione dell'opera in tutte le sue parti.

2. OBBIETTIVI E FINALITA' DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto è inserito nel Programma Triennale dei LL.PP. 2015/2017 della Provincia di Mantova, nell'Elenco dei Lavori della annualità 2015, approvato con DCP n. 3 del 3/02/2015; il progetto preliminare posto a base di gara è stato approvato con DGP n. 44 del 15/04/2015 ed è stato validato dal Responsabile del Procedimento in data 13/04/2015.

Il Progetto Definitivo ha ottenuto il parere favorevole della Conferenza dei Servizi tenutasi in prima convocazione il 26-05-2016 e chiusasi in data 25-07-2016 nonché parere positivo della società di validazione NORMATEMPO e quindi approvato dal committente.

Il ponte è ricompreso nei due Comuni di Bagnolo San Vito e San Benedetto Po, entrambi appartenenti alla provincia di Mantova, confinanti nella posizione centrale dell'alveo inciso del fiume Po; il manufatto si estende per una lunghezza di circa 613 m lungo la S.P. ex S.S. 413 "Romana" attraversando in sponda idraulica sinistra prima il Comune di Bagnolo San vito e poi il Comune di San Benedetto Po, in sponda destra.

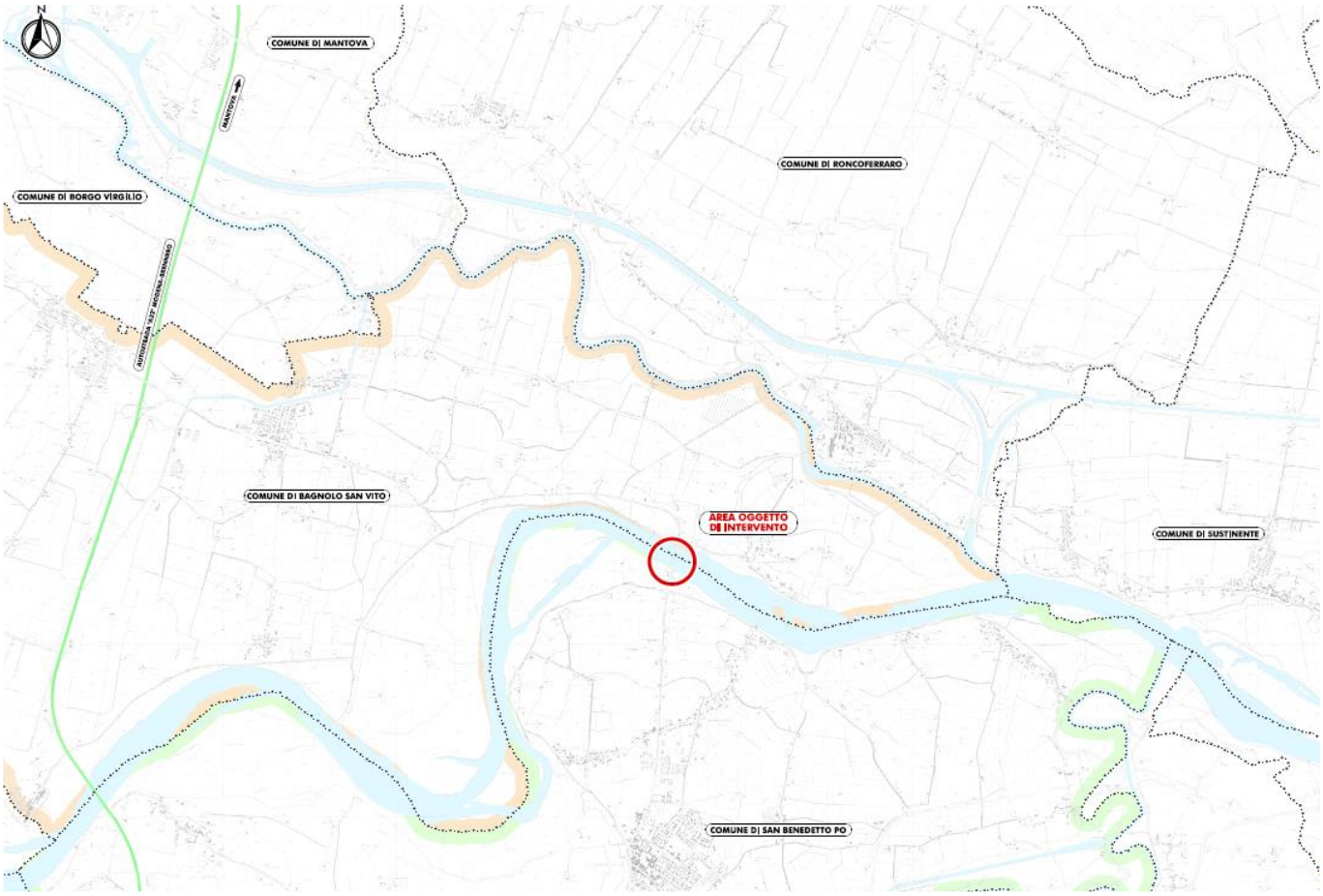


FIGURA 2-1 COROGRAFIA GENERALE CON INDIVIDUAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

Il ponte fu realizzato tra gli anni 1964 e 1966 dall'Anas in sostituzione del precedente ponte di barche posizionato alcune decine di metri a monte dell'attuale, in corrispondenza dell'ancora esistente tracciato golenale della ex S.S.413 e dei fabbricati ivi posti in prossimità dell'alveo inciso di Po una volta sede operativa del corpo di gestione del ponte di barche.

La struttura fu interessata negli anni 1993-1994 e 2000 da due eventi di piena eccezionali e dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, che hanno probabilmente indotto un accentuato stato deformativo sul manufatto con una progressione negativa delle deformazioni subite dalle membrature.

Conseguentemente con Ordinanza n. 5/2012 del 05.04.2012, n. 13/2012 del 25.05.2012 e n. 24/2012 del 05.06.2012 fu istituita la limitazione di divieto di transito "*ai veicoli aventi larghezza superiore ai m 2,30 in prossimità delle progressive chilometriche 12+480 e 14+060 posizionate nel territorio dei Comuni di bagnolo San Vito e di San Benedetto Po in località San Benedetto Po*" e il limite di 50 Km/h.

Tale grave limitazione ai flussi di traffico in transito sulla ex S.S. 413 è l'ultima di una lunga serie di ordinanze che, a partire dagli interventi dell'Anas negli anni 1993 (7 ottobre 1993 prima chiusura del ponte) ad oggi, a fasi alternate, hanno disposto per lunghi periodi o la totale interruzione dei flussi di traffico o la loro grave limitazione o alle portate (limitate a solo 7,5 t) o ai soli mezzi leggeri (con larghezza inferiore a m 2,30) e comunque entro la velocità di 50 Km/h.

Il protrarsi della situazione a partire dal 1996 con l'aggravamento causato dagli eventi sismici del maggio 2012 ha indotto e induce evidentemente uno stato di sofferenza e disagio sociale, economico ed infrastrutturale ad un ampio territorio denominato "Destra Secchia" che utilizza la ex S.S. 413 "Romana" quale asse primario avente O/D il capoluogo – Mantova –, le aree limitrofe ed il casello di Mantova Sud sulla Autobrennero.

Tale bacino territoriale denominato "Destra Secchia" è costituito principalmente ed in via diretta, a Sud del Po, dai Comuni di San Benedetto Po, Moglia, Quistello, Quingentole, Schivenoglia, San Giacomo delle Segnate e San Giovanni del Dosso per circa 23.571 abitanti.

A Nord del Po sono principalmente interessati dallo stato di disagio diretto i Comuni di Bagnolo San Vito, Borgo Virgilio, Roncoferraro e Sustinente per circa 29.931.

Complessivamente il bacino ammonta a 53.502 abitanti, pari a circa il 13% della popolazione provinciale.

L'Amministrazione Provinciale di Mantova, attuale proprietaria della ex S.S. 413 "Romana", a seguito del trasferimento di titolarità dell'infrastruttura effettuato e concluso recentemente dall'Anas (Ottobre 2010) e degli eventi sismici del maggio 2012, ha attivato prontamente un "*Piano Emergenziale delle verifiche visive e strumentali dei manufatti di rilevanza strategica a seguito degli eventi sismici*" in particolare "*l'attività di verifica e di monitoraggio del ponte sul fiume Po della S.P. n. 413 "Romana*" affidando l'incarico al Prof. Ing. Enzo Siviero, Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni presso l'Università IUAV di Venezia.

Le criticità e le incertezze rilevate dallo studio, meglio illustrate nel paragrafo 14.1, e gli spostamenti misurati nel corso degli anni, confermano la necessità di operare nel più breve tempo possibile sulle fondazioni delle pile in alveo per un intervento di ripristino della capacità portante.

Le conclusioni dello studio del Prof. Siviero, coniugate con quelle degli studi idraulici, hanno individuato la soluzione ottimale nella sostituzione del tratto di manufatto posto in alveo in relazione ai cedimenti manifestatisi mantenendo attivo un attento e continuativo monitoraggio delle deformate della struttura e delle quote di scalzamento di fondo.

L'amministrazione provinciale e regionale nell'anno 2013 hanno individuato un percorso concertato che li ha portati in tempi brevi ad individuare congiuntamente la soluzione consistente nella sostituzione del tratto di manufatto del ponte posizionato nell'alveo attivo del fiume Po quale soluzione migliore per risolvere le gravi criticità esistenti (dalla spalla SP1 posta in sponda sinistra alla pila P5).

La Regione Lombardia, in breve tempo, è riuscita ad individuare e mettere a disposizione la somma di 30 milioni di euro per l'intervento e la Provincia di Mantova ha assunto l'onere di cofinanziare l'opera (intervento gestito mediante cessione in permuta di edificio di proprietà della Provincia) e di realizzare l'intervento mediante una specifica convenzione con la Regione Lombardia stessa.

L'intervento in oggetto si propone quindi di risolvere la grave criticità territoriale costituita dalle limitazioni di velocità, portata e di dimensione ai flussi veicolari della S.P. ex S.S. 413 in attraversamento al fiume Po mediante un intervento di ristrutturazione del ponte esistente caratterizzato dai seguenti elementi principali:

L'intervento di ristrutturazione del ponte esistente è caratterizzato dai seguenti elementi principali:

- sostituzione della struttura esistente in cemento armato posta tra la spalla S1 in sinistra idraulica e la pila P5 fino alla trave tampone della campata 6, per uno sviluppo complessivo di m 344,73 mediante una struttura in acciaio cor-ten, costituita da due archi rispettivamente di 180 e 149 m, oltre ad una "piastra tampone" di connessione con la struttura esistente di circa 15 m. La struttura ha una larghezza complessiva di impalcato pari a circa 22,00 m e prevede il potenziamento della spalla SP1 posta in sinistra idraulica, la realizzazione di una sola pila centrale in alveo ed una pila in golena posta a circa 43 m dalla pila P6 esistente.
- asportazione integrale del tratto di ponte che scavalca l'alveo inciso del fiume, incluse le fondazioni fino alla quota del fondo attuale dell'alveo inciso.
- ripristino nel più breve tempo possibile (tempi di chiusura al traffico offerti di 18 giorni solari) del flusso ordinario veicolare sulla S.P. ex S.S. 413 "Romana" nel tratto sul ponte sul Po, togliendo le vigenti limitazioni disposte dalle ordinanze attuali
- miglioramento della sicurezza stradale mediante la ottimizzazione dei requisiti dimensionali di visibilità, di fluidità del traffico, di incidentalità:
- minimizzazione dei costi di manutenzione e gestione dell'opera, mediante l'utilizzo di acciaio cor-ten.
- massimizzazione della fruizione paesistico e percettiva del manufatto - inserimento di due spazi laterali assai ampi (4,25 m) aventi funzione di percorso turistico-ciclopedonale, spazi fruitivi, spazi manutentivi flessibili dotati di specifici elementi di sicurezza e protezione;
- segnalazione dei percorsi, sia stradali che ciclopedonali, senza l'inserimento di illuminazione diffusa bensì di sola segnaletica stradale e delle piste ciclabili luminosa con effetti benefici in termini di inquinamento luminoso;
- segnaletica e segnavia specifici oltre che per la già richiamata sezione stradale e ciclopedonale per la via di navigazione fluviale ed aerea;

- spazi laterali ampi per portatori di handicap con opportune vie di fuga e inserimento di un elemento di collegamento, con rampe e gradinate di salita/discesa, in corrispondenza della sponda lato Bagnolo San Vito, quale completamento e interconnessione della viabilità ciclopedonale,
- minimizzazione e riduzione degli impatti ambientali, sia in fase di realizzazione che di esercizio;
- minimizzazione delle interferenze sulle opere esistenti durante la fase esecutiva, con particolare riguardo alla minimizzazione degli effetti dovuti alle lavorazioni sull'opera già in precarie condizioni e in esercizio.

3. RISPONDENZA AL PROGETTO DEFINITIVO E RELATIVE PRESCRIZIONI

La procedura autorizzativa sia del progetto preliminare che di quello definitivo è risultata particolarmente complessa, interessando numerosi enti territorialmente competenti; l'opera risulta conforme sotto l'aspetto territoriale/urbanistico, ambientale, paesaggistico ed infrastrutturale.

La complessità dei pareri richiesti per la realizzazione dell'opera ha necessitato di un processo concertativo con gli enti al fine di orientare la progettazione nel rispetto delle indicazioni fornite dagli enti stessi; il progetto preliminare ma soprattutto il definitivo è stato quindi assoggettato alle seguenti autorizzazioni e pareri:

- Piano Assetto Idrogeologico del Fiume Po - Autorizzazione;
- Autorizzazione paesaggistica ai sensi del D.Lgs. 42/2004; - enti Regione Lombardia – Soprintendenza;
- Rispetto stradale;
- Autorizzazione della Soprintendenza Archeologica di Mantova / Milano;
- Rete Natura 2000 – SIC – ZPS - Approvazione;
- Autorizzazione idraulica e relativa alla navigazione - AIPO Ente gestore;
- Parere ambientale - ARPA;
- Parere igienico sanitario - ASL;
- Parere e conformità urbanistica – Comune di Bagnolo San Vito;
- Parere e conformità urbanistica – Comune di San Benedetto Po.

Ad oggi le fasi che hanno caratterizzato la procedura amministrativa sono le seguenti:

- Formulazione di intesa tra la Regione Lombardia e la Provincia di Mantova per la definizione dei finanziamenti, dei ruoli e dei compiti inerenti il presente intervento a seguito del terremoto del maggio 2012;
- Elaborazione da parte della Provincia di Mantova del Progetto Preliminare datato 9 Maggio 2014;
- Conferenza dei servizi sul Progetto Preliminare conclusasi in data 15 ottobre 2014
- Decreto di Valutazione di Incidenza della Regione Lombardia n°8939 del 30/09/2014
- Approvazione Progetto Preliminare con DGP n. 44 del 15/04/2015.
- Attivazione della procedura di gara di cui alla presente offerta tecnica.
- Che con determinazione N° 306 del 23-04-2015 si è disposto di avviare la procedura di scelta del contraente per l'affidamento dell'appalto integrato.
- Che a seguito della pubblicazione del bando di gara le imprese prequalificate risultano dalla determina N° 657 del 27-08-2015 dalla quale risulta anche la approvazione della lettera di invito alle stesse.
- Che la commissione giudicatrice nominata con A. D. N° 4 del 14-01-2016 dopo ampia valutazione della documentazione presentata in offerta da due partecipanti alla stessa ha provveduto alla nomina del vincitore e con determina dirigenziale N° 367 del 05-05-2016 è stata effettuata l'aggiudicazione definitiva.
- Che il committente ha provveduto alla convocazione della conferenza di servizi che nel corso delle sedute del 26-05-2016 e del 25-07-2016 ha provveduto alla approvazione del progetto definitivo con osservazioni ed indicazioni.

I pareri, le intese, nulla osta, assensi comunque denominati preordinati alla realizzazione dell'opera sono riportato nei seguenti documenti:

- Verbale della Conferenza di Servizi: prima seduta del 10 settembre 2014;
- Decreto 8939 del 30/09/2014 "Valutazione d'incidenza del progetto preliminare ex SS 413 Romana – ristrutturazione ponte sul fiume Po nei comuni di Bagnolo san vito e San Benedetto Po (MN) ai sensi del Dpr 357/97 e s.m.i"
- Verbale della Conferenza di Servizi: seconda seduta del 15 ottobre 2014.
- Verbali di conferenza dei servizi del 26-05-2016 e del 25-07-2016.

In coerenza all'articolo 25 comma 2.g del DPR 207/2010, il presente paragrafo da evidenza della rispondenza del progetto definitivo al progetto preliminare e relative prescrizioni, oltre a riferire le motivazioni che hanno indotto il progettista ad apportare variazioni alle indicazioni del progetto preliminare, che possono sostanzialmente essere ricondotte, oltre che all'approfondimento del livello progettuale e degli studi specialistici, a:

- **modifiche legate all'ottemperanza delle prescrizioni impartite dagli enti competenti sul progetto preliminare,**
- **migliorie introdotte in risposta in riferimento ai criteri di valutazione di cui alla presente offerta tecnica.**

La documentazione progettuale afferente al Progetto Definitivo, è sviluppata in conformità alla Sezione III del Regolamento, in particolare agli artt. da 24 a 32, rispettando altresì quanto previsto dall'art. 13 del Capitolato Speciale Descrittivo e Prestazionale elaborato dalla Stazione Appaltante, illustrando con specifici elaborati grafici, descrittivi e di calcolo, gli elementi necessari alla definizione dell'opera in tutte le sue parti.

In riferimento alle disposizioni del comma 1 dell'art. 24 del DPR 207/2010 e ss. mm. e ii., il progetto definitivo è redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato e di quanto emerso in sede di eventuale conferenza dei servizi; in fase di redazione del progetto definitivo si è pertanto proceduto, a seguito di un attenta analisi del quadro prescrittivo, ad adeguare e integrare la documentazione progettuale nel rispetto delle indicazioni impartite dagli enti.

In particolare il progetto preliminare, al paragrafo 17 della relazione illustrativa, individua i criteri da utilizzare per la redazione del progetto definitivo ed esecutivo, richiedendo *la definizione di tutte le tipologie, le morfologie, le caratteristiche materiche e tecnologiche, i percorsi ciclopedonali, gli elementi generali e di dettaglio caratterizzanti l'opera da eseguire ed anche l'intorno golenale e rurale con il paesaggio circostante, al fine di perfezionare l'inserimento delle infrastrutture e minimizzare l'impatto tramite un loro corretto utilizzo* ***secondo le indicazioni prescrittive e non variabili fornite dal parere finale della Conferenza dei Servizi".*** *Inoltre richiede che il progetto definitivo/esecutivo confermi l' individuazione e specificazione della scelta delle essenze arboree e vegetali autoctone.*

Pertanto, in ottemperanza ai disposti sopra richiamati ed in ragione della complessità dei quadri prescrittivi imposti, si è ritenuto opportuno organizzare l'attestazione in una relazione specifica 0229D_01010003A *RELAZIONE DI ATTESTAZIONE DI RISPONDENZA AL PROGETTO PRELIMINARE E ALLE RELATIVE PRESCRIZIONI,* in cui è possibile verificare puntualmente il riscontro positivo dei contenuti progettuali, rispetto alle prescrizioni impartite dai diversi enti competenti nell'ambito della Conferenza dei Servizi e del Decreto di Valutazione d'Incidenza.

Le ulteriori modifiche e migliorie introdotte rispetto al progetto preliminare sono proposte per rispondere positivamente ai criteri di valutazione dell'offerta, in particolare per quanto concerne il "Pregio tecnico" e le "Caratteristiche Ambientali" che, nel rispetto dei limiti imposti dal disciplinare di gara riguardano:

- *proposte migliorative riguardanti le tecniche di varo del ponte;*
- *proposte migliorative riguardanti gli aspetti architettonici dell'opera;*
- *proposte migliorative della gestione del materiale di demolizione, con particolare riferimento a modalità di smaltimento che assicurino la minor ricaduta sul territorio e il miglior riutilizzo del materiale stesso;*
- *proposte migliorative relative ad opere compensative per una miglior fruizione dell'opera e per un minor impatto ambientale.*

Il processo di cantierizzazione dell'opera, anch'esso oggetto di valutazione nell'ambito del criterio "Cantierizzazione e fasi di lavoro" è stato sviluppato dando evidenza delle *fasi di esecuzione dei lavori e delle limitazioni al traffico e delle date di ultimazione parziali,* così come specificatamente richiesto dalla lettera d'invito.

Le scelte operate hanno consentito di offrire n° 10 anni interi in "Manutenzione gratuita delle opere eseguite" e di proporre "Proposte migliorative riguardanti il monitoraggio dell'infrastruttura in fase di esercizio", sempre in riferimento ai criteri di valutazione dell'offerta tecnica.

Le modifiche e migliorie tecniche introdotte nel progetto definitivo elaborato in sede di offerta tecnica sono puntualmente elencate una specifica tabella denominata "MATRICE SINOTTICA DELLE MIGLIORIE INTRODOTTE NEL PROGETTO DEFINITIVO IN RIFERIMENTO AGLI ELEMENTI DI VALUTAZIONE DELL'OFFERTA TECNICA" allegata in calce alla presente relazione.

In modo del tutto analogo si è provveduto a recepire in questa fase di progettazione esecutiva al recepimento di tutte le osservazioni e raccomandazioni esplicitate in sede di conferenza dei servizi nonché in fase di validazione del progetto da parte del certificatore NORMATEMPO. L'appaltatore recepisce tutto quanto evidenziato cosi come elencato nel documento di progetto "RELAZIONE DI ATTESTAZIONE DI RISPONDENZA AL PROGETTO DEFINITIVO ED ALLE RELATIVE PRESCRIZIONI" elaborato N° 0236E_01 01 0003A.

4. CONFORMITA' URBANISTICA DELL'INTERVENTO

4.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO (PAI) – FASCE FLUVIALI E NORME TECNICHE D'ATTUAZIONE

4.1.1. Inquadramento del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po

Il PAI vigente, adottato con DPCM del 24/05/2001, affronta la materia relativa ai corsi d'acqua principali al Titolo II "Norme per le fasce fluviali" delle Norme di attuazione.

L'assetto idraulico dei corsi d'acqua principali e i relativi fenomeni di inondazione che determinano condizioni di pericolosità e rischio idraulico sono gestiti nel PAI attraverso la delimitazione delle fasce fluviali, condotta secondo un metodo che definisce tre distinte fasce (art.28 N.A e Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle N.A. del PAI):

- la **fascia A o fascia di deflusso della piena**, è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente; per la delimitazione della stessa si assume quella più ampia fra:
  - la porzione dell'alveo ove defluisce almeno l'80% della portata di riferimento; all'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0,4 m/s (criterio prevalente per i corsi d'acqua mono o pluricursali);
  - il limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata di riferimento (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati);
- la **fascia B o fascia di esondazione**, esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena, ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni dimensionate per la stessa portata; la delimitazione sulla base dei livelli idrici va integrata con:
  - le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
  - le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale;
- la **fascia B di progetto**, è costituita da quella parte della fascia B in cui il contenimento dei livelli idrici di piena è affidato a opere idrauliche non esistenti e programmate nell'ambito dello stesso PAI; la fascia B di progetto è ricondotta alla fascia B nel momento in cui le opere previste sono realizzate, "in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita";
- la **fascia C o area di inondazione per piena catastrofica** è costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento. Come portata catastrofica si assume la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con 500 anni di tempo di ritorno. Per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione viene effettuata con gli stessi criteri adottati per la fascia B; per i corsi d'acqua arginati, l'area è delimitata unicamente nei tratti in cui lo rendano possibile gli elementi morfologici disponibili; in tali casi la delimitazione è definita in funzione della più gravosa delle seguenti due ipotesi (se entrambe applicabili) in relazione alle altezze idriche relative alla piena:

- altezze idriche corrispondenti alla quota di tracimazione degli argini;
- altezze idriche ottenute calcolando il profilo idrico senza tenere conto degli argini.

Per le aree ricadenti all'interno delle fasce, il PAI prevede una serie di norme d'uso del suolo, finalizzate a garantire le condizioni di sicurezza del territorio e la compatibilità degli usi all'interno delle fasce stesse con i fenomeni legati al deflusso della piena. La regolamentazione generale delle porzioni di territorio ricadenti all'interno delle fasce A, B e C è contenuta rispettivamente negli art. 29, 30 e 31 delle Norme di attuazione.

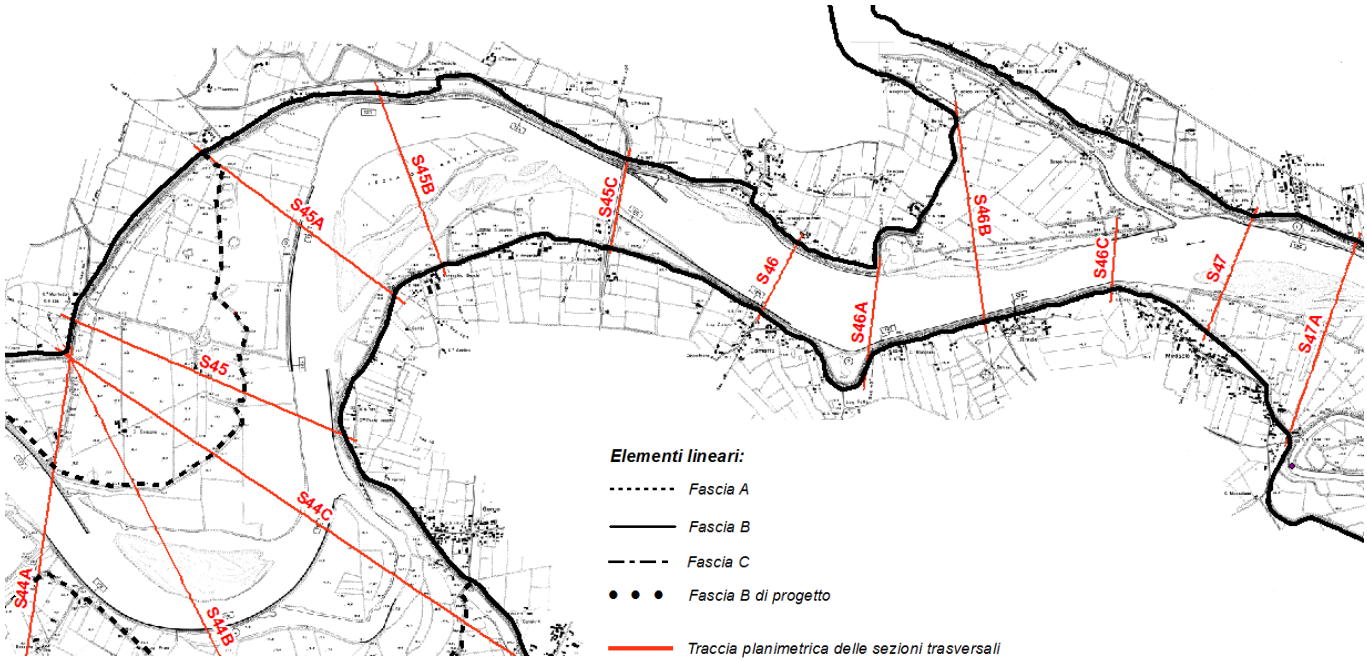


FIGURA 4-1 FASCE FLUVIALI DEL PAI LUNGO L'ALVEO DEL PO IN CORRISPONDENZA DEL PONTE DELLA SP 431 (S45C)

4.1.2. Delibera n.10/2006 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po

La delibera n.10/2006 ridefinisce l'art. 1.3 della Direttiva citata, modificando i tratti fluviali in cui i nuovi manufatti di attraversamento stradale e ferroviario sono soggetti a parere di compatibilità idraulica da parte dell'Autorità di bacino; le opere da sottoporre a parere da parte dell'Autorità, (oltre al parere dell'Autorità idraulica competente), sono quelle relative ai tratti fasciati dei seguenti corsi d'acqua: Po, Adda, Ticino, Dora Baltea, Dora Riparia, Oglio e Tanaro.

"Su tutti i rimanenti corsi d'acqua e sui tratti di quelli elencati in precedenza non oggetto di delimitazione delle Fasce Fluviali, il parere sulla compatibilità delle opere con la pianificazione di bacino è formulato dall'Autorità idraulica competente all'espressione del Nulla Osta idraulico, ai sensi del T.U. 523/1904 e successive modifiche, la quale invia all'Autorità di Bacino notizia della progettazione della nuova opera mediante la trasmissione di apposita scheda descrittiva, ai fini dell'aggiornamento dei catasti delle opere in fascia.

Sono comunque da sottoporre a parere dell'Autorità di bacino le categorie di opere di carattere infrastrutturale soggette a valutazione di impatto ambientale individuate nel DPCM 10 agosto 1988 n.377 e nel DPR 12 aprile 1996 Allegato A e successive modificazioni ed integrazioni".

L'opera in progetto ricade nel tratto di fiume Po oggetto della delimitazione delle fasce fluviali e pertanto, in seguito alla adozione delle citata delibera, il parere circa la compatibilità idraulica dell'opera deve essere formulato dall'Autorità competente al rilascio del Nulla Osta idraulico e cioè l'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO) e dall'Autorità di bacino del fiume Po, quest'ultimo evidentemente soprattutto in termini di coerenza con gli strumenti di pianificazione di bacino (PAI).

4.1.3. PAI – Direttiva sui criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B

La direttiva tecnica contenuta nel PAI indica i criteri di dettaglio per la verifica idraulica dei ponti in progetto.

I criteri di compatibilità individuati dalla direttiva citata, a carattere di prescrizione, sono nel seguito riportati.

- **Portata di piena di progetto**. Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:
  - per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della Fascia B;
  - per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non inferiore a 100 anni.

  Quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di importanza molto modesta, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate; in tali situazioni è comunque necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena di 200 anni e definire il comportamento dell'opera stessa in rapporto alla stessa piena.
- **Franco minimo**. Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.00 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore. Il franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di sommità del rilevato di accesso al ponte (piano viabile) deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1.00 m.
- **Posizionamento del ponte rispetto all'alveo**. Deve essere considerato l'orientamento delle pile (ed eventualmente delle spalle) rispetto all'alveo e verificato che le interazioni tra le opere e la corrente non diano luogo a fenomeni incompatibili con l'assetto morfologico dell'alveo o la stabilità dell'opera.
- **Effetti idraulici indotti dal ponte**. Gli elementi strutturali del ponte e i relativi rilevati di accesso non devono comportare effetti negativi sulle modalità di deflusso in piena del corso d'acqua; in particolare il profilo idrico di rigurgito, eventualmente indotto dall'insieme delle opere di attraversamento, deve essere compatibile con l'assetto difensivo presente e non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Va inoltre verificata la compatibilità dell'opera e delle eventuali sistemazioni idrauliche connesse con gli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci ad opera di corpi flottanti trasportati dalla piena ovvero di deposito anomalo di materiale derivante dal trasporto solido, soprattutto nel caso possano realizzarsi a monte invasi temporanei di dimensione significativa.

- **Opere idrauliche collegate al ponte**, nel caso in cui l'inserimento o la presenza del ponte comporti la realizzazione di opere idrauliche con funzioni di sistemazione dell'alveo nel tratto interessato dall'attraversamento, il progetto deve comprendere la definizione delle opere stesse con lo stesso livello di dettaglio relativo all'opera principale.

4.1.4. Compatibilità idraulica del progetto

La compatibilità idraulica dell'opera di attraversamento è stata valutata nell'ambito della redazione del presente progetto esecutivo, ed i risultati sono riportati nella specifica relazione 0236E_01050001A "Relazione di compatibilità idraulica".

4.1.5. Il Piano Gestione Rischio Alluvioni

L'art. 11 del D. lgs. n. 49/2010 precisa espressamente che le Autorità di Bacino, nello svolgimento delle attività di elaborazione delle Mappe e del PGRA, facessero salvi, in ogni caso, gli strumenti di pianificazione in materia già predisposti ai sensi della normativa previgente (PAI e PAI Delta).

L'Autorità di Bacino nell'ambito delle proprie competenze ha pertanto avviato una attività di verifica della congruità degli elaborati della vigente pianificazione di bacino rispetto al PGRA, concludendo che l'intero ambito del bacino del Po era oggetto di un sistema di pianificazione territoriale di settore espressamente ed efficacemente finalizzato a garantire un livello di sicurezza adeguato rispetto ai rischi derivanti da fenomeni alluvionali.

Si può quindi affermare che il PGRA agisce in un'ottica di efficace coordinamento con il PAI e la Pianificazione di emergenza della Protezione civile creando un sistema coordinato di piani per la gestione di tutte le fasi del ciclo del rischio: previsione, prevenzione, protezione e, infine, la gestione delle emergenze ed il ritorno alla normalità.

Quindi il PGRA non elimina il PAI ma agisce in coordinamento con il medesimo. Nel Programma di misure del Piano del PGRA si legge

OBIETTIVO	**MISURE**
RIDURRE L'ESPOSIZIONE AL RISCHIO - Ridurre la vulnerabilità degli elementi esposti (interventi sugli edifici, sulle infrastrutture a rete, ecc.)	**Verifica delle nuove opere di attraversamento stradali e ferroviarie (NA del PAI Art. 19, 19 bis, 19 ter, 20, 21, 38,38bis, 38 ter, 53)**

L'art.38 PAI cita l'apposita direttiva per cui la coerenza del nuovo ponte con la Direttiva ne sancisce la coerenza con PAI e con PGRA: "Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico: 1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A

tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui la comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.

2. L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.

3. Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino."

Pertanto il presente Progetto Esecutivo risulta compatibile con quanto previsto dal PRGA.

4.2. PIANO TERRITORIALE REGIONALE (PTR) E PIANO TERRITORIALE PAESISTICO REGIONALE (PTPR)

Il Consiglio Regionale ha approvato con deliberazione del 19 gennaio 2010, n.951 (pubblicata sul 3° S.S. al BURL n. 6, del 11.02.2010) il Piano Territoriale Regionale.

Il PTR è strumento di indirizzo generale per lo sviluppo del territorio; esso formula la "visione strategica" della programmazione regionale in rapporto con il contesto fisico, ambientale, economico e sociale. Il Piano intende promuovere una nuova qualità complessiva del territorio, orientando le trasformazioni in termini di compatibilità e di migliore valorizzazione delle risorse e riconoscendo nel territorio stesso la risorsa primaria da salvaguardare.

Il PTR è strutturato in diverse sezioni che nel loro insieme rispondono all'esigenza di un piano di natura contestualmente strategica e operativa, di forte integrazione tra politiche, obiettivi e strumenti attuativi.

Il **Documento di Piano** è la componente del Piano Territoriale Regionale (PTR) che contiene gli obiettivi e le strategie, articolate per temi e sistemi territoriali, per lo sviluppo della Lombardia.

Il PTR definisce tre macro - obiettivi quali basi delle politiche territoriali lombarde per il perseguimento dello sviluppo sostenibile, che concorrono al miglioramento della vita dei cittadini:

- **rafforzare la competitività dei territori della Lombardia**
- **riequilibrare il territorio lombardo**
- **proteggere e valorizzare le risorse della regione.**

Essi discendono dagli obiettivi di sostenibilità della Comunità Europea: coesione sociale ed economica, conservazione delle risorse naturali e del patrimonio culturale, competitività equilibrata dei territori.

Rafforzare la competitività dei territori della Lombardia

Competitività è la capacità di una regione di migliorare la produttività rispetto ad altri territori, migliorando nel contempo gli standard di qualità della vita dei cittadini.

La competitività è un concetto complesso che comprende tutti gli aspetti che vengono indicati come "condizioni per lo sviluppo". Essa non riguarda quindi solo la capacità di affermazione delle imprese sui mercati interno ed estero, ma anche, e in primo luogo, quei fattori che rendono possibile tali performance.

Il concetto di **competitività dei territori** fa riferimento, più che alla competizione attraverso le imprese, alla

capacità di generare attività innovative e di trattenerle sul proprio territorio e di attrarne di nuove dall'esterno.

Si fa riferimento, in breve, al fatto che la produttività dipende dalla capacità di generare, attrarre e trattenere sul territorio risorse essenziali, materiali e immateriali, che contribuiscono alla performance delle imprese: tecnologia, capitale, risorse umane qualificate.

Essenziale per la competitività di un territorio è quindi la presenza di un insieme di fattori in grado di attrarre queste risorse: centri di ricerca, università, professionalità qualificate, conoscenze e imprese che operano in settori avanzati, oltre ad una pubblica amministrazione efficiente.

Ma tra i fattori prioritari per la competitività va annoverata anche - e questo sta diventando sempre più importante - l'**efficienza territoriale**, globalmente intesa: **efficienti reti infrastrutturali di trasporto** e di telecomunicazioni, ordinato assetto insediativo, buone condizioni ambientali, efficienze dei servizi alle persone e alle imprese, offerta culturale di qualità. L'efficienza territoriale costituisce, infatti, una "precondizione" indispensabile per qualsiasi politica di rafforzamento della competitività della regione nei confronti delle regioni e delle città europee concorrenti, che proprio dell'efficienza territoriale e della qualità della vita hanno fatto un elemento di forte attrattività.

Attrattività e competitività sono concetti molto legati e si potrebbe definire **l'attrattività come una precondizione della competitività futura di un territorio**.

Il perseguimento della competitività per la Lombardia non è quindi indipendente dal perseguimento della sua attrattività, che molto dipende dalla valorizzazione e tutela delle risorse territoriali, così come non prescinde dal riequilibrio dei territori della Lombardia. Se si prendono in considerazione i fattori che incrementano l'attrattività di un territorio in relazione a determinate risorse (capitale umano e imprese ad esempio), è chiaro come ogni politica di valorizzazione delle risorse della Lombardia può essere utile al perseguimento di questo obiettivo (es. interventi sul paesaggio o sull'ambiente che, migliorando la qualità dell'ambiente e della vita, favoriscono la decisione di personale altamente qualificato di rimanere sul territorio ovvero di imprese a livello globale di insediarsi in Lombardia). ritiene che l'intervento di progetto contribuisca sicuramente a potenziare l'efficienza delle reti di trasporto in questa porzione della regione.

Ciò è confermato anche dal confronto con i 24 obiettivi perseguiti dal PTR, e nello specifico rientra nel primo e secondo obiettivo sia rispetto alla gestione e fornitura dei servizi (dalla mobilità ai servizi) che in termini strategici nel favorire le relazioni di lungo e di breve raggio, tra i territori della Lombardia e tra il territorio regionale e l'esterno, in quanto intervento sulle reti materiali (infrastrutture di trasporto e reti tecnologiche) con attenzione alla sostenibilità ambientale e all'integrazione paesaggistica.

4.3. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI MANTOVA

La Variante al P.T.C.P. di Mantova è stata approvata con delibera del Consiglio Provinciale n. 3 del 8 febbraio 2010, costituisce uno degli strumenti di programmazione territoriale rispetto ai quali si ritiene necessario verificare la coerenza delle previsioni del Documento di Piano.

Il nuovo PTCP si identifica con una duplice finalità: da una parte come Piano di orientamento, in grado di raccogliere e sistematizzare gli elementi conoscitivi del territorio utili alla formazione degli strumenti urbanistici a scala locale, e dall'altra come Piano di indirizzo, capace quindi di pilotare l'attività di pianificazione comunale nell'ottica di obiettivi comuni e conformi allo scenario di sviluppo territoriale dell'intera provincia.

Il quadro relativo al sistema infrastrutturale è stato ampliato all'analisi dei tratti progettati sulla rete principale che attraversano ambiti sensibili dal punto di vista paesistico-ambientale ed all'elaborazione di disposizioni e criteri per il loro inserimento e per la mitigazione degli impatti.

Per quanto attiene il sistema dei trasporti delle persone e delle merci l'aggiornamento del PTCP ha visto un approfondimento sui nodi intermodali finalizzato alla loro localizzazione e alla verifica delle relazioni con la rete infrastrutturale presente e futura. Tale verifica è stata svolta contestualmente all'individuazione delle strategie di sviluppo del territorio ed ha affiancato sia l'analisi degli insediamenti/servizi di interesse sovralocale che gli esiti attesi sul tema dei livelli delle polarità urbane.

Con la variante si è compiuta un'analisi complessiva della rete della mobilità, intesa come itinerari e nodi di connessione e riguardante i diversi sistemi (gomma, ferro, acqua) e le varie modalità (veloce, lenta, interscambio) a partire dalla ricognizione del nuovo quadro di riferimento programmatorio e progettuale sovraordinato (nazionale, regionale – PTR) e provinciale (PTCP, PCP e PTLLPP).

La descrizione del sistema della mobilità e dei trasporti su scala provinciale deriva dalla lettura dei caratteri propri delle infrastrutture e dalla implementazione della progettualità. Il PTCP attribuisce rilevanza sovracomunale alle seguenti componenti del sistema della mobilità:

- **la rete viabilistica di livello nazionale, regionale, provinciale e sovralocale ed i nodi viabilistici ad alta accessibilità, cui appartiene il progetto in esame;**
- **la rete ferroviaria di livello internazionale, nazionale e regionale per il trasporto di persone e tutti i raccordi ferroviari per il trasporto di merci;**
- **la rete ed il sistema dei servizi del trasporto pubblico locale extraurbano;**
- **la rete navigabile commerciale e turistica;**
- **la rete dei percorsi e delle ciclovie di livello extraprovinciale, provinciale e sovralocale;**
- **i corridoi tecnologici;**
- **i principali nodi di scambio intermodale fra le reti e i servizi di cui sopra: le stazioni ferroviarie, gli scali merci pubblici e privati, le fermate del trasporto pubblico locale di livello sovralocale, i porti commerciali e turistici pubblici e privati.**

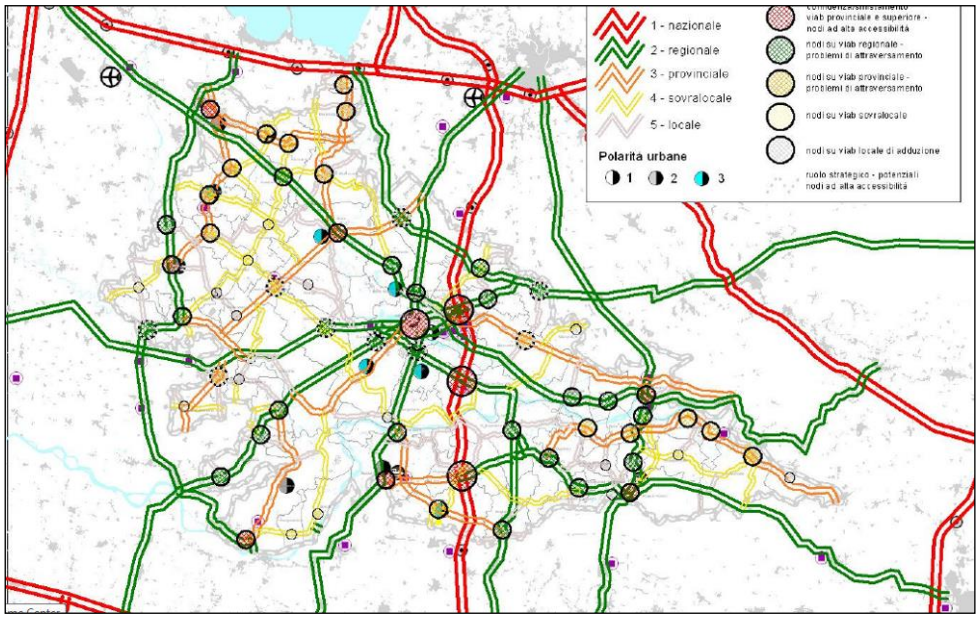


FIGURA 4-2 ASSETTO STRATEGICO DELLA RETE E DEI NODI VIABILISTICI ESISTENTI – PTCP

L'intervento di progetto, configurandosi come ristrutturazione di una porzione di ponte esistente, così come emerge anche dall'estratto cartografico riportato di seguito, non rientra nelle previsioni delle infrastrutture di mobilità aventi efficacia localizzativa disciplinate dal PTCP.

In proposito in fase di conferenza dei servizi l'Area Pianificazione Territoriale Patrimonio e Appalti della Provincia di Mantova ha espresso parere di competenza in merito alla compatibilità dell'opera in progetto con il PTCP.

4.4. PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI BAGNOLO SAN VITO

Il Comune di Bagnolo San Vito con la Deliberazione di Consiglio Comunale n. 18 del 31.03.2010 ha adottato gli atti del Piano del Governo del Territorio (PGT) e con la successiva deliberazione di Consiglio Comunale n. 38 del 24.09.2010 ha approvato definitivamente gli atti di PGT.

Il Comune di Bagnolo San Vito con la Deliberazione di Consiglio Comunale n. 27 del 29.06.2011 ha adottato gli atti della variante n°1/2011 al Piano delle Regole del Piano del Governo del Territorio (PGT) del Comune di Bagnolo San Vito e con la successiva deliberazione di Consiglio Comunale n. 33 del 14.09.2011 ha approvato definitivamente gli atti della variante n°1/2011 al Piano delle Regole del PGT.

Successivamente il Comune di Bagnolo San Vito ha adottato la Variante n. 2/2013 al Piano delle Regole e n. 1/2013 al Piano dei Servizi con D.C.C. n. 28 del 29.10.2013 e quindi ha approvato la succitata Variante al Piano di Governo del Territorio con D.C.C. n. 7 del 25.03.2014.

Rispetto alle previsioni contenute nel Piano delle Regole e nel Documento di Piano, di cui sono riportati gli estratti nelle immagini seguenti, si evidenzia che l'ambito oggetto del progetto in esame ricade in corrispondenza del sedime della S.P. ex S.S. 413.

Tale area appartiene al sistema infrastrutturale ed è classificata quale strada ex statale con la rispettiva fascia di rispetto del sistema infrastrutturale e della fascia di salvaguardia diretta delle infrastrutture.

Le aree di cantiere poste dal piede esterno dell'argine fino alla battigia all'interno dell'alveo sono classificate quale:

- **Zona Agricola di tutela del paesaggio e dei caratteri naturalistici prospicienti il fiume Po.**

Le aree di cantiere poste all'esterno del piede dell'argine sono classificate quali:

- **Zona Agricola di conservazioni e ripristino dei valori naturali.**

Si segnala inoltre la vicinanza di un'area classificata Porto fluviale e/o aree per impianti fluviali con la presenza della correlata area per "stazione di servizio". L'area del porto è classificata quale area per servizi di classe M.

Si evidenzia come la carta catastale riporti ancora le particelle del tracciato del vecchio ponte di barche esistente fino al 1966.

FIGURA 4-3 IL PONTE DI BARCHE AI PRIMI DEL '900

A 170 m circa ad Est del ponte il PGT individua e classifica una linea ad A.T. dell'ENEL quale rete tecnologica.

Sotto il profilo urbanistico l'intervento si configura pienamente coerente rispetto alle indicazioni del Piano di Governo del Territorio.

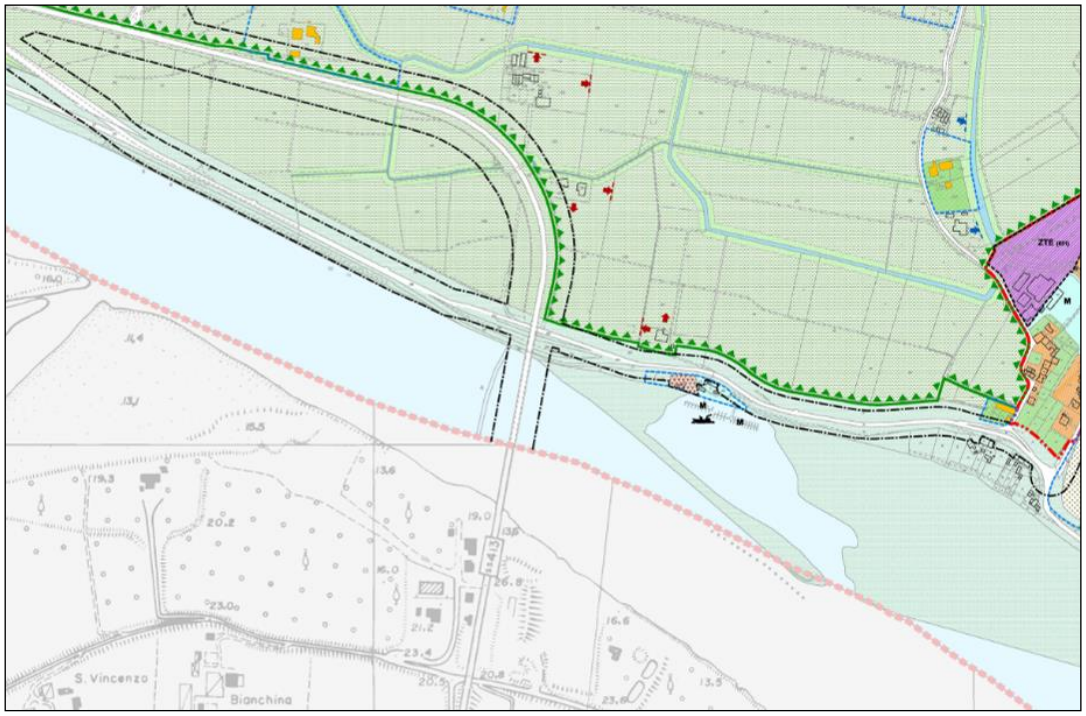


FIGURA 4-4 ESTRATTO PIANO DELLE REGOLE

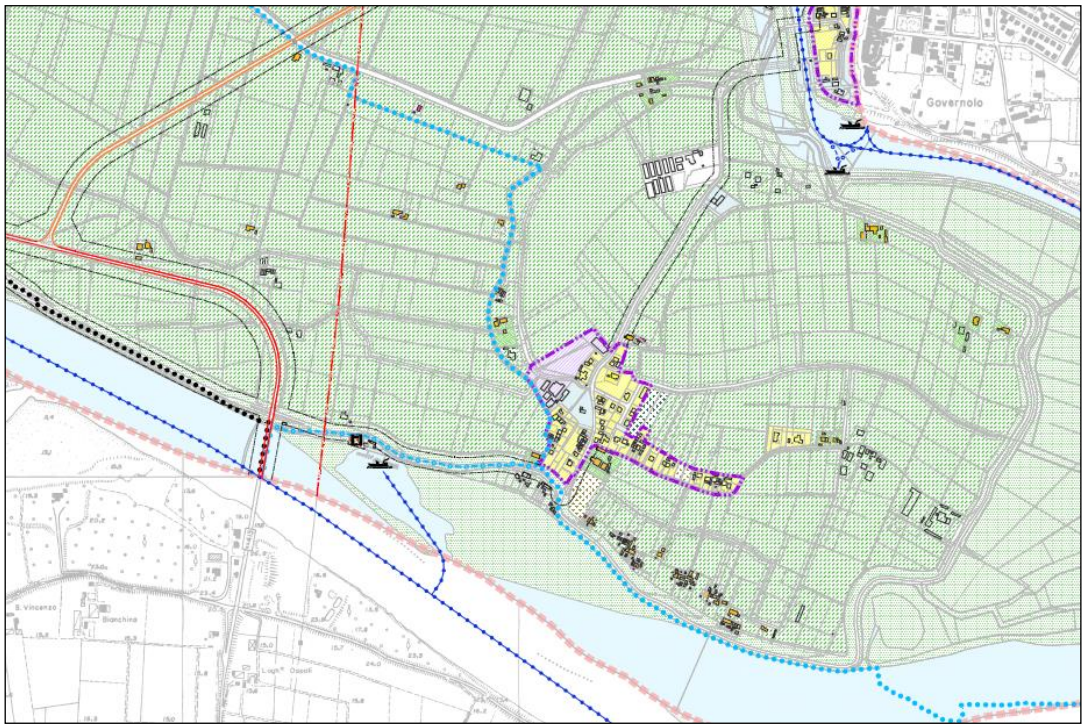


FIGURA 4-5 ESTRATTO DEL DOCUMENTO DI PIANO

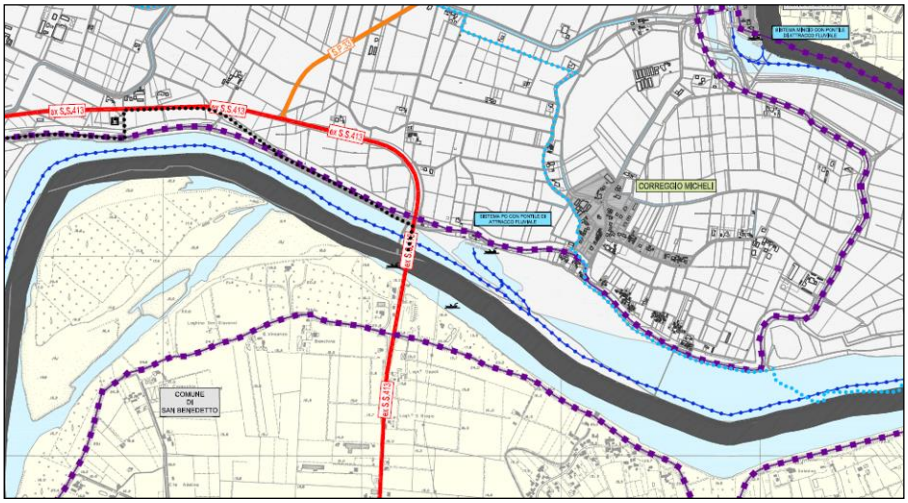


FIGURA 4-6 CARTA SISTEMA INFRASTRUTTURALE STATO DI FATTO

Rispetto al tema dei vincoli esistenti si segnala che l'area in esame ricade nella ZPS IT20B0501 Viadana, Portiolo, San Benedetto Po e Ostiglia, pertanto dovrà essere attivata la necessaria procedura rivolta alla verifica di eventuali incidenze sul sito natura 2000. A partire dal piede esterno dell'argine maestro verso l'interno del fiume Po tutta l'area ricade in Fascia A del PAI, mentre dal piede esterno dell'argine verso la campagna l'area è classificata Fascia C del PAI. L'area inoltre ricade negli ambiti soggetti a tutela paesaggistica ai sensi dell'art. 142 - let "c" del D.lgs 42/2004 e s.m.i. e nella rete ecologica regionale di primo livello essendo l'area fluviale del Po.

La Carta dei vincoli non individua nessun vincolo o tutela archeologica o monumentale nell'area di intervento del progetto.

La Carta delle sensibilità paesaggistiche individua l'area ovviamente in classe di sensibilità paesaggistica molto alta.

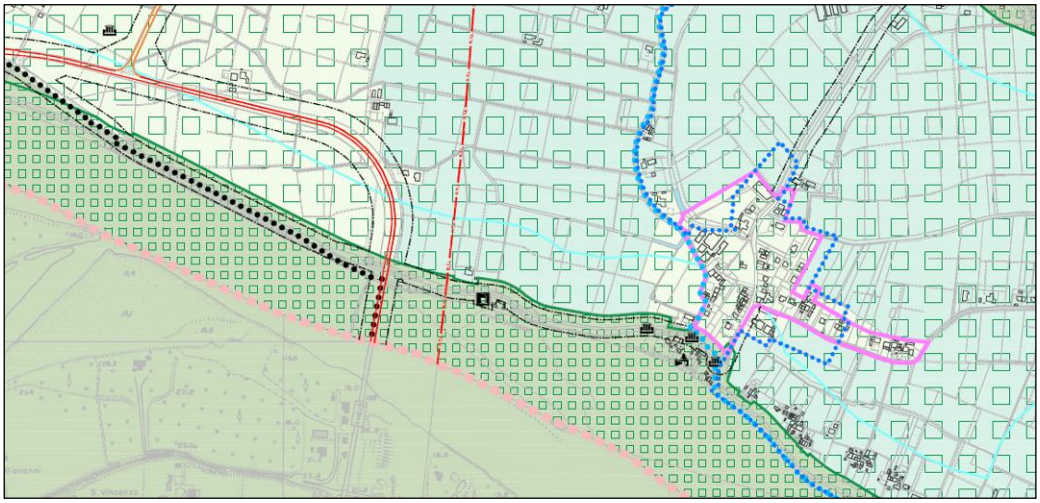


FIGURA 4-7 CARTA DEI VINCOLI E DELLE AZIONI DI PIANO

4.5. PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI SAN BENEDETTO PO

Il Piano di Governo del Territorio del Comune di San Benedetto Po è stato approvato con DCC n. 65 del 22.12.2010. L'ambito oggetto del progetto in esame ricade in corrispondenza del sedime della ex S.S. 413.

Rispetto ai contenuti del Documento di Piano, di cui è riportato un estratto nell'immagine seguente, si conferma la complessiva coerenza urbanistica del ponte sia in fase di esercizio che di intervento. Si segnala inoltre che durante la fase di cantiere saranno occupate alcune aree classificate come:

- **Ambiti agricoli strategici ad elevata valenza paesaggistica;**
- **Aree interessate da plis proposto;**
- **Zone di protezione speciale;**
- **Comparto prevalentemente produttivo CP6;**
- **Servizi e impianti tecnologici sovralocali esistenti;**
- **Ambiti destinati a verde privato.**

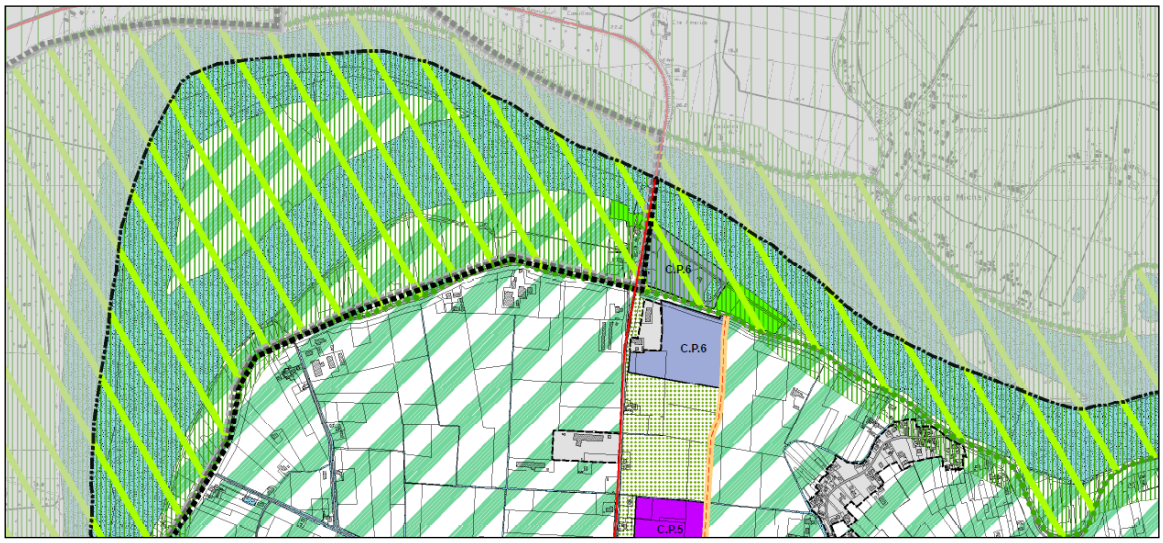


FIGURA 4-8 DP01 – PREVISIONI DI PIANO

Il Piano delle Regole, di cui un estratto è riportato nell'immagine seguente, conferma i contenuti della carta delle previsioni del documento di piano. In particolare la carta del piano delle regole consente di meglio dettagliare le aree interessate dalla fase di cantierizzazione che occuperanno aree con la seguente classificazione: Ambiti destinati a verde privato. L'ambito di intervento interessa inoltre la strada ex statale esistente, nell'ambito di un PLIS proposto in corrispondenza del margine della ZPS.

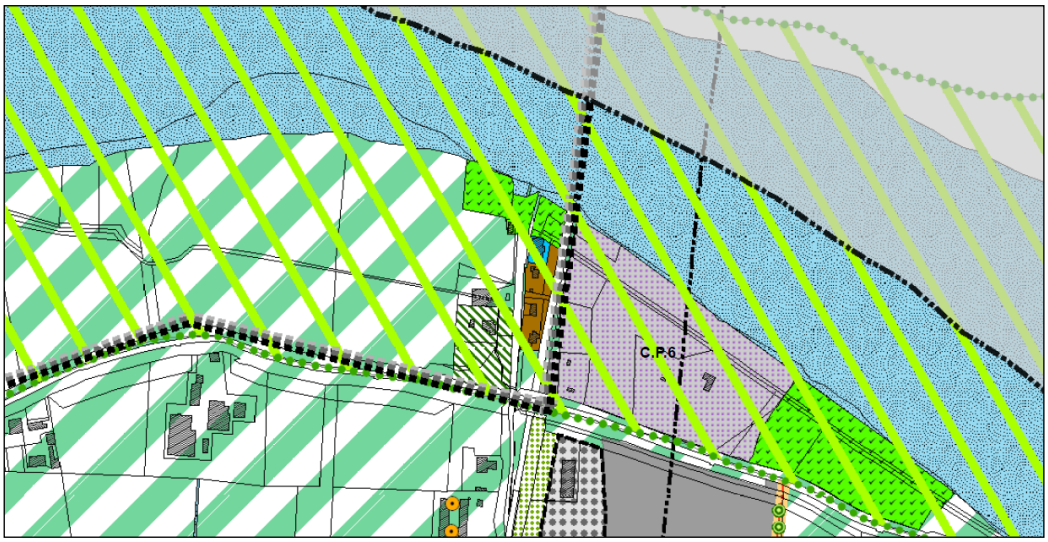


FIGURA 4-9 PR02 –PIANO DELLE REGOLE

L'immagine seguente riporta uno stralcio della carta dei Vincoli sovraordinati. In particolare si segnala la presenza di Fasce di protezione dei corsi d'acqua (D. Lgs. 42/2004 art. 142.1c) rispetto ai quali il piano prevede quanto segue:

"1. Lungo i corsi d'acqua e i canali devono essere osservati gli arretramenti minimi di m.10,00 dal piede esterno degli argini o dal limite esterno della sponda dei canali ai sensi dell'art.96 R.D.523/1904.

2. Le disposizioni di cui al comma precedente si applicano anche nel caso in cui le tavole del PGT non riportino alcuna indicazione grafica.

3. Nelle fasce di protezione dei corsi d'acqua, gli interventi di trasformazione eccedenti la manutenzione ordinaria e straordinaria sono subordinati ad autorizzazione paesaggistica; in tali ambiti valgono altresì le prescrizioni delle norme geologiche di piano.

4. Sono ammessi interventi per la realizzazione di opere pubbliche purché ne sia verificato il corretto inserimento paesaggistico e siano correlati ad interventi di riqualificazione del sistema arginale.

5. Resta fermo l'obbligo di osservare le prescrizioni di cui al D. Lgs. n.490 del 29.10.1999 e del D. Lgs n.42/2004 (art.142 comma1).

6. Devono altresì essere rispettate le norme del Regolamento comunale di polizia idraulica con riferimento al Regolamento tipo elaborato dalla Provincia di Mantova che si allega alla presente normativa (v. Allegato n.3) Descrizione di inquadramento dei vincoli per la parte che interessa i siti di intervento sovraordinati "

La Carta dei vincoli evidenzia ulteriormente i seguenti vincoli:

- **elettrodotto di Alta Tensione;**
- **Fascia A di deflusso della piena – PAI;**
- **Fascia di rispetto delle strade esistenti (ex S.S. 413 "Romana");**
- **Fascia di rispetto da allevamento di avicoli.**

La Carta non evidenzia alcun vincolo o tutela archeologica o monumentale.

La Carta delle classi di fattibilità paesaggistica individua tutta l'area in classe molto alta, fatta eccezione per la banchina portuale classificata in classe media.

Le NTA all'art. 10 individuano il comparto CP6 – Ambito di trasformazione "Oppioli", ambito già previsto dal PRG previgente finalizzato al trasferimento dell'attività di deposito, commercializzazione e trasporto inerti già presente in area golenale. Esso risulta compreso nella classe di fattibilità geologica 3, con consistenti limitazioni.

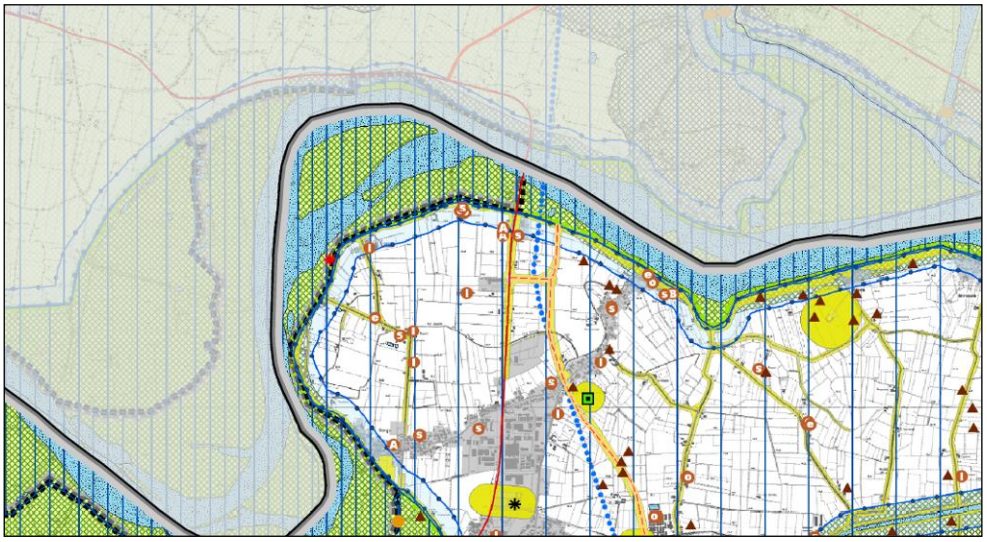


FIGURA 4-10 PG01 – CARTA DEI VINCOLI SOVRAORDINATI

5. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Come già anticipato precedentemente, l'intervento in oggetto riguarda la ristrutturazione del ponte sul fiume Po della Strada Provinciale ex S.S. 413 "Romana" nei comuni di Bagnolo San Vito e San Benedetto Po, entrambi appartenenti alla provincia di Mantova, confinanti nella posizione centrale dell'alveo inciso del fiume Po.

Esso si estende per una lunghezza di circa 613 m lungo la S.P. ex S.S. 413 "Romana" attraversando in sponda idraulica sinistra prima il Comune di Bagnolo San Vito e poi il Comune di San Benedetto Po, in sponda destra.

Attualmente, con Ordinanza n. 5/2012 del 05.04.2012, n. 13/2012 del 25.05.2012 e n. 24/2012 del 05.06.2012 vige la limitazione di divieto di transito "ai veicoli aventi larghezza superiore ai m 2,30 in prossimità delle progressive chilometriche 12+480 e 14+060.

Tale grave limitazione ai flussi di traffico in transito sulla ex S.S. 413 è l'ultima dettata da una lunga serie di ordinanze che, a partire dagli interventi dell'Anas negli anni 1993 (7 ottobre 1993 prima chiusura del ponte) ad oggi, a fasi alternate, hanno disposto per lunghi periodi o la totale interruzione dei flussi di traffico o la loro grave limitazione o alle portate (limitate a solo 7,5 t) o ai soli mezzi leggeri (con larghezza inferiore a m 2,30).

L'intervento oggetto del presente progetto esecutivo non propone alcuna nuova viabilità, ma un intervento di ristrutturazione di un mirato elemento stradale, non apportando di fatto alcuna modifica o variazione al tracciato della ex S.S. 413 "Romana", la cui configurazione rimane invariata sia dal punto di visto planimetrico che altimetrico.

La proposta progettuale consiste in un intervento puntuale di ristrutturazione di circa 350 m della porzione di ponte insistente sull'alveo inciso del fiume Po, pertanto un intervento estremamente localizzato sull'infrastruttura esistente nonché lo sviluppo, in affiancamento del ponte residuo in gole di Dx, di una passerella ciclopedonale che da continuità al percorso delle ciclabili in sede dedicata con il pieno collegamento delle due sponde del fiume.

Il nuovo ponte insiste, in sponda idraulica sinistra, per circa 200 m sul territorio del Comune di Bagnolo San Vito, mentre la parte residua della lunghezza di circa 150 m, insiste sul territorio del Comune di San Benedetto Po come pure la passerella ciclopedonale in fregio al ponte residuo che si sviluppa per circa 250m, essendo il confine amministrativo fra i due comuni posizionato centralmente al corso dell'alveo inciso.

Di contro, l'area interessata temporaneamente dal cantiere insiste prevalentemente (95%) sull'area golenale del Comune di San Benedetto Po.

L'area è completamente ricompresa all'interno della sezione idraulica delimitata dai due argini maestri del Po, fatta eccezione esclusivamente per l'intervento di adeguamento della spalla SP1 di sinistra posta al piede esterno dell'argine esistente.

Peraltro l'area d'intervento coincide con la sezione incisa dell'alveo, mentre la sponda destra, già occupata da attività estrattive esistenti, viene in parte destinata all'approntamento del cantiere.

5.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La antica strada S.S. 413 "Romana", divenuta con il D.Lgs. 112/1998 strada provinciale, fatta eccezione per il ponte trasferito solo nell'Ottobre 2010, collega Mantova a Modena e, prima della realizzazione dell'Autostrada del Brennero, costituiva il tronco del collegamento infrastrutturale più qualificato del territorio di Mantova per connettersi con i territori di Modena e Bologna. La S.S. 413 "Romana" ha inizio al Km 0+00 a Cerese di Borgo Virgilio ramificandosi dalla strada statale ex S.S. 62 della Cisa ora anch'essa Strada Provinciale. Essa è classificata dalla D.G.R. n. 7/19709 del 03.12.2004 della Regione Lombardia quale Strada di interesse regionale R2; è inoltre qualificata quale strada panoramica riconducibile all'originario reticolo stradale romano.

La viabilità in oggetto costituisce la connessione infrastrutturale strategica dei territori posti a Sud, Sud-Est del fiume Po denominati "Destra Secchia" (San Benedetto Po, Quistello, Moglia e comuni contermini) con la città capoluogo Mantova e l'ampia area racchiusa tra il fiume Mincio ed il Po e viceversa. La ex S.S. 413 "Romana" è strategica sia perché tracciato storico sia perché ricomprende dal Km 13+370 al Km 13+983 l'attraversamento del fiume Po, in prossimità della foce del fiume Mincio.

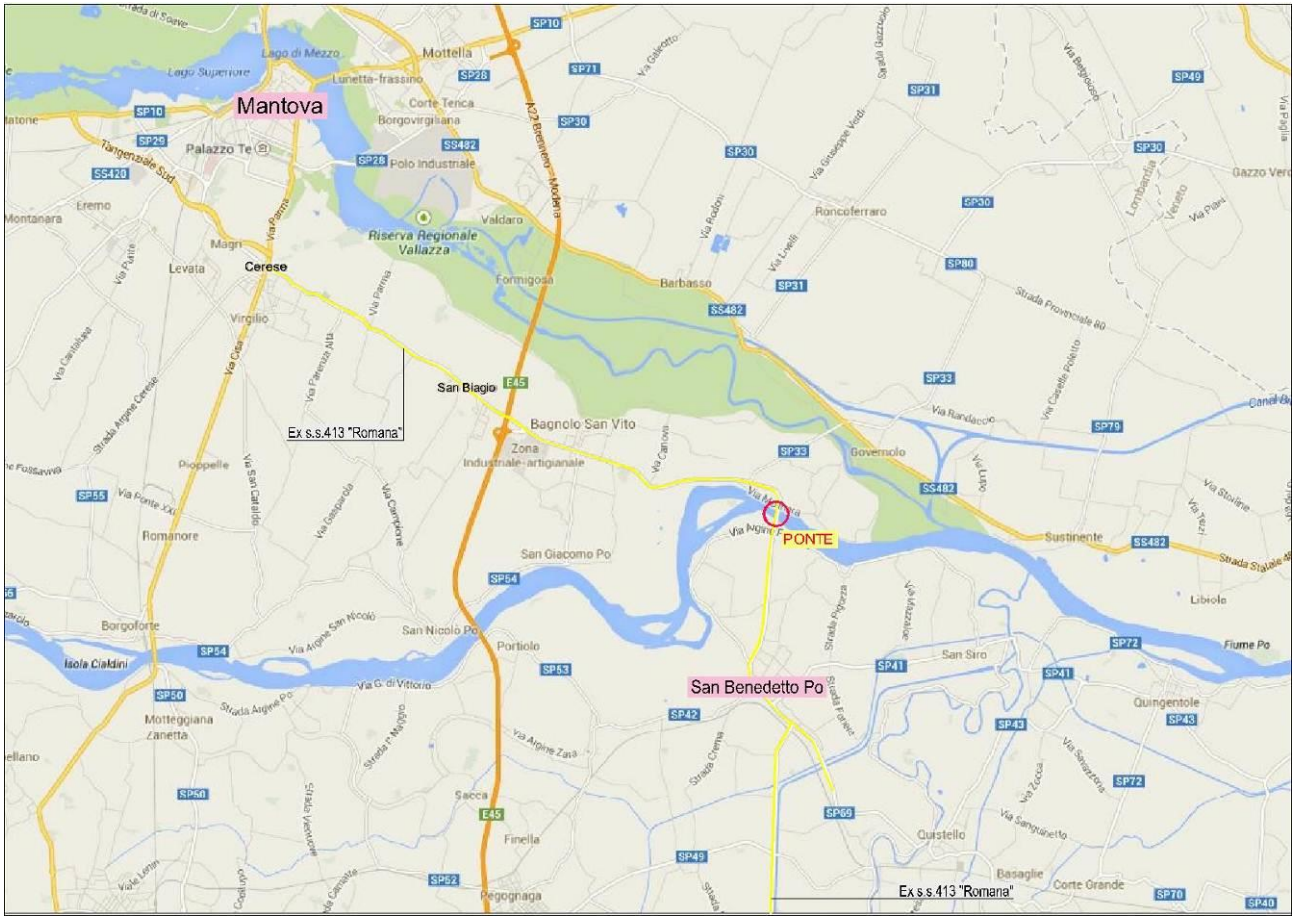


FIGURA 5-1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Dall'immagine soprariportata appare evidente come la provincia di Mantova sia tagliata orizzontalmente nella parte Sud dal fiume Po e quindi come, sia oggi che ieri, gli attraversamenti del grande fiume risultano strategici e fondanti per le relazioni economiche e territoriali.

Il territorio della provincia di Mantova, posto a Sud del fiume Po, è riconnesso alla città capoluogo dai ponti sul Po sottoelencati. Ponti tutti realizzati in sostituzione dei precedenti ponti di barche prevalentemente solo nel dopoguerra:

- ex S.S. 358 – di Castelnovo a Viadana;
- ex S.P. 57 – Mantova – Viadana a Dosolo;
- ex S.S. 62 – Cisa a Borgoforte;
- ex S.S. 413 – Romana a San Benedetto Po;
- S.S. 12 – Abetone – Brennero a Ostiglia.

Seguendo il percorso delle strade provinciali il ponte di San Benedetto Po dista circa 23/28 Km dal ponte di Borgoforte a Ovest e ad est circa 22/25 Km dal ponte di Ostiglia. Le distanze sopracitate tra i ponti riconfermano, anche oggi, come lo sviluppo dei territori è strettamente legato al mondo dei trasporti: ogni innovazione di settore ha avvicinato le popolazioni, facilitato gli scambi culturali e commerciali: migliorato, in una parola, le opportunità di sviluppo.

Assicurare il superamento sulla ex S.S. 413 "Romana" della barriera costituita dal fiume Po senza limitazioni ai flussi veicolari tramite una infrastruttura duratura, efficiente e qualificata è elemento fondante per mantenere lo sviluppo dei territori sopracitati. Il territorio sopra individuato al 01.01.2013 registra una popolazione direttamente interessata di circa 53.502 abitanti ed inizia ad essere in affanno a partire dagli anni novanta per le gravi e continue limitazioni imposte ai flussi sul ponte.

TERRITORI INTERESSATI

	COMUNI	ABITANTI	
NORD	Borgo Virgilio	14.481	
	Bagnolo San Vito	5.983	
	Roncoferraro	7.249	
	Sustinente	2.218	
	Sommano	***29.931***	***29.931***
SUD	San Benedetto Po	7.655	
	Moglia	5.808	
	Quistello	5.634	
	Quingentole	1.194	
	Schivenoglia	1.215	
	San Giacomo delle Segnate	1.768	
	San Giovanni del Dosso	1.297	
	Sommano	***23.571***	***23.571***
	Complessivamente		***53.502***

Le fasi preliminari del progetto hanno verificato ulteriori soluzioni oltre a quella sviluppata in questa sede, ritenuta quale soluzione fattibile ed ottimale, in considerazione del finanziamento disponibile, della necessità di ridurre il più possibile i tempi di esecuzione dell'opera e di interruzione del transito, e in grado di garantire impatti ridotti. Tale soluzione è stata consolidata in fase di sviluppo del progetto definitivo e conseguentemente totalmente recepita in fase di sviluppo esecutivo.

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Relazione Generale

L'intervento è posto completamente in Provincia di Mantova: il ponte costituisce il limite Est del tratto denominato "San Benedetto Po" della ZPS IT20B0501 – "Viadana, Portiolo, San Benedetto Po e Ostiglia", attualmente gestita dalla Provincia di Mantova. Il Parco Regionale del Mincio non è lambito dall'opera ed il confine Sud è posto alla distanza di 800 m ad Est del ponte e a valle dello stesso.

L'area è completamente ricompresa all'interno della sezione idraulica delimitata dai due argini maestri del Po, fatta eccezione esclusivamente per l'intervento di adeguamento della spalla SP1 di sinistra posta al piede esterno dell'argine esistente; la sponda destra, già occupata da attività estrattive, viene destinata alle attività cantieristiche.

L'opera insiste, in sponda idraulica sinistra, per circa 200 m sul territorio del Comune di Bagnolo San Vito, mentre la parte residua della lunghezza di circa 150 m, insiste sul territorio del Comune di San Benedetto Po, essendo il confine amministrativo fra i due comuni posizionato centralmente al corso di alveo inciso. L'area interessata temporaneamente dal cantiere insiste prevalentemente sull'area golenale del Comune di San Benedetto Po.

COMUNI INTERESSATI

PROVINCIA	COMUNI	LUNGHEZZA MANUFATTO (m)
MANTOVA	BAGNOLO SAN VITO	~ 200
	SAN BENEDETTO PO	~ 150+250 ciclabile
	Totale	~ 350+250 ciclabile

La soluzione progettuale sviluppata si configura come un intervento di adeguamento, e non come un nuovo intervento, riguardando un tratto di strada esistente di lunghezza pari a circa 343 m, per lo più ricadenti, nell'ambito dei lavori di ristrutturazione del ponte esistente, nel tratto di alveo inciso; le opere di raccordo tra la nuova sezione del ponte e la viabilità esistente riguardano infatti un tratto di strada di lunghezza pari a 900 m, fra le due sponde.

5.2. INQUADRAMENTO DELLA MOBILITÀ

5.2.1. Scenario attuale e precedente

La S.P. ex S.S. 413 "Romana" è una infrastruttura primaria per la connessione della Città di Mantova, dell'ampio territorio sub-urbano ricompreso tra il Mincio ed il Po caratterizzato da una concentrazione di aree terziarie e commerciali in costante espansione e dell'Autostrada del Brennero A22 tramite l'autostazione di Mantova Sud con l'ampia area posta a Sud del Po caratterizzata dai centri abitati di San Benedetto Po, Quistello fino a Moglia. L'attraversamento sul Po tramite il ponte detto di San Benedetto è l'elemento principale e strategico.

Le recenti Ordinanze n. 5/2012 del 05.04.2012, n. 13/2012 del 25.05.2012 e n. 24/2012 del 05.06.2012, emesse dalla Provincia di Mantova, conseguentemente agli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, hanno disposto sul ponte della S.P. ex S.S. 413 "Romana" sul Po l'istituzione del divieto di transito ai veicoli aventi larghezza superiore a 2,30 m a partire dal 06.06.2012 fino a data da destinarsi, tramite due varchi costituiti da barriere di sicurezza rigide.

La limitazione di transito sopracitata consegue ad un prolungato periodo alternato di disposizioni cautelative al transito iniziato dal 20.10.1993 che hanno comunque indotto ad una forte contrazione dei flussi veicolari sulla ex S.S. 413 ed in particolare nel tratto tra le chilometriche 12+800e 14+600, corrispondenti ai due varchi di accesso al ponte. Ciò nonostante i flussi veicolari si mantengono significativi ad evidenziare la elevata valenza infrastrutturale dell'arteria.

Sulla base del monitoraggio del traffico effettuato dalla Provincia di Mantova – Servizio Mobilità e Sicurezza della Circolazione – nel periodo di rilevamento da giovedì 28.06.2012 a mercoledì 04.07.2012 sulla ex S.S. 413 "Romana" all'estesa chilometri 12+650 ponte sul fiume Po in Bagnolo San Vito è stato rilevato un Traffico Giornaliero Medio (TGM) complessivo pari a 9.414 veicoli di cui 9.325 leggeri (con lunghezza < 7,5 m) corrispondenti al 99,1% e 89 pesanti (con lunghezza > 7,5 m) equivalenti allo 0,9%.

I dati di dettaglio sintetici sono di seguito riportati.

PROVINCIA DI MANTOVA

Servizio Mobilità e Sicurezza della Circolazione

Monitoraggi traffico ***-Scheda Riepilogativa-***

Strada **SPexSS n° 413**

Punto rilevamento Ponte sul fiume Po Km 12+650

Comune Bagnolo San Vito

Riepilogo dati traffico da giovedì 28 giugno 2012 7 gg rilevamento

a mercoledì 4 luglio 2012

		leggero	<7,5 mt	pesante	>7,5 mt
tgm complessivo	**9.414**	**9.325**	99,1%	**89**	0,9%
tgm feriale	**9.527**	**9.435**	99,0%	**92**	1,0%
tgm Sabato	**9.989**	**9.892**	99,0%	**97**	1,0%
tgm Domenica	**8.273**	**8.207**	99,2%	**66**	0,8%

lunghezza metri ---->		0-5	5 - 7,5	7,5 - 12,5	12,5 - 16,5		
tgm	**giorno**	**auto**	**furgoni**	**camion**	**autocarri**	**nc**	**totale**
Gio	*28-giu*	*8.462*	*890*	*63*	*23*	*53*	9.491
Ven	*29-giu*	*9.129*	*972*	*66*	*35*	*60*	10.262
Sab	*30-giu*	*9.177*	*645*	*72*	*25*	*70*	9.989
Dom	*01-lug*	*7.793*	*351*	*51*	*15*	*63*	8.273
Lun	*02-lug*	*7.856*	*842*	*65*	*17*	*60*	8.840
Mar	*03-lug*	*8.470*	*877*	*57*	*33*	*56*	9.493
Mer	*04-lug*	*8.500*	*893*	*77*	*25*	*53*	9.548
	totale	*59.387*	*5.470*	*451*	*173*	*415*	*65.896*
	TGM	**8.484**	**781**	**64**	**25**	**59**	**9.414**
	TGMf	**8.483**	**895**	**66**	**27**	**56**	**9.527**

Sistema di rilevazione : Nu-metrics HI-STAR model NC 97

NC veicoli non classificati *a1*

Dai rilievi effettuati risulta quanto segue:

- il traffico è equamente distribuito nei due sensi di marcia (4.715 veicoli in direzione Sud e 4.698 veicoli in direzione Nord);
- la componente di traffico pesante rimane attiva pur in presenza del divieto di transito con lo 0,3% di autotreni (n. 25) e lo 0,7% di camion (n. 64). I furgoni risultano pari all'8,3% (n. 781);
- la componente di traffico pesante è quasi esclusivamente diurna ed è pari al 90,5%, mentre solo il 9,5% è notturno;
- la massima ora di punta è quella serale tra le 18 e le 19;
- la componente di traffico auto è pari a circa il 90,2%, mentre le auto sommate ai furgoni sono pari al 99,1%.

Il monitoraggio è riportato nell'allegato A1 del progetto preliminare.

Il territorio subisce una grave limitazione della capacità di movimento e sviluppo a causa del perdurare del divieto sopracitato. L'affermazione è quantificabile comparando il monitoraggio sopraesposto con un analogo monitoraggio effettuato nel periodo dal 04.04.2008 al 10.04.2008 in cui non erano vigenti le attuali limitazioni. Il dato è relativo in quanto nel 2008 il libero transito sul ponte era comunque condizionato da oltre 15 anni di alternate chiusure parziali, totali e riaperture (prima Ordinanza di chiusura del 20.10.1993) che influenzavano indirettamente la fruizione dell'asse stradale della ex S.S. 413 nel tronco iniziale Virgilio – Moglia, riducendone in modo consistente i flussi originari.

Il monitoraggio del traffico effettuato dalla Provincia di Mantova – Servizio Mobilità e Sicurezza della Circolazione – nel periodo di rilevamento succitato dal 04.04.2008 al 10.04.2008 sulla ex S.S. 413 all'estesa chilometrica 12+800 (rampa ponte sul Po in Bagnolo San Vito) ha evidenziato un TGM complessivo pari a 11.046 veicoli di cui 10.317 veicoli leggeri corrispondenti al 93,4% del totale e 729 pesanti equivalente alla percentuale del 6,6% del totale. I dati di dettaglio sintetici sono di seguito riportati, mentre il monitoraggio esteso è riportato nell'allegato A2 del progetto preliminare.

PROVINCIA DI MANTOVA

SETTORE PATRIMONIO, PROVVEDITORATO, CONTRATTI, MANUTENZIONE
INFRASTRUTTURE VIABILITÀ
Servizio Mobilità e Sicurezza della Circolazione

Monitoraggi traffico ***-Scheda Riepilogativa-***

Strada **S.P. Ex S.S. n° 413** **"Virgiliana"**

Punto rilevamento km. 12+800 Rampa Ponte sul Po

Riepilogo dati traffico	dal 04/04/2008	al 10/04/2008	gg rilevamento 7			
		di cui	<7,5 leggero		>7,5 pesante	
tgm complessivo	**11.046**		**10.317**	93,40%	**729**	6,60%
tgm feriale	**11.146**		**10.217**	91,67%	**928**	8,33%
tgm Sabato	**11.163**		**10.829**	97,01%	**334**	2,99%
tgm Domenica	**10.433**		**10.306**	98,78%	**127**	1,22%

lunghezza metri ---->		0 -5	5 - 7,5	7,5 - 10	>10	nc	
tgm	**giorno**	**auto**	**furgoni**	**camion**	**autocarri**	**nc**	**totale**
Ven	4	10.536	740	332	740	6	12.354
Sab	5	10.448	376	87	247	5	11.163
Dom	6	10.053	250	31	96	3	10.433
Lun	7	9.018	583	222	651	5	10.479
Mar	8	9.584	614	265	704	7	11.174
Mer	9	9.240	602	230	581	2	10.655
Gio	10	9.534	610	237	680	5	11.066
	totale	*68.413*	*3.775*	*1.404*	*3.699*	*33*	*77.324*
	TGM	**9.773**	**539**	**201**	**528**	**5**	**11.046**
	TGMf	9.582	630	257	671	5	11.146

Sistema di rilevazione : Nu-metrics HI-STAR model NC 97 ac. 1

Dai rilievi effettuati risulta quanto segue:

- il traffico è equamente distribuito nei due sensi di marcia (5.443 veicoli in direzione Sud e 5.603 veicoli in direzione Nord);
- la componente di traffico pesante è attiva in modo evidente con il 4,8% di autotreni (n. 528) e l'1,8% di camion (n. 201). I furgoni risultano pari al 4,9% (n. 539);
- la componente di traffico pesante è quasi esclusivamente diurna ed è pari al 94%, mentre solo il 6% è notturno;
- la massima ora di punta è quella mattutina, prevalentemente tra le 7 e le 9, pur con notevoli variazioni della punta verso le ore 10 - 12;
- la componente di traffico auto è pari a circa l'88,5%, mentre le auto sommate ai furgoni sono pari al 94,4% che evidenzia pur l'importanza dei mezzi pesanti, ma assoggettata ad una forte limitazione indiretta in funzione degli eventi sucitati.

5.2.2. Comparazione dei monitoraggi

Dalla comparazione dei due monitoraggi caratterizzati dalla presenza o assenza dei limiti di transito dettati dalle ordinanze risulta quanto segue:

	RILIEVO 4-10.04.2008		RILIEVO 28.06 - 04.07.2012		VARIAZIONE	
	VEICOLI (n.)	%	VEICOLI (n.)	%	VEICOLI (n.)	%
TGM	11.046	100,0	9.414	100,0	-1.632	-14,8
TGM LEGGERO	10.317	93,4	9.325	99,1	-992	-9,6
TGM PESANTE	729	6,6	89	0,9	-640	-87,8
TGM AUTO	9.773	88,5	8.484	90,1	-1.289	-13,2
TGM FURGONI	539	4,9	781	8,3	+242	+44,9
TGM CAMION + AUTOTRENI	734	6,6	148	1,6	-586	-79,8

I dati registrano una riduzione drastica del TGM del -14,8% assoluto di cui la componente leggera registra comunque una forte limitazione pari al -9,6% del TGM. La componente pesante subisce una riduzione del -87,8% del TGM conseguentemente alle limitazioni dettate dalle porte di accesso.

La sola componente auto, infatti, registra comunque una forte riduzione pari al 13,2%, mentre la limitazione ai veicoli pesanti registrata con una riduzione pari al 79,8% del TGM (autotreni + camion) induce ad un trasferimento delle merci, aventi O/D locale, dai mezzi pesanti ai furgoni, unica modalità in cui il TGM subisce un incremento pari al 44,9%.

Le conseguenze della limitazione risultano pertanto assai evidenti ed estremamente dannose e pericolose per il territorio sia direttamente che indirettamente interessato.

5.3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE

L'inquadramento ambientale della zona di intervento non può non tener conto della presenza della Zona di Protezione Speciale appartenente alla Rete Natura 2000 denominato "Viadana Portiolo San Benedetto Po Ostiglia" (IT20B0501), che si estende sul fiume Po per gran parte della lunghezza della provincia mantovana (anche se in modo frammentato), e che interessa parzialmente l'ambito golenale attraversato dal Ponte, che costituisce il limite est del sito nel suo terzo tratto ("San Benetto Po").

Tuttavia, rilevata localmente l'assenza di siti di particolare interesse naturalistico è parso opportuno fornire almeno un quadro ambientale generale, volto alla descrizione di quanto presente sia per quanto concerne la vegetazione che gli aspetti legati agli ecosistemi ed alla connettività ecologica, nelle due aree golenali interessate.

5.3.1. Vegetazione

La descrizione degli aspetti vegetazionali si limita alle aree adiacenti al ponte ed a quelle che verranno interessate dalle lavorazioni in genere. Nell'immagine successiva sono raffigurate le varie zone classificate secondo la destinazione d'uso assegnata in relazione alla presenza/assenza e tipologia strutturale della vegetazione. Come cantiere (area grigia nella seguente figura) si intende in il grande piazzale situato in sponda destra idrografica e immediatamente ad est del ponte, adibito alla lavorazione degli inerti.

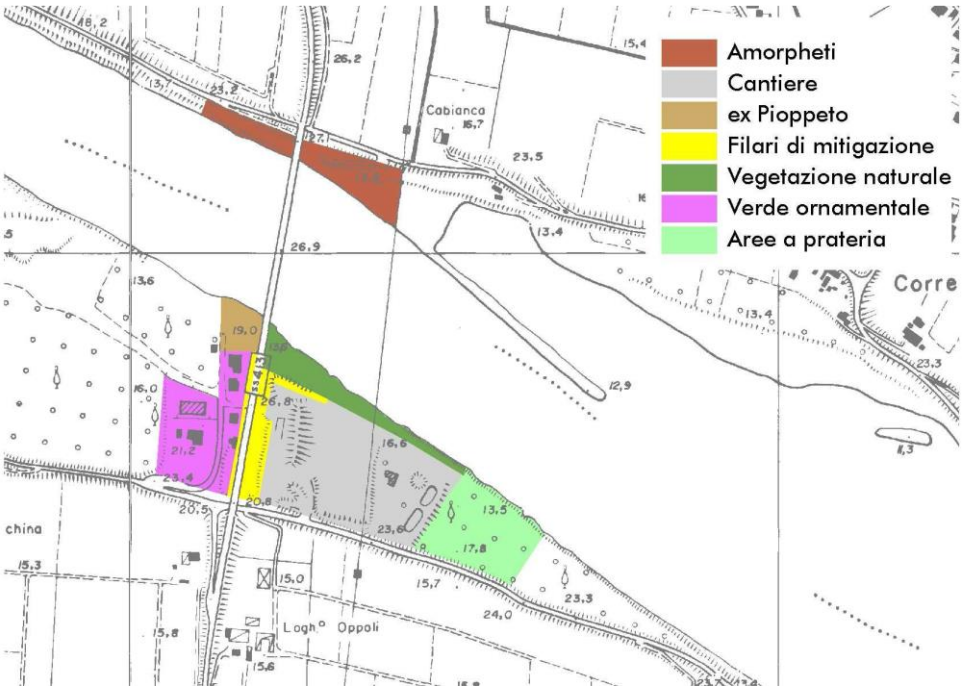


FIGURA 5-2 TIPI VEGETAZIONALI STRUTTURALI DELL'AREA DI INTERVENTO

La carta della Vegetazione del Piano di Gestione del Sito Natura 2000 cui appartiene in parte l'ambito di intervento, individua piccoli lembi di saliceto invaso nello strato arbustivo da *Amorpha fruticosa* e *Rubus*, situazione frequente in riva a Po, ma oggetto di ulteriori definizioni nel rilievo condotto propedeuticamente per il presente lavoro: si tratta infatti del piccolo lembo di pioppeto colturale abbandonato individuato nell'immagine sopra. Altre aree a vegetazione nitrofila sono conseguenza del taglio del pioppeto preesistente e di un successivo e temporaneo abbandono. Infine le aree a *Brometalia* sono le tipiche formazioni erbacee che caratterizzano le scarpate arginali.

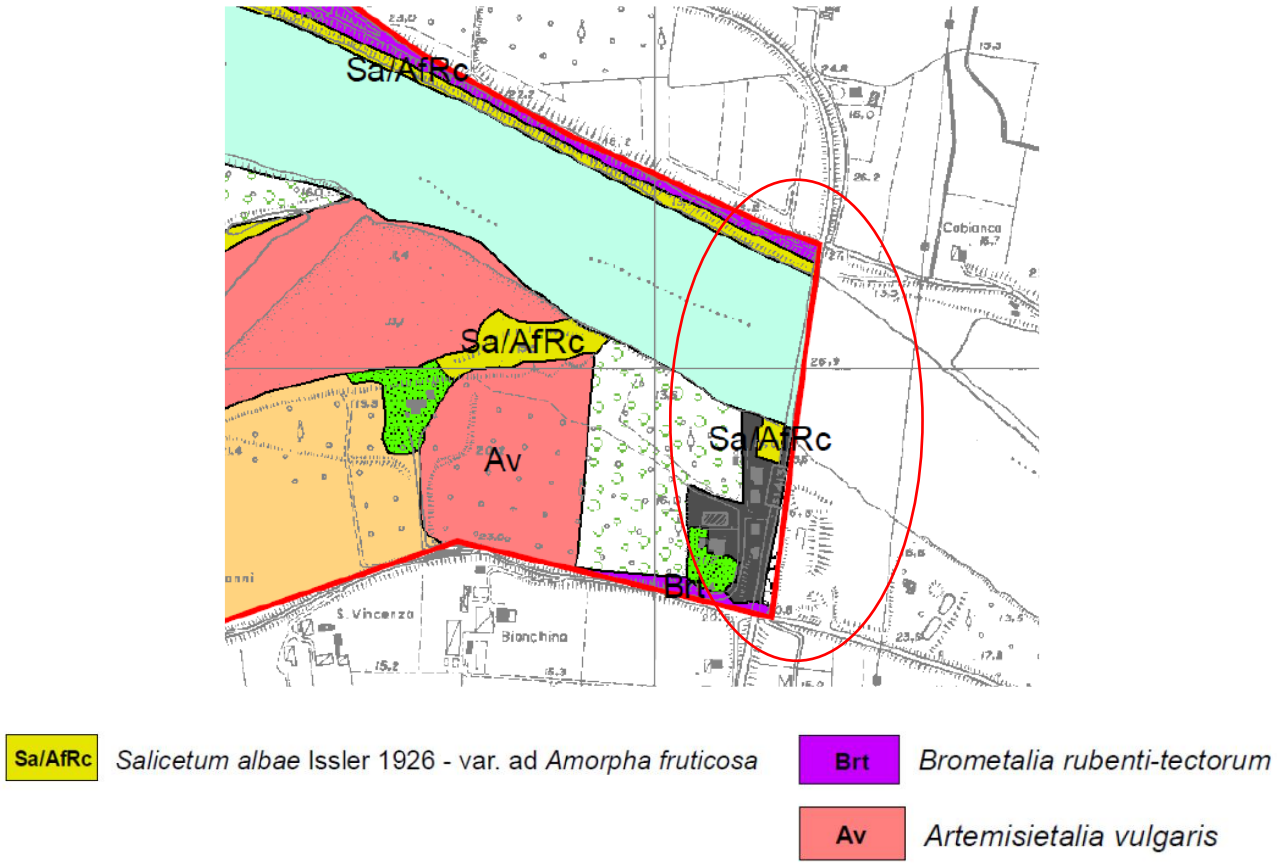


FIGURA 5-3 STRALCIO DELLA CARTA DELLA VEGETAZIONE DEL PIANO DI GESTIONE DELLA ZPS

Di seguito si descrivono i caratteri principali della vegetazione presente delle due zone golenali (sud e nord).

L'ambito golenale sud

Nell'ambito golenale posto a sud, dalla spalla del ponte procedendo verso l'alveo, è presente un ampio avvallamento, che si addolcisce procedendo verso il fiume, delimitato da una vasta area adibita alla lavorazione degli inerti, e da un piccolo nucleo abitato a ovest. Ai due lati del ponte sono presenti alberature di pioppo cipressino collocate a mitigazione del flusso veicolare.

FIGURA 5-4 SPALLA SUD DEL PONTE CON ALBERATURE DI PIOPPO CIPRESSINO AI LATI

Gli esemplari di pioppo cipressino sono più giovani sul lato ad ovest del ponte, ben più sviluppati quelli presenti sul lato ad est a cui si associano anche pioppi neri clonali ed una fascia di vegetazione a ricrescita spontanea, con presenza di *Amorpha fruticosa* e talora *Sambucus nigra.* In particolare il filare di cipressini sul lato est, nella sua struttura a doppio filare, ha la funzione di mitigare l'impatto fra la viabilità e l'insediamento presente sull'altro lato del ponte e l'area di lavorazione degli inerti, mitigazione rivolta ad impatti di tipo paesaggistico, atmosferico (polveri) e da rumore. Richiedeva pertanto la presenza di alberi a rapido accrescimento, filati in prossimità del ponte per non interferire con le strutture, e con altezza adeguata in relazione alla collocazione dell'impalcato. L'effetto di mitigazione, assai più efficace in periodo estivo, è facilmente intuibile nella successiva immagine. Nel complesso la struttura del ponte pare, in questo tratto, totalmente permeabile e dotata anche di elementi di significato per il mantenimento di discreti livelli di permeabilità per la fauna terrestre.

FIGURA 5-5 BARRIERA DI MITIGAZIONE FILARE DI PIOPPI CIPRESSINI E PIOPPI CLONALI-LATO EST

In prossimità dell'alveo attivo del fiume, sul lato ovest, è presente un vecchio lembo di pioppeto colturale ormai abbandonato e colonizzato nella strato arbustivo da *Amorpha fruticosa*. Immediatamente a nord del pioppeto, fra le case presenti, la vegetazione è da ascriversi al tipico verde ornamentale.

Sul lato opposto invece il filare arboreo di mitigazione prosegue per un tratto parallelo al fiume, con associata la relativa fascia a ricrescita naturale, ed insieme alla vegetazione che ha colonizzato la sponda del fiume dominata da salice bianco (*Salix alba*) concorrono a delimitare una ridotta striscia demaniale che assume però una valenza strategica in quanto è quella che garantisce la permeabilità del corridoio terrestre virtualmente occluso dall'area di lavorazione inerti.

L'ambito golenale nord

Ben più ridotto in profondità rispetto al precedente, presenta un conformazione del tutto particolare. L'ambito golenale è di pochi metri di ampiezza e l'impalcato del ponte si appoggia fisicamente all'argine. Al piede esterno di questo trova collocazione una strada locale, peraltro a bassissimo utilizzo, che sottopassa l'impalcato. In questo contesto queste due finestre sono quelle che garantiscono la permeabilità sia della golena che dell'ambito extragolenale.

La porzione in golena, già interessata dalla presenza della prima pila del ponte, è interessata da un esteso e fitto amorfeto, (formazione ad *Amorpha fruticosa*) con *Rubus caesius* e presenza puntuale di qualche salice bianco e/o pioppi clonali solo sulla scarpata del fiume.

FIGURA 5-6 SPALLA NORD DEL *PONTE* CON SPONDA INTERESSATA DA AMORFETO

5.3.2. Fauna

La pressochè totale scomparsa degli habitat originari, per i quali diventa al momento attuale impossibile individuare anche solo elementi di frammentazione e/o isolamento, ha totalmente mutato l'assetto faunistico originario della zona. Molte delle specie un tempo presenti sono estinte localmente da diversi secoli, molte altre invece, di origine estranea al contesto interessato o addirittura all'intera regione del Paleartico occidentale, sono presenti con popolazioni stabili e, in diversi casi, hanno ormai instaurato rapporti ecologici con l'ambiente tali, da essere considerate autoctone nella cultura locale, naturalizzate secondo i canoni della cultura scientifica.

Complessivamente le presenze faunistiche nell'area di studio, costituita da un tratto del medio corso del fiume, possono essere essenzialmente ricondotte ai seguenti ambienti:

- aree coltivate;
- vegetazione diversificata con formazioni ad elofite e boschi riparali;
- habitat acquatici.

La zona di interesse rappresenta un presidio naturalistico nell'ambito della complessa rete di corridoi ecologici formata dal fiume Po e dai suoi affluenti. Il tratto della golena interessante la ZPS costituisce un'area faunistica utilizzata da molte specie, soprattutto uccelli, per la riproduzione, per lo svernamento e per la sosta durante le migrazioni. Gli ambienti presenti, anche se complessivamente risentono di una forte pressione dell'attività agricola, dimostrano una buona diversificazione, infatti la ZPS è costituita prevalentemente dal corso del fiume Po, caratterizzato da acque correnti, da lanche con acque lente o ferme, da "spiaggioni" costituiti principalmente da aperte distese di sabbia, da aree incolte, da residui di boschi ripariali costituiti principalmente da salice bianco e pioppo ibrido, da impianti di arboricoltura a ibridi di pioppo e altre latifoglie.

Per quanto riguarda l'attuale struttura del ponte e la relativa permeabilità per la fauna terrestre, va evidenziato che in sponda sinistra la sezione utile risulta estremamente ridotta ma ben permeabile in quanto non è infatti gravata da alcuna forma di disturbo. Appena oltre l'argine maestro l'attuale viabilità crea invece una evidente barriera deframmentata solo dal sottopasso della viabilità locale. Diversa invece la situazione in sponda destra dove la sezione della golena è ampia e l'impalcato del viadotto rende perfettamente permeabile la zona; tuttavia sono proprio i fattori di disturbo a comprometterne in parte la funzionalità, ovvero il piccolo nucleo residenziale-fruitivo e l'area di lavorazione inerti che indirizzano la permeabilità verso una stretta fascia a ridosso della scarpata del fiume. L' immagine successiva evidenzia quanto descritto.

FIGURA 5-7 VARCHI DI PERMEABILITA' FAUNISTICA DEL PONTE

5.3.3. Ecosistemi

La definizione degli ecosistemi a livello locale viene effettuata mediante la presentazione di alcuni degli elaborati afferenti al Piano di Gestione del Sito Natura 2000 cui appartiene in parte l'ambito di intervento.

La carta delle emergenze naturali non evidenzia situazioni particolari per l'area direttamente interessata dall'intervento e per le immediate vicinanze.

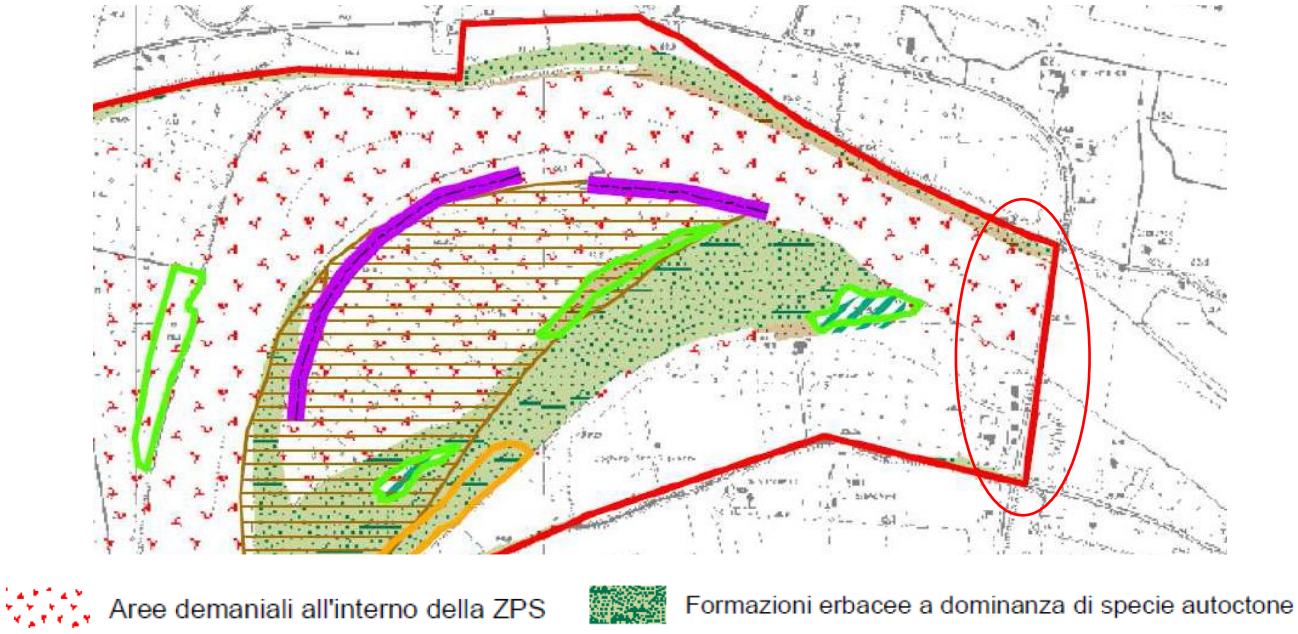


FIGURA 5-8 STRALCIO DELLA CARTA DELLA EMERGENZE NATURALI DEL PIANO DI GESTIONE DELLA ZPS

Analoga la situazione proposta dalla carta degli Habitat, che evidenzia, in prossimità del ponte , l'assenza di formazioni significative riconducibili ad habitat di interesse comunitario. L'habitat più prossimo al ponte (circa 300 metri a monte) è un limitato lembo dell'habitat 91E0 (Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior – Alno Padion - Alnio incanae-Salicion Albae* di circa 1 ha di superficie) per il quale il piano di gestione indica uno scarso stato di conservazione.

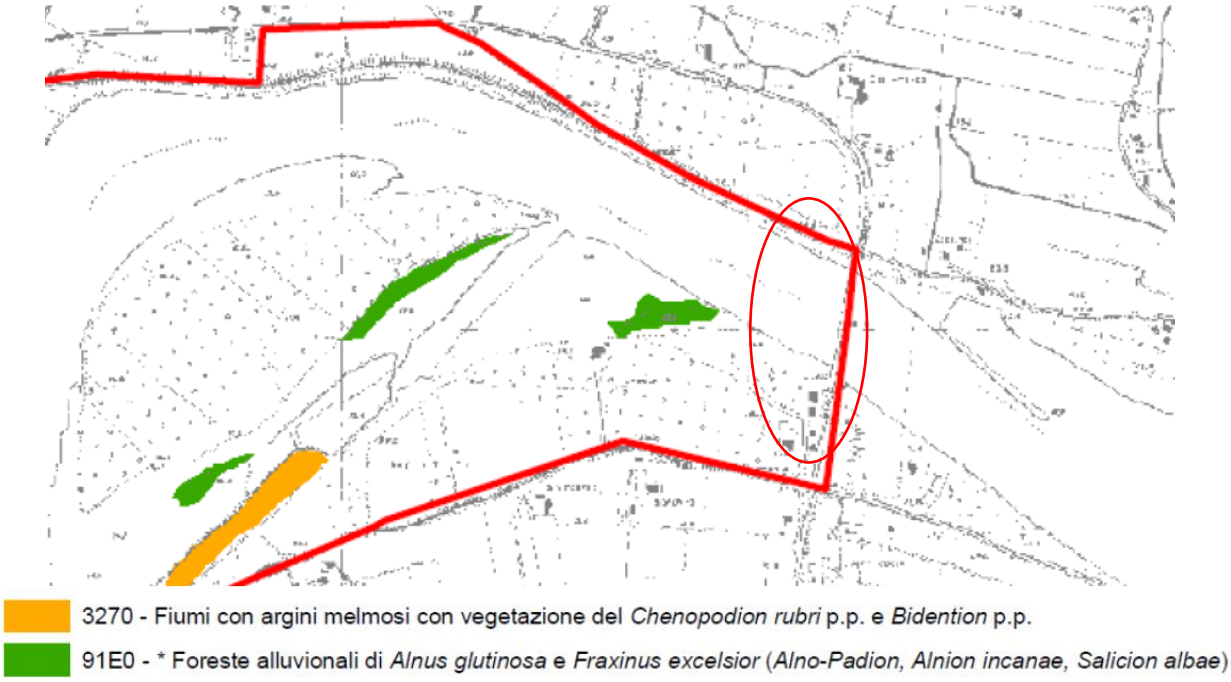


FIGURA 5-9 STRALCIO DELLA CARTA DEGLI HABITAT DEL PIANO DI GESTIONE DELLA ZPS

Il disegno della Rete Ecologica Provinciale, in ambito locale, riprende i caratteri della Rete Ecologica Regionale (RER) ed identifica l'intera asta fluviale, con tutta la sua golena come corridoio di primo livello, al quale si aggiungono ampie aree extra golenali come corridoi di secondo livello.

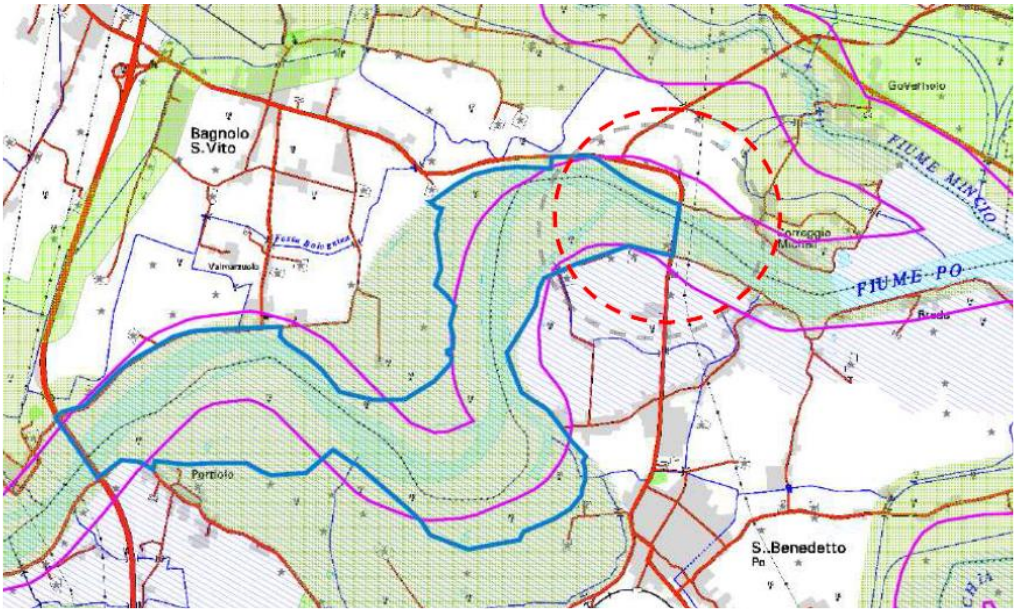


FIGURA 5-10 STRALCIO DELLA RETE ECOLOGICA PROVINCIALE CON INDICATO IN BLU IL CORRIDOIO DI PRIMO LIVELLO RAPPRESENTATO DALLA GOLENA DEL PO

6. SINTESI DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE

Il Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs n. 163/06, D.P.R. n. 207/2010, prevede che nell'ambito del progetto definitivo dell'intervento, ove non previsto dalla normativa vigente lo Studio di Impatto Ambientale, venga predisposto uno **Studio di Fattibilità Ambientale** che, ai sensi dell'art. 27 del suddetto D.P.R. *tenendo conto delle elaborazioni a base del progetto definitivo, approfondisce e verifica le analisi sviluppate nella fase di redazione del progetto preliminare, ed analizza e determina le misure atte a ridurre o compensare gli effetti dell'intervento sull'ambiente e sulla salute, ed a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale avuto riguardo agli esiti delle indagini tecniche, alle caratteristiche dell'ambiente interessato dall'intervento in fase di cantiere e di esercizio, alla natura delle attività e lavorazioni necessarie all'esecuzione dell'intervento, e all'esistenza di vincoli sulle aree interessate.*

Lo Studio di Fattibilità Ambientale, sviluppato nel progetto definitivo e approfondito nel presente progetto esecutivo quindi, oltre a verificare la compatibilità dei lavori con le prescrizioni, la pianificazione ed il regime vincolistico esistenti, studia i prevedibili effetti che l'intervento potrà avere sull'ambiente sia in fase di cantiere che in fase di esercizio e definisce le misure atte a ridurre gli effetti negativi nell'ottica di migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale esistente.

Gli elaborati predisposti fanno parte della Sezione 06 del Progetto Esecutivo che, oltre alla relazione descrittiva (0236E_02060001) alla quale si rimanda per tutti gli opportuni approfondimenti, comprende una serie di tavole sia di inquadramento cartografico sia di tipo progettuale oltre a dettagliate simulazioni fotografiche.

Per ottemperare al quadro normativo sopra descritto, la relazione dello Studio di Fattibilità Ambientale è stata sviluppata mediante:

- la descrizione della proposta progettuale, mirata in particolar modo alla valutazione degli effetti complessivi in termini di inserimento paesaggistico dell'opera;
- la descrizione della fase di cantierizzazione necessaria per l'individuazione degli impatti potenziali sulle varie componenti ambientali provocati dalle varie lavorazioni;
- l'analisi dei piani regionali, provinciali e comunali al fine di evidenziare eventuali situazioni di non coerenza/incompatibilità e verifica di tutti i vincoli ambientali che insistono sulla zona interessata dal progetto e dalla cantierizzazione;
- l'analisi dello stato di fatto delle varie componenti ambientali;
- la descrizione degli impatti sulle diverse componenti e la definizione dei rispettivi interventi di mitigazione e di inserimento paesaggistico-ambientale.

In merito alla presenza della Zona di Protezione Speciale appartenente alla Rete Natura 2000 denominato "Viadana Portiolo San Benedetto Po Ostiglia" (IT20B0501), il progetto preliminare è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza con esito positivo (ovvero di assenza di possibilità di arrecare una significativa incidenza negativa) ferme restando alcune prescrizioni che sono state ottemperate per quanto possibile in fase di progettazione definitiva. E' stato pertanto prodotto un documento di aggiornamento dello Studio di Incidenza originario (elaborato 0229_D01090001A), con la specifica finalità di:

- Proporre una sintesi analitica delle modifiche/migliorie introdotte dal progetto definitivo al fine di consentire l'espressione del parere dell'Ente gestore del sito Natura 2000 circa la necessità di sviluppare o meno uno nuovo e specifico Studio di Incidenza;

- Evidenziare puntualmente il recepimento, all'interno del progetto definitivo, delle prescrizioni vincolanti contenute nella Valutazione di Incidenza acquisita.

L'iter progettuale precedente ha comunque portato, nella seduta conclusiva di conferenza dei servizi del 25-07-2016, al parere positivo espresso dai vari enti ed in particolare del Settore Ambiente della Provincia di Mantova che ha espresso, nel documento finale emesso "di ritenere non sia necessario sottoporre il progetto definitivo a specifico studio di incidenza".

7. AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO PER LA VALUTAZIONE D'INCIDENZA

In base all'articolo 6 della Direttiva 92/43/CEE denominata "Direttiva Habitat", la Valutazione di Incidenza è il procedimento di carattere preventivo al quale è necessario sottoporre qualsiasi piano o progetto che possa avere incidenze significative su un sito o proposto sito della Rete Natura 2000, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti e tenuto conto degli obiettivi di conservazione del sito stesso. Questo procedimento si applica agli interventi che ricadono in tutto o in parte all'interno delle aree Natura 2000 e a quelli che, pur sviluppandosi all'esterno, possono comportare ripercussioni sullo stato di conservazione dei valori naturali tutelati nel sito.

In considerazione del fatto che il progetto in esame riguarda il ponte sul fiume Po, nei comuni di Bagnolo San Vito e San Benedetto Po, elemento fisico individuato come confine della Zona di Protezione Speciale IT20B0501 "Viadana, Portiolo, San Benedetto Po e Ostiglia" lo stesso progetto preliminare è stato sottoposto a procedura di Valutazione di Incidenza.

Con Decreto della Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo sostenibile di Regione Lombardia n° 8939 del 30.09.2014 è stata acquisita Valutazione di Incidenza positiva, ovvero assenza di possibilità di arrecare una significativa incidenza negativa sull'integrità del sito Natura 2000 interessato, con prescrizioni.

In particolare la struttura del Decreto citato prevedeva anzitutto una presa d'atto dei principali aspetti di cantierizzazione del progetto preliminare e delle soluzioni mitigative e di inserimento paesaggistico ed ambientale, sviluppati in coerenza con il Piano di Gestione del sito Natura 2000 approvato con DCP di Mantova n° 16 del 30.03.2011, elementi sulla base dei quali è stata appunto espressa Valutazione positiva, infine evidenziava alcuni aspetti prescrittivi da recepirsi nell'ambito delle successive fasi progettuali.

A tal riguardo, il Decreto citato prescriveva: *Eventuali modifiche alle previsioni di progetto e alle relative modalità di realizzazione proposte nelle successive fasi progettuali dovranno essere sottoposte all'Ente gestore della ZPS IT20B0501 "Viadana, Portiolo, San Benedetto Po e Ostiglia"* (Provincia di Mantova n.d.r.), *al fine di verificare se le stesse debbano essere nuovamente sottoposte a specifico Studio di Incidenza*.

Per tali ragioni tra gli elaborati del progetto definitivo è stato prodotto anche l'aggiornamento dello Studio di Incidenza originario, (elaborato 0229D_01090001) con la specifica finalità di:

- Proporre una sintesi analitica delle modifiche introdotte dal progetto definitivo al fine di consentire l'espressione del parere dell'Ente gestore del sito Natura 2000 circa la necessità di sviluppare o meno uno nuovo e specifico Studio di Incidenza;
- Evidenziare puntualmente il recepimento, all'interno del progetto definitivo, delle prescrizioni vincolanti contenute nella Valutazione di Incidenza acquisita.

Come già in precedenza evidenziato l'ente gestore della ZPS ha provveduto, in sede di conferenza servizi di approvazione del progetto definitivo, ad esprimere specifico parere motivato di "non ritenendo necessario sottoporre il progetto definitivo a nuovo ed ulteriore studio di incidenza".

8. RELAZIONE PAESAGGISTICA

L'ambito progettuale in esame risulta essere assoggettato a tutela paesistica in quanto interferente con il fiume Po, vincolato ai sensi dell'art.142 del D.lgs 42/2004 e ss.mm.ii.. In funzione di tale condizione è fatto obbligo ai sensi del D.Lgs 42/2004 e ss. mm. ii. "Codice dei Beni culturali" della redazione di apposita Relazione Paesaggistica, con i contenuti del DPCM 12/12/2005, per l'ottenimento dell'autorizzazione paesaggistica.

Si specifica dunque che tra gli elaborati di progetto presentati è stata predisposta opportuna "Relazione Paesaggistica" al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione sopracitata (elaborato 0229D_01100001- Relazione).

In particolare, per quanto concerne la valutazione dell'impatto paesistico è stata utilizzata la metodologia prevista dalla DGR della Regione Lombardia n.7/11045 del 8/11/2002 "Linee guida per l'esame paesistico dei progetti" legata in primo luogo alla *sensibilità* del sito e quindi all'*incidenza* del progetto proposto.

Sebbene la valutazione dell'impatto paesistico effettuato mediante la metodologia proposta dalla DGR Lombardia risulti *sopra la soglia di rilevanza* ma comunque *sotto la soglia di tolleranza,* risulta evidente in termini generali che le scelte operate dal progetto definitivo porteranno alla configurazione di un'opera infrastrutturale capace di inserirsi coerentemente nel contesto paesaggistico di riferimento, con particolare attenzione agli aspetti legati al linguaggio ed allo stile architettonico. Il nuovo ponte rappresenterà un elemento del paesaggio antropico percepibile da molte porzioni del territorio di riferimento, soprattutto in virtù della configurazione progettuale specifica che prevede la presenza di due archi superiori.

Non vi sarà alcuna compromissione della percezione del valore simbolico dell'ambito e del paesaggio circostante, anzi, le scelte stilistiche ed architettoniche operate, integrate tra di loro, consentono di traguardare un'opera capace di inserirsi armonicamente nel paesaggio e diventare quindi essa stessa un elemento fortemente caratterizzante il territorio e riconoscibile quale peculiarità del paesaggio antropico di contesto.

La nuova struttura del ponte, caratterizzata dalla reinterpretazione di alcune geometrie e la ridefinizione compositiva di particolari elementi, permette di configurare un'opera infrastrutturale dal disegno pulito, eliminando il rischio a livello percettivo di una certa rigidità architettonica e strutturale.

Inoltre il raccordo degli itinerari ciclabili esistenti su sponda idrografica sinistra e destra, attraverso la realizzazione di due piste ciclopedonali su entrambi i lati del ponte, e la riqualificazione di tipo naturalistico prevista su tutta l'area golenale interessata dagli interventi, implementerà la fruibilità del territorio, contribuendo a determinare nel complesso un impatto paesaggistico positivo dell'opera.

Gli sviluppi del progetto esecutivo ricalcano completamente le prescrizioni dei due precedenti livelli progettuali e quindi risultano ottemperare in pieno tutte le prescrizioni degli enti coinvolti nel processo autorizzativo.

ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Il presente capitolo intende fornire un inquadramento sugli aspetti geologici ed idrogeologici dell'area oggetto di studio.

9. ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Il presente capitolo intende fornire un inquadramento sugli aspetti geologici ed idrogeologici dell'area oggetto di studio.

9.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

9.1.1. Inquadramento strutturale e neotettonica

Il territorio oggetto di studio è ubicato tra i comuni di Bagnolo San Vito e di San Benedetto Po e appartiene al settore nord orientale della Pianura Padana. L'evoluzione geologica dell'area risulta connessa allo sviluppo della catena alpina prima e di quella appenninica nella fase successiva, costituendo l'avanfossa di entrambi i sistemi. Le catene montuose delle Alpi e degli Appennini, sollevandosi per le spinte tettoniche che le hanno generate, hanno progressivamente allontanato il mare dall'antico golfo padano. Questo braccio di mare, oggi scomparso, si è riempito di sedimenti portati dai fiumi (le "alluvioni") a partire da circa 600.000 anni fa fino a formare la pianura alluvionale.

In tempi più recenti, la strutturazione fisica e paesaggistica del territorio indagato ha perciò seguito le sorti del bacino padano, nel corso della sua storia evolutiva in quanto la gran parte dei sedimenti che affiorano sulla superficie della Pianura Padana sono recenti (età olocenica, meno di 10.000 anni), molti dei quali si sono depositati negli ultimi duemila anni (dopo la caduta dell'Impero Romano). Essi derivano dalla complessa relazione fra il fiume Po, a nord, i fiumi appenninici, a sud e il Mare Adriatico, a est. Per questo motivo la Pianura Padana contiene una grande varietà di depositi comprendenti: le conoidi e le piane alluvionali dei fiumi appenninici, la piana a meandri del Po, la piana costiera, il delta e le fronti deltizie, ecc.

Durante la "Fase Toscana" (Miocene), posteriormente alla collisione continentale tra le placche Corso – Sarda ed Adriatica (Eocene medio), si venne a delineare, a nord e ad est degli accavallamenti e duplicazioni crostali in corso di strutturazione, relativi alla formazione della neo catena Appenninica, il bacino padano – adriatico.

In origine costituiva un grande golfo (propaggine occidentale del Mare Adriatico), limitato a nord dalle Alpi, a sud-ovest dagli Appennini e a nord-est dalle Dinaridi (Catena montuosa della Jugoslavia). Esso era gradualmente ridotto dalla traslazione verso nord/nord-est dalle falde di ricoprimento tettonico dell'Appennino settentrionale.

Il regime compressivo, instaurato dalle interazioni tra le placche Corso – Sarda ed Adriatica (attivo dal Cretaceo ai giorni nostri), comportò in direzione nord-est, un notevole raccorciamento del bacino padano attraverso la deformazione del basamento cristallino, della copertura sedimentaria mesomiocenica e dei terreni in corso di sedimentazione. L'acme deformativo si manifestò principalmente dal Miocene inferiore medio al Pliocene inferiore.

Nell'era quaternaria il regime compressivo si esaurì in modo significativo consentendo ai corsi d'acqua alpini ed appenninici di colmare il bacino padano conferendo l'attuale assetto e morfologia.

Il riempimento del bacino marino ed il passaggio alla sedimentazione continentale è il risultato di eventi tettonico-sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e attività ridotta delle strutture compressive.

Durante ogni evento tettonico regionale si assiste al sollevamento dei margini del bacino (soprattutto del margine meridionale, appenninico) e, contemporaneamente, allo spostamento della massima subsidenza differenziale sul fronte di un arco strutturale più avanzato.

Concluso l'evento tettonico, si instaura un regime di subsidenza generalizzato che porta all'ampliamento delle aree deposizionali sui margini del bacino.

All'interno del bacino perisuturale padano in neoformazione possono essere distinte le seguenti classi di sistemi deposizionali:

1. - piana alluvionale ad alimentazione assiale (paleo-Po);
2. - conoide alluvionale e piana alluvionale ad alimentazione alpina e appenninica;
3. - delta ad alimentazione assiale (paleo-Po), alpina e appenninica;
4. - delta conoide alpino e appenninico;
5. - piana costiera;
6. - piattaforma sommersa;
7. - scarpata sottomarina;
8. - piana bacinale.

9.1.2. Litologia e lineamenti geomorfologici

Il territorio oggetto di studio ricade nella Bassa Pianura mantovana, zona in cui le principali forme sono legate a processi dovuti all'azione delle acque superficiali, ovvero ai fenomeni di erosione deposito e trasporto dei corsi d'acqua, in particolare da parte del fiume Po.

L'area di interesse è inserita nell'unità morfologico-deposizionale della "Piana a meandri del F. Po". E' noto infatti che in tempi storici il Po ha subito un progressivo spostamento da sud, verso nord, per cause prevalentemente tettoniche.

Nel complesso il territorio si presenta come una pianura monotona. Le morfologie naturali, che in zona si sviluppano a piccola scala, conferiscono all'area un aspetto debolmente ondulato, movimentato da forme allungate talora convesse e talora concave.

Sempre sotto il profilo morfologico l'area in esame è da considerarsi integralmente antropizzata. Infatti, nei secoli, la comunità umana ha compiuto continue modifiche al territorio per renderlo compatibile all'insediamento e all'utilizzo agricolo.

L'aspetto più evidente di tale attività è la presenza di argini artificiali a fianco dei corsi d'acqua. Detti argini, per le aree di pianura extragolenali, hanno provocato una sorta di congelamento dello stato di fatto morfologico antecedente la loro realizzazione (con eccezione di quanto possa derivare dall'attività antropica), mentre l'attività morfodinamica fluviale resta attiva all'interno delle golene.

Le diverse forme naturali rilevate nel territorio in esame appaiono strettamente correlate alle caratteristiche litologiche dei depositi che le costituiscono; tanto che, si può parlare di vere e proprie unità morfo-litologiche.

Le tracce di argini prossimali e di ventagli di rotta dei percorsi fluviali, attuali e antichi, sono associabili ai depositi più grossolani, prevalentemente sabbiosi. Allontanandosi da essi si individuano sedimenti sempre più fini: a dominanza limosa, in corrispondenza degli argini distali, e argillosa nelle aree interfluviali.

I fattori di rischio, che interessano il territorio dei due comuni mantovani, sono legati alle condizioni idrauliche della rete idrica superficiale e all'attività geodinamica caratterizzata da una generalizzata subsidenza.

Essendo le aree esaminate di pianura non sussistono situazioni di dissesto.

9.1.3. Litologia superficiale

Tra i comuni di San Benedetto Po e Bagnolo San Vito, nell'area deputata alla sistemazione del nuovo viadotto si rinvengono molti dei depositi sopracitati. La figura sottostante, estratta dall'elaborato 0236E_01040003A Carta Geomorfologica, riporta molteplici depositi sedimentari di chiara origine fluviale aventi composizione e sviluppo in carta fortemente dipendenti dagli aspetto geologico-evolutivi e dinamico-deposizionali che hanno caratterizzato i corsi d'acqua limitrofi, nella fattispecie il fiume Po, negli ultimi millenni. L'attuale assetto geologico dei terreni indagati è il risultato dell'effetto combinato di diversi fenomeni, ognuno dei quali, a scale differenti e con tempistiche peculiari, ha profondamente influenzato l'evoluzione del territorio padano. Lente deformazioni tettoniche, alterne vicende climatiche di varia intensità e intensi interinterventi antropici che si sono imposti negli ultimi millenni sono solo alcune delle innumerevoli cause di queste profonde modificazioni. I depositi che contraddistinguono il paesaggio dei territori comunali di San Benedetto Po e Bagnolo San Vito appartengono alla Litozona Ghiaioso-sabbiosa superiore come testimoniano la cartografia e i risultati delle campagne geognostiche 2013 e 2014. Nell'area di studio prevalgono depositi costituiti da sabbie prevalentemente fini, variamente limose o argillose e spesso fortemente antropizzate.

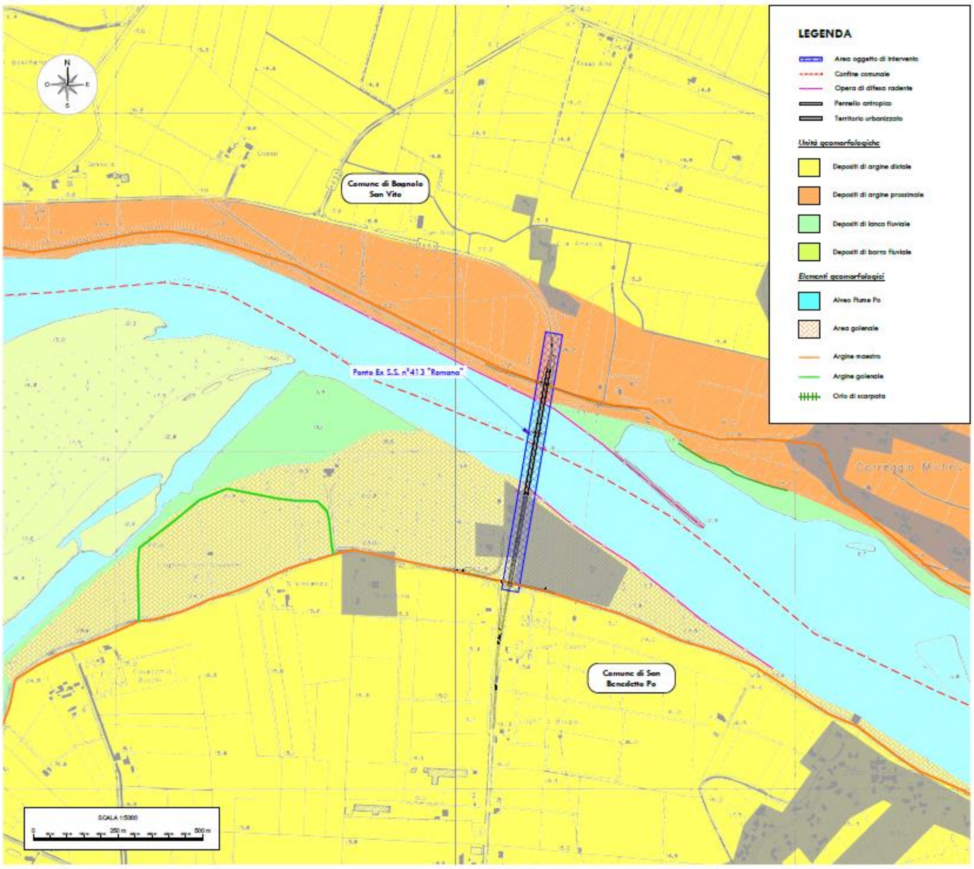


FIGURA 9-1: CARTA GEOMORFOLOGICA

9.2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La pianura lombarda, in cui ricade il territorio oggetto di studio, rappresenta una delle maggiori riserve idriche europee. Infatti, la struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla presenza di potenti livelli acquiferi sfruttabili, in particolare, nella media e nella bassa pianura.

Secondo la ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, facendo riferimento alle caratteristiche di permeabilità dei litotipi e alla loro disposizione geometrica, vengono identificati i seguenti complessi acquiferi principali:

Acquifero tradizionale: è l'acquifero superiore, comunemente sfruttato dai pozzi pubblici. La base di tale acquifero è generalmente definita dai depositi superficiali Villafranchiani (Pleistocene Inferiore).

A partire dalla media pianura esso risulta suddiviso, da un livello poco permeabile di spessore variabile, comunque, in aumento verso la bassa pianura, in un acquifero superficiale generalmente freatico e nel sottostante acquifero tradizionale s.s., semiconfinato.

Acquifero profondo: è costituito dai livelli permeabili presenti all'interno dei depositi continentali del Pleistocene inferiore ed è a sua volta suddiviso in quattro corpi acquiferi minori (acquifero multistrato), separati da banchi argillosi anche molto spessi e continui.

9.2.1. Assetto strutturale degli acquiferi nell'area di studio

In riferimento a quanto desunto dai tecnici del Servizio cartografico e geologico della Regione Lombardia e da ENI-AGIP il sottosuolo del bacino padano, nel settore in esame, è suddivisibile in quattro Unita Idrostratigrafiche (Maxley, 1964), definite come Gruppi Acquifero A, B, C e D.

La differenziazione si basa sulle caratteristiche stratigrafico deposizionali dei sedimenti terrigeni, marini (Qm) e continentali (Qc) del quaternario, che hanno colmato il bacino padano. Analogamente alla successione stratigrafica sono possibili le seguenti associazioni:

- Gruppo acquifero A: ricalca la Litozona Ghiaioso-sabbiosa Superiore;
- Gruppo acquifero B: ricalca la Litozona Ghiaioso-sabbiosa Inferiore;
- Gruppo acquifero C: ricalca Litozona Sabbioso-argillosa Superiore.
- Gruppo acquifero D: ricalca la Litozona Sabbioso-argillosa Inferiore.

In relazione all'assetto strutturale dei gruppi di acquiferi che caratterizzano il bacino idrografico della pianura emiliana romagnola e bassa mantovana, gli acquiferi del gruppo A, sono quelli sfruttati dalle varie utenze nei territori in esame.

Nel territorio indagato, il Gruppo Acquifero A presenta una superficie basale impermeabile ad una profondità variabile di circa 200 m da piano campagna. Lo spessore cumulativo dei livelli poroso-permeabili risulta generalmente compreso tra 60 e 120 m.

Questi acquiferi, sono costituiti da spesse bancate di sabbie con locali intercalazioni lentiformi di argille, limi e sabbie ghiaiose. Esse si estendono parallelamente all'asse fluviale del Fiume Po per una fascia di qualche chilometro configurando un acquifero multistrato.

Le litologie più frequenti sono le sabbie a diversa granulometria, i limi sabbiosi e le sabbie limose, intercalate da corpi lentiformi, di terreni argillosi e tendenzialmente argillosi; a vari livelli nel sottosuolo s'insinuano altri corpi lentiformi di sabbie grossolane, contenenti ghiaia in percentuale variabile sia lateralmente che verticalmente.

Il regime idrico sotterraneo è tipicamente caratterizzato da falde freatiche e semi-confinate negli acquiferi superficiali e falde confinate in quelli profondi. In particolare nell'orizzonte acquifero superficiale le falde presenti sono di tipo "freatico" o "a pelo libero" in tutte quelle aree in cui risultano affioranti e/o subaffioranti i depositi sabbiosi, ma diventano di tipo "semiconfinato", dove si ritrovano in superficie suoli a bassa permeabilità e cospicuo spessore.

L'unità idrogeologica del sistema fluvio-deltizio del Fiume Po risulta completamente satura fino a circa il piano campagna. L'alimentazione è garantita dalle infiltrazioni nel terreno delle piogge efficaci e dalla filtrazione in subalveo dei corsi d'acqua.

Al di sotto della barriera di permeabilità regionale, si rinvengono i gruppi più profondi. Va però segnalato che, già il Gruppo Acquifero B non risulta ovunque saturo di acqua dolce per tutto il suo spessore, in quanto, alle maggiori profondità, sono presenti delle acque salmastre.

Con riferimento alla ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, si può invece affermare che, per quanto concerne la zona in esame, l'acquifero utile è solo quello tradizionale in quanto quelli profondi risultano occupati da acque salate.

9.2.2. Permeabilità dei depositi superficiali

La determinazione della permeabilità dei depositi superficiali fornisce le informazioni necessarie alla quantificazione dei meccanismi di ricarica legati all'infiltrazione delle acque meteoriche, nonché alla valutazione del grado di protezione degli acquiferi superficiali.

Poiché la definizione delle caratteristiche idrogeologiche è strettamente collegata alla granulometria dei terreni, la Carta Idrogeologica (elaborato 0236E_01040007A), è stata redatta con criterio idrolitologico, cioè, alle classi litologiche definite nella carta della litologia di superficie è stato attribuito un determinato valore di conducibilità idraulica.

Tre solo le classi di permeabilità riferite ai litotipi superficiali: depositi ad elevata permeabilità, depositi a permeabilità media e depositi a bassa permeabilità.

9.2.3. Dinamica delle acque sotterranee

Nella zona in esame, i corpi geologici che costituiscono l'acquifero più superficiale sono costituiti da sedimenti prevalentemente sabbiosi d'origine alluvionale. Essi costituiscono un'unità idrostratigrafica idraulicamente separata, almeno per buona parte della sua estensione, da quelle sottostanti, grazie alla presenza di un acquitardo costituito da depositi a bassa permeabilità.

All'interno del serbatoio idrico, i livelli sabbiosi risultano discretamente amalgamati tra di loro, per cui il comportamento idraulico del flusso idrico sotterraneo risulta abbastanza omogeneo dalla base fino al tetto, ove l'acquifero risulta variamente compartimentato: infatti, la falda in esso ospitata risulta, generalmente, in pressione sul livello fondamentale della pianura, mentre diviene a pelo libero sui terrazzi in prossimità dei corsi d'acqua.

I gradienti della superfici piezometriche sono molto bassi: nell'ordine dello 1 ‰ nell'acquifero più superficiale. Il flusso sotterraneo è generalmente diretto da ovest verso est, con eccezione di alcune zone ove si risente di fenomeni locali.

I monitoraggi hanno evidenziato che, nell'ambito del territorio in esame, il livello della falda più superficiale raggiunge le massime quote sul livello del mare nel corso dei mesi maggio-giugno, mentre il periodo di magra è riferibile ai mesi dicembre-gennaio.

I regimi piezometrici risultano generalmente poco correlabili sia con quelli idrometrici che con quelli pluviometrici; fatto che induce a ritenere che l'alimentazione dell'intera unità idrogeologica sia da ricondurre principalmente agli apporti idrici forniti dai corpi acquiferi sotterranei dell'Alta Pianura. Normalmente, nei periodi di abbassamento e di stazionarietà prolungata delle quote idrometriche, il fiume rappresenta un'asse di drenaggio: i livelli freatici sono costantemente ad una quota superiore ai livelli idrometrici, per cui si ha un flusso dalla falda al fiume. Viceversa, in occasione degli eventi di piena, si assiste all'inversione del flusso: infatti, all'innalzamento dei livelli idrometrici corrispondono, a causa della perdita di carico indotta dalla filtrazione nelle sabbie, incrementi dei livelli freatici di ampiezza minore e sfasati nel tempo, in funzione della distanza dal corso d'acqua.

Nella carta geologica di progetto è raffigurato l'assetto della prima falda, mediante rappresentazione di curve isopieze ad ugual livello statico, derivate dagli studi idrogeologici a corredo dei PGT di Bagnolo san Vito e San Benedetto. L'andamento delle isopieze evidenzia, in accordo con le caratteristiche generali dell'unità idrogeologica del sistema Po, un flusso prevalente da Ovest verso Est.

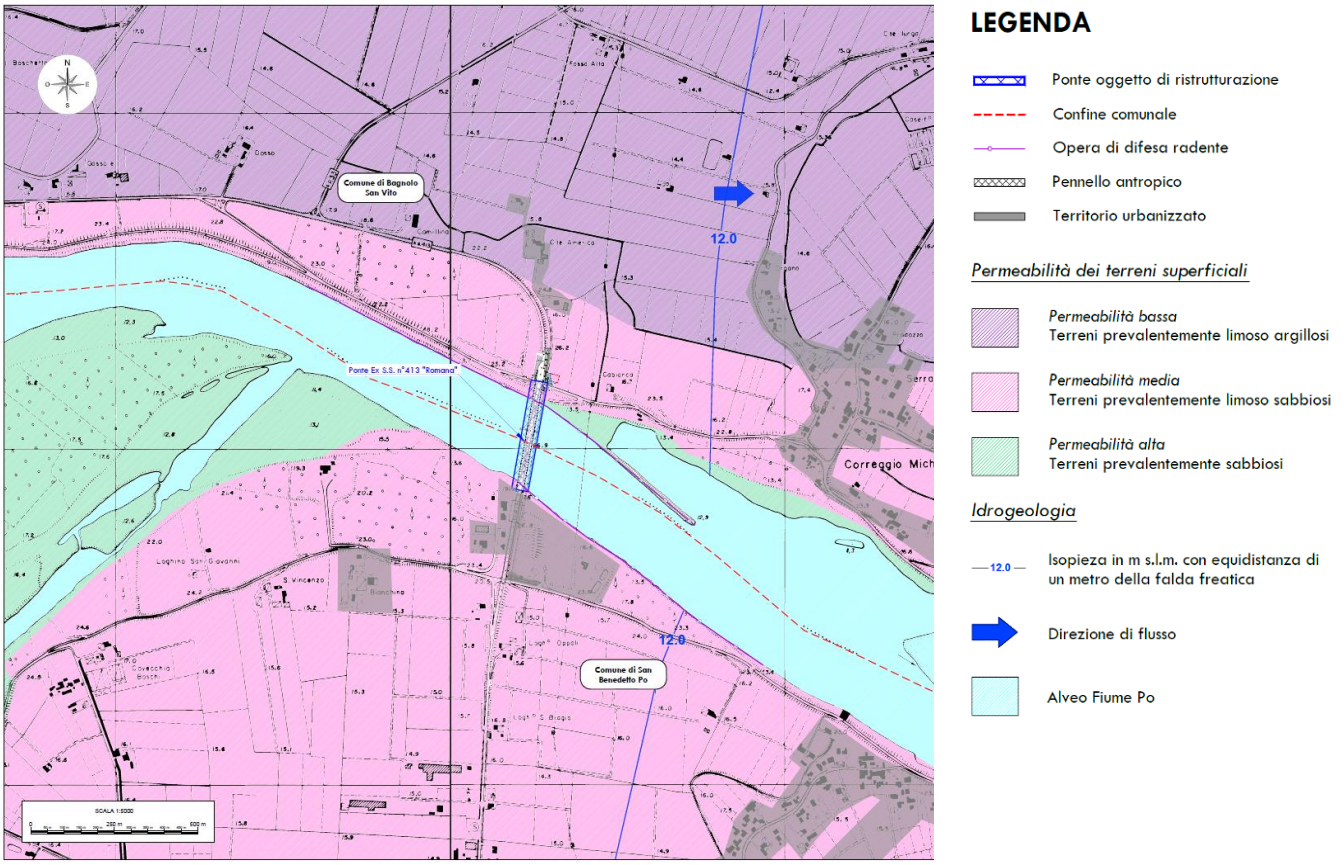


FIGURA 9-2: CARTA IDROGEOLOGICA

La vulnerabilità naturale degli acquiferi all'inquinamento rappresenta un indicatore ambientale di suscettibilità delle falde idriche al carico antropico esistente. I territori in questione sono suddivisibili in classi di vulnerabilità sulla base della metodologia proposta dal GNDCI-CNR (AA.VV. 1996) che indica 5 diversi gradi di suscettibilità all'inquinamento (basso, medio, alto, elevato, estremamente elevato), sulla base delle possibili combinazioni tra i seguenti fattori geologici ed idrogeologici: litologia superficiale; profondità delle ghiaie; caratteristiche strutturali degli acquiferi.

Nell'ambito del territorio di San Benedetto Po sono stati individuati 4 differenti gradi di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: Elevato, Alto, Medio, Basso.

10. ASPETTI GEOTECNICI E SISMICI

Il presente capitolo intende fornire un inquadramento sugli aspetti geotecnici e sismici dell'area oggetto di studio.

10.1. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

I parametri geotecnici caratteristici dell'area di studio sono stati indagati attraverso analisi di laboratorio e indagini in situ diffusamente commentate nell'elaborato 0236E_01040008A Relazione Geotecnica Generale. Di seguito si elencano le indagini geognostiche eseguite durante le varie fasi progettuali.

Nel mese di Gennaio 2013 si è provveduto alla realizzare una campagna d'indagine geognostica per la progettazione preliminare, seguita da un'integrazione datata Luglio 2014.

La prima campagna d'indagine è costituita da:

- n.3 sondaggi a carotaggio continuo e mirata alla descrizione e parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere (esecuzione di prove PP e VT) e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati da sottoporre a prove di laboratorio; per un totale di 130 m indagati in continuo. Durante la perforazione sono state eseguite in avanzamento n.37 prove SPT
- n.2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica, piezocono e sismocono tipo SCPTU spinte alle profondità di 40 m circa per un totale di 85 m circa indagati. Durante l'esecuzione di queste indagini si è provveduto all'esecuzione di n.2 prove (una per foro) di prospezione sismica tipo Down-Hole per la determinazione del parametro caratteristico per la classificazione sismica dei suoli, la Vs_{30}
- N.2 sondaggi a distruzione di nucleo spinti alla profondità di 30 m circa da fondo alveo ognuno, per un totale di 61 m circa indagati. Durante la perforazione, ogni 1.5 m circa, è stata eseguita una prova SPT.

In totale la lunghezza di perforazione dei sondaggi ammonta a circa 270 m, sono stati prelevati n.90 campioni per la massima parte disturbati e provenienti da SPT. In affiancamento è stata realizzata una campagna geofisica con l'esecuzione di n. 2 indagini geofisiche in sito tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (Horizzontal to Vertical Spectral Ratio) sulla base dei segnali registrati mediante un tromografo digitale.

La seconda campagna d'indagine risulta costituita da:

- n.3 sondaggi geognostici, due dei quali a carotaggio continuo dai 50 m fino a fondo foro (in precedenza a distruzione di nucleo) e il rimanente totalmente a carotaggi continuo, ubicati nelle vicinanze dei corrispettivi eseguiti nella precedente campagna e portati a profondità variabili tra i 64 m e i 90 m. Durante l'esecuzione di queste indagini si è provveduto alla descrizione e parametrizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere (esecuzione di prove PP e VT) e al prelievo di campioni indisturbati e da sottoporre a prove di laboratorio.

Durante entrambe le campagne sono state eseguite prove di laboratorio con determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche delle litologie presenti, quali granulometrie, limiti di liquidità e plasticità, prove di taglio diretto (tipo CD), prove edometriche, prove triassiali (tipo CU, CD e ciclica), prove di colonna risonante. Queste prove sono state eseguite secondo gli standards internazionali riconosciuti dai capitolati d'appalto.

10.1.1. Modello geotecnico

Attraverso l'interpretazione delle prove di laboratorio eseguite e di tutti i dati (dinamici e/o sismici) disponibili si sono potute individuare nell'area di studio le seguenti unità geotecniche:

- LITOTIPO A: terreno vegetale/suolo agrario;
- LITOTIPO B: Argilla/Limo consistente;
- LITOTIPO C: Limo sabbioso;
- LITOTIPO D: Sabbia:
  - LITOTIPO D1: Sabbia addensata;
  - LITOTIPO D2: sabbia addensata-molto addensata;
  - LITOTIPO D3 sabbia molto addensata.

LITOTIPO A: terreno vegetale e suolo agrario

Il territorio in esame risulta interessato da estese coperture di origine antropica, frutto di decenni di rimaneggiamento superficiale per l'edificazione e l'agricoltura. Lo spessore dei riporti è mediamente < 1m. Si tratta di materiale eterogeneo, che va dai frammenti litoidi ai laterizi, in genere in matrice sabbiosa o limosa. Visto lo spessore esiguo di queste coperture in relazione alle dimensioni delle opere di progetto, non sono state eseguite prove geotecniche su questi terreni

LITOTIPO B: argilla e limo consistente

Questi depositi sono costituiti da granulometrie fini (limi) a comportamento coesivo. Dal punto di vista granulometrico si è in presenza di litologie con % di limo e argilla superiori al 90% e % di sabbie e ghiaie che non superano mai il 15%.

LITOTIPO C: limi sabbioso

Questi depositi sono costituiti prevalentemente da limo con percentuali di sabbia maggiori rispetto all'orizzonte A, che superano sempre il 25% con punte che si aggirano attorno al 50%.

LITOTIPO D: sabbie da debolmente limose a limose

Questi depositi sono i più sviluppati nel sottosuolo indagati, estendendosi da piano campagna fino a oltre 90 m di profondità. Dal punto di vista granulometrico, la percentuale di ghiaia e sabbia supera il 65%, con valore medio che si attesta attorno al 75%. L'orizzonte in questione è stato suddiviso in tre sotto orizzonti denominati D1, D2, D3 in base al valore di N_{spt} (Resistenza alla penetrazione nel terreno) calcolato (D1 con $N_{spt} < 30$; D2 con $30 < N_{spt} < 60$; D3 con $N_{spt} > 60$).

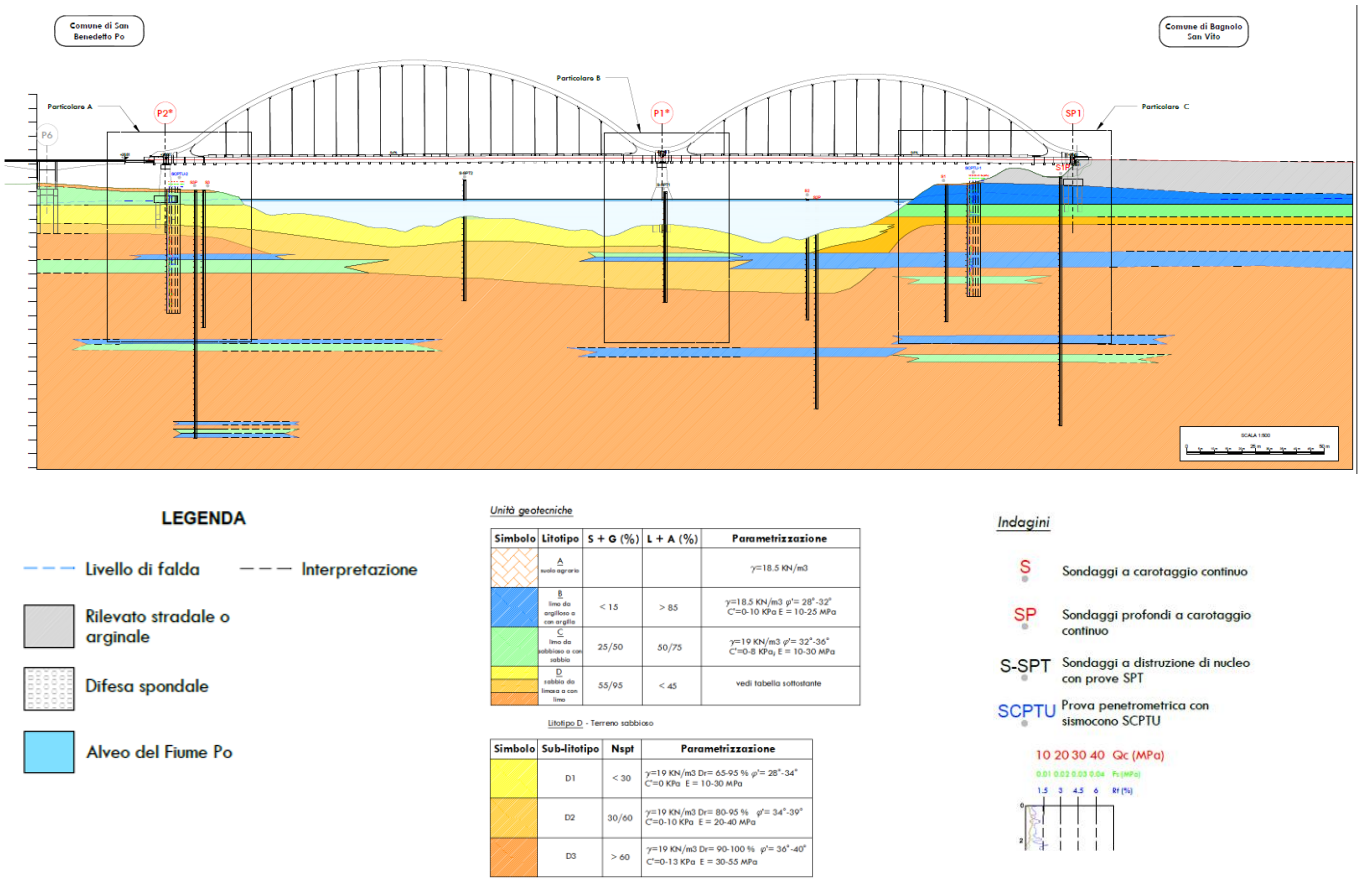


FIGURA 10-1: MODELLO GEOTECNICO

10.2. INQUADRAMENTO SISMICO

10.2.1. Inquadramento tettonico

Il territorio oggetto di studio appartiene al settore orientale della Pianura Padana. L'evoluzione geologica dell'area risulta connessa allo sviluppo della catena alpina prima e di quella appenninica nella fase successiva, costituendo l'avanfossa di entrambi i sistemi. Dal Pliocene ad oggi tale depressione, dal profilo asimmetrico, con minore inclinazione del lato settentrionale, è stata progressivamente colmata da sedimenti dapprima marino-transizionali e quindi strettamente continentali.

Strutturalmente l'area in esame ricade in un settore monoclinalico (Pedealpine Homocline), limitato, a Nord, dal fronte di sovrascorrimento subalpino, il cui lembo esterno corrisponde alla struttura compressiva di Volta Mantovana, e, a Sud, dal fronte di accavallamento esterno dell'Appenino sepolto (ETF) nella zona di virgazione che l'arco occidentale delle Pieghe Ferraresi forma con il sistema delle Pieghe Emiliane. Ciò si spiega con il fatto che nel Mantovano è stata individuata la cosiddetta "zona ostacolo" ritenuta responsabile di tale disallineamento dell'ETF e coincidente con una significativa anomalia aereo-magnetica positiva del Basamento Magnetico connessa alla presenza di intrusioni basiche.

A causa del suo comportamento prevalentemente rigido la monoclinale padana non sembra essere stata interessata dalle deformazioni legate alla fase parossistica terziaria sebbene alcuni ricercatori abbiano riconosciuto blandi fenomeni di

compressione esercitati dal Fronte Appenninico. L'evoluzione del bacino padano vede, a partire dal Messiniano, la quasi completa cessazione dei movimenti tettonici legati all'edificio alpino. Nel contempo si registra un sensibile spostamento verso Nord-Est del fronte dell'Appennino settentrionale. Da questo momento le geometrie deposizionali del bacino padano sono strettamente legate ai repentini sollevamenti e movimenti in avanti delle falde Nord Appenniniche e dai lunghi periodi di relativa calma e subsidenza isostatica dei bacini. Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente in modo consistente di tali movimenti. Il margine settentrionale risente invece in modo più blando di quanto succede nel bacino. I movimenti sono registrati da superfici di erosione arealmente anche molto estese, dalla riattivazione di strutture mioceniche sepolte e dalla deposizione di livelli detritici fini legati a movimenti eustatici.

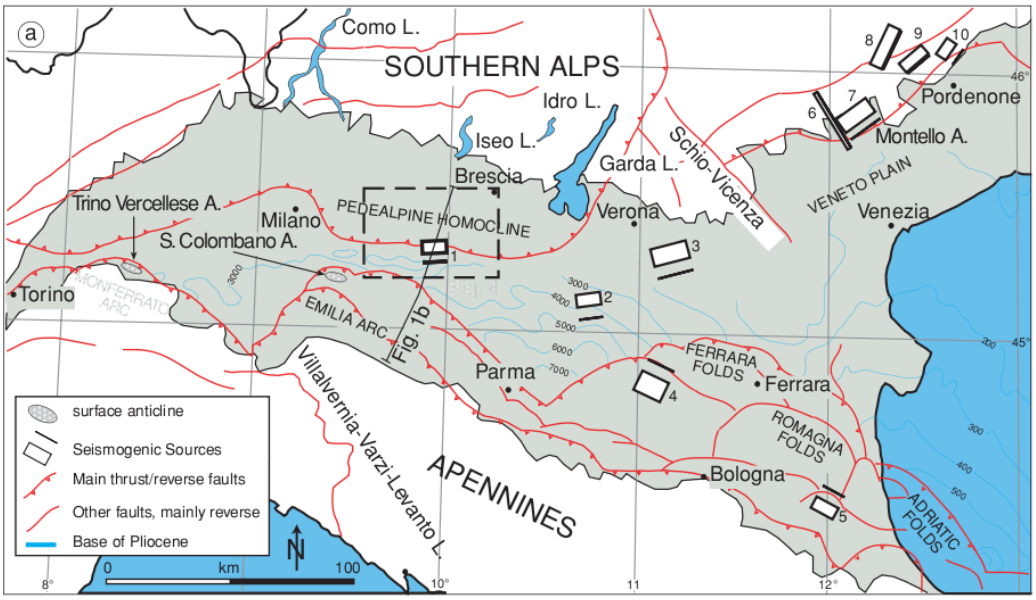


FIGURA 10-2: SCHEMA TETTONICO STRUTTURALE DELLA PIANURA PADANA (DA PIERI E GROPPI, 1981) (ISOBATE DEL TETTO DEL PLIOCENE IN MIGLIAIA DI METRI)

10.2.2. Classificazione sismica del territorio

L'azione sismica di progetto (la cui definizione è necessaria per la verifica dei diversi stati limite presi in considerazione) viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Nell'ambito di questo studio vengono forniti i valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC2008, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale. Per la valutazione del rischio di liquefazione è necessario valutare anche la magnitudo attesa, sempre in relazione al "periodo di riferimento per l'azione sismica". A tale scopo, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) fornisce i valori disaggregati magnitudo-distanza con riferimento ai nodi del reticolo, individuato dall'Allegato A delle NTC 2008. Per il nodo più prossimo all'intervento in progetto, mediante la costruzione della curva cumulata della disaggregazione magnitudo-distanza, si ricava la magnitudo Mw = 6.0, corrispondente al 90% percentile della curva. La categoria di sottosuolo lungo il tracciato è stata stimata sulla base dei dati provenienti dalle indagine geognostiche di progetto.

Il sito in esame presenta i seguenti parametri per la classificazione sismica in riferimento alla NTC2008: categoria di suolo (TIPO C=depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s); categoria superficie topografica è (T1= superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤15°); vita nominale della struttura (100 anni); classe d'uso della struttura (III= costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi - coefficiente di utilizzo Cu = 1.5); periodo di riferimento dell'azione sismica (TrR= 150 anni).

In base agli studi eseguiti incrociando i risultati delle prove condotte in situ (SPT ed SCPTU) e in laboratorio (analisi granulometriche), è stata individuata una zona potenzialmente liquefacibile situata nei primi metri (5/7 m da fondo alveo) e caratterizzata da sedimenti sabbiosi sciolti perennemente sotto falda.

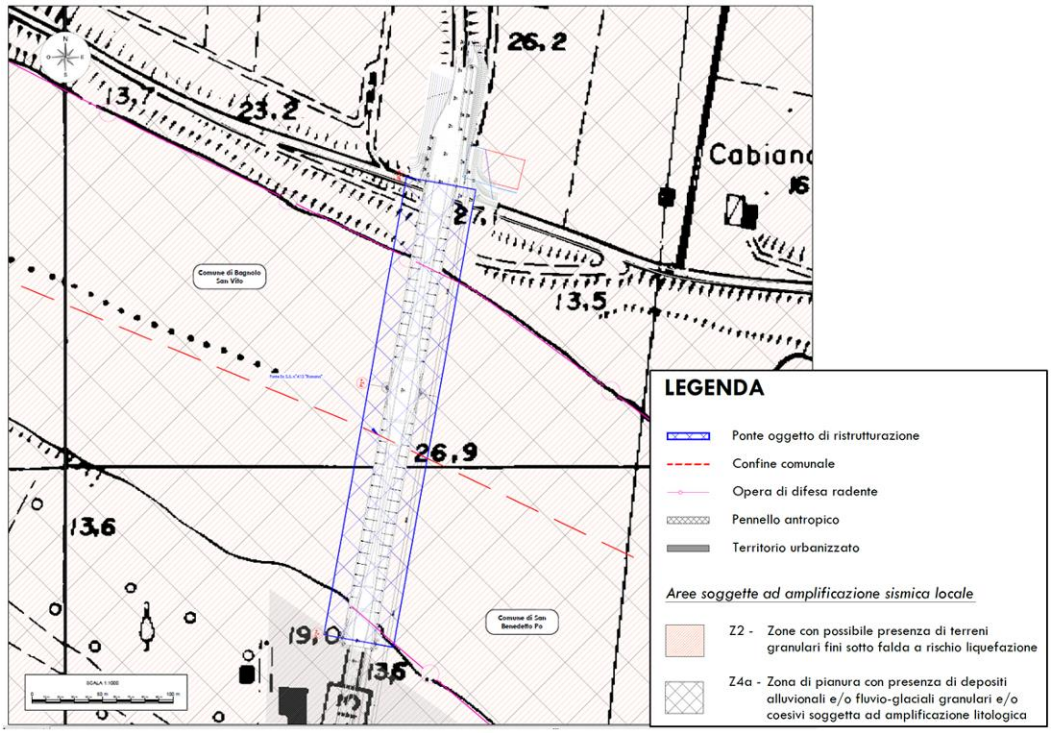


FIGURA 10-3: CARTA DELLA ZONIZZAZIONE SISMICA

11. ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI

Il presente capitolo intende fornire un inquadramento sugli aspetti idrologici ed idraulici dell'area oggetto di studio.

11.1. INQUADRAMENTO IDROLOGICO

L'idrologia del fiume Po nel tratto di interesse verte sull'analisi dei dati desunti dalla stazione idrometrica di misura di Borgoforte. L'idrometro di Borgoforte è la prima stazione utile a disposizione nel tratto esaminato essendo il ponte oggetto di studio privo di rilevatori. L'idrometro di Borgoforte è posizionato sul ponte della ex statale SS 62, è posto circa 8 km a valle della confluenza del fiume Oglio e circa 18 km a monte del ponte in progetto. La sezione di chiusura sottende l'intero bacino idrografico piemontese a cui si aggiunge quello lombardo sino al fiume Oglio e quello emiliano fino al torrente Crostolo per una superficie totale di 62450 km^2. Dal ponte di Borgoforte si estende il tratto di interesse fino alla confluenza con il fiume Mincio.

11.1.1. Assunzione della piena di riferimento

La definizione della piena di riferimento è stata condotta sulla base delle indicazioni contenute nel PAI ed in particolare nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica".
Per l'asta del Po tale direttiva fornisce i valori delle portate massime al colmo di assegnata probabilità di accadimento (tempo di ritorno), che derivano dall'applicazione delle procedure di analisi statistica alle serie storiche disponibili nelle diverse stazioni di misura.
La Tabella 11.1-1 presenta i valori di portata estratti della Direttiva assunti per le verifiche di compatibilità idraulica, relativi alla stazione di Borgoforte. Il valore di riferimento per le verifiche lungo l'asta del Po è rappresentato dal tempo di ritorno di 200 anni, che costituisce la portata per la quale sono delimitate le fasce fluviali ed è definito l'assetto di progetto del corso d'acqua, con particolare riferimento, nel caso specifico, ai franchi del sistema arginale di ritenuta e alla funzionalità complessiva delle opere di difesa. Anche in riferimento alla "Direttiva sui criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" la piena di progetto duecentennale costituisce l'evento di riferimento per il dimensionamento delle infrastrutture interferenti con la fascia B.

Sezione	Portata (TR 20 anni)	Portata (TR 100 anni)	Portata (TR 200 anni)	Portata (TR 500 anni)
Borgoforte	9600	12260	13100	14890

TABELLA 11.1-1: PORTATA NELLA STAZIONE DI BORGOFORTE DELLA DIRETTIVA SULLA PIENA DI PROGETTO DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (PAI) DA ASSUMERE PER LE VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

11.2. INQUADRAMENTO IDRAULICO

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) vigente definisce le condizioni di assetto di progetto del fiume Po e le condizioni di compatibilità da rispettare per i nuovi interventi che si inseriscono all'interno delle fasce A e B del corso d'acqua. I fenomeni di inondazione, che determinano condizioni di rischio idraulico, sono affrontati nel PAI attraverso le fasce fluviali, secondo un metodo che definisce tre distinte fasce (art. 28 delle Norme di Attuazione e Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle N.A. del PAI):

- la fascia A o fascia di deflusso della piena,
- la fascia B o fascia di esondazione,
- la fascia C o area di inondazione per piena catastrofica.

Nel tratto di interesse, in corrispondenza del ponte, la fascia A e la fascia B e coincidono sovrapponendosi al coronamento degli argini. Di conseguenza l'intervento ricade nella fascia A. La fascia C, che non è di interesse per lo studio, delimita una notevole estensione di territorio esterna agli argini maestri.

Il ponte esistente è ubicato poco a monte della confluenza in Po del fiume Mincio e scavalca completamente l'alveo di piena del corso d'acqua, con le due spalle ubicate immediatamente a tergo dei due argini maestri; in sinistra idrografica, una prima campata scavalca l'argine, le successive quattro campate superano l'alveo di magra, addossato alla sponda, ulteriori quattro campate attraversano la golena in destra idrografica e infine un'ultima campata supera l'argine maestro di destra.

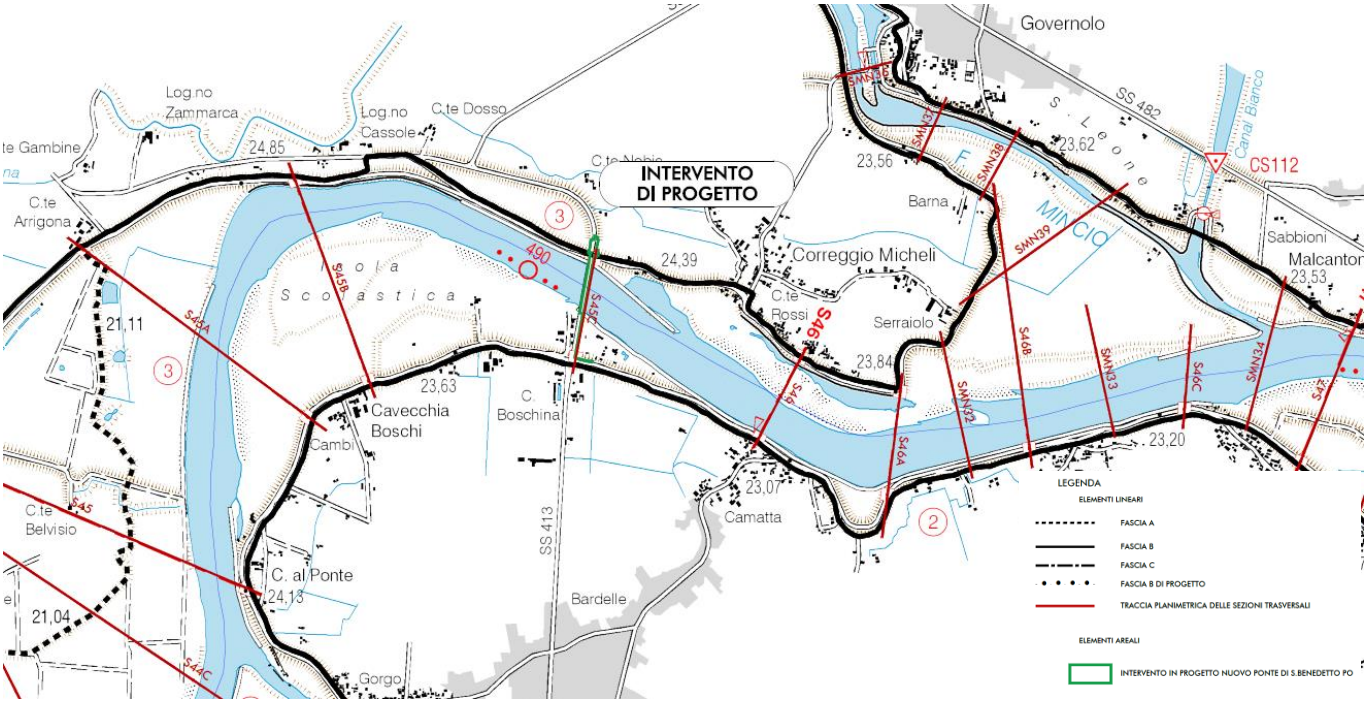


FIGURA 11-1: FASCE FLUVIALI DEL PAI LUNGO L'ALVEO DEL PO IN CORRISPONDENZA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

Il ponte nella condizione attuale presenta evidenti cedimenti delle tre pile in alveo di magra, in vista di questa precaria configurazione il seguente progetto verte sulla definizione di una ristrutturazione del ponte esistente mediante la sostituzione completa della porzione di ponte in alveo, mantenendo invece inalterata la parte in golena che non mostra problemi strutturali di tale criticità.

FIGURA 11-2: INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO DI UNA PILA DEL PONTE ESISTENTE IN ALVEO

11.2.1. Analisi idraulica

La verifica di compatibilità idraulica del manufatto è stata effettuata rispetto alla piena di progetto con tempo di ritorno di 200 anni (piena PAI "94+51"). La Direttiva "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", allegata al PAI, definisce il valore di portata nelle diverse sezioni idrologiche e le altezze idriche relative al profilo di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni (piena "94+51").

L'analisi idraulica è stata effettuata mediante l'ausilio di un codice di calcolo bidimensionale per approfondire nel dettaglio alcuni aspetti idrodinamici necessari per avanzare soluzioni progettuale rigorose. Inoltre sono stati implementati altri due modelli, un quasi-bidimensionale per la fase di ricostruzione dell'onda di piena e un modello mono-dimensionale per l'approfondimento sugli aspetti legati al calcolo dello scalzamento ed il funzionamento del pennello a valle del ponte in esame.

Con riferimento al modello bidimensionale, nella fase di taratura di quest'ultimo è stato simulato l'evento alluvionale dell'ottobre 2000. Tale evento costituisce la piena storica recente più gravosa, di cui si dispone di registrazioni utili ai fini di una ricostruzione attendibile del medesimo fenomeno mediante modellistica numerica. La verifica di compatibilità del ponte è stata eseguita in conformità a quanto prescritto dalla Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" allegata al PAI e ha affrontato i seguenti punti:

- assetto geometrico e idraulico dell'alveo;
- caratteristiche morfologiche dell'alveo;
- analisi idrologica;
- manufatti interferenti;
- modalità di deflusso in piena;
- analisi dello scalzamento delle pile;
- interferenza dell'opera con la via navigabile;

- analisi delle portate di magra e di piena ordinaria per la definizione dei periodi di intervento in alveo per la realizzazione dell'opera in progetto.

Sulla base delle verifiche idrauliche svolte è stato definito il livello di piena e relativi franchi idraulici, le interazioni tra le pile e la corrente e gli eventuali effetti delle nuove opere sulle opere idrauliche presenti.
Sono pertanto state svolte le seguenti simulazioni:

- Modellazione di taratura: simulazione evento ottobre 2000 mediante l'utilizzo della batimetria nella configurazione di stato di fatto;
- Modellazione piena 94+51 (TR200 anni):
  1. Simulazione della configurazione di progetto;
  2. Simulazione della configurazione di progetto con abbassamento del pennello di valle;
- Modellazione Q=7600 m^3/s: simulazione configurazione provvisionale.

11.2.2. Scalzamento in corrispondenza del ponte

I fenomeni di scalzamento sono stati studiati nel dettaglio mediante la preliminare individuazione locale dei parametri idraulici sula base delle risultanze del modello bidimensionale, in particolare in merito al campo delle velocità in prossimità delle pile e alla direzione della corrente. E' stato poi valutato l'effetto di scalzamento tenendo conto delle sue tre componenti principali::

- abbassamento generalizzato dell'alveo;
- scalzamento da contrazione della sezione trasversale;
- scalzamento locale per effetto della pila o della spalla.

Tali componenti si manifestano in modo sostanzialmente indipendente tra loro. Dalle analisi dei risultati ottenuti, si è valutato un valore di scalzamento massimo in corrispondenza della unica pila centrale pari a circa 15 m.

E' opportuno sottolineare come il valore proposto risulti inferiore allo scalzamento indicato nel Progetto Preliminare posto a base di gara (pari a 18,5 m); ciò è dovuto principalmente alla mutata conformazione delle fondazioni della pila, che sono state modificate rispetto alla configurazione del progetto preliminare che prevedeva una pianta circolare di 10 m di diametro: la nuova conformazione ellittica, allineata con la direzione della corrente e con raggio minore pari a 6,50 m, determina un migliore comportamento idrodinamico, con riduzione degli effetti complessivi di scalzamento.

Il dettaglio fornito dalla modellazione bidimensionale ha consentito di simulare con maggior precisione le dinamiche del moto in prossimità delle pile definendo i campi di velocità e l'angolo di incidenza della corrente con il manufatto, tale aspetto ha permesso di adottare formulazioni per il calcolo dello scalzamento più dettagliate tenendo conto anche dell'effetto combinato delle iterazioni delle varie pile secondo la configurazione progettata.
Con riferimento al fenomeno dello scalzamento, nell'ambito della presente fase di progettazione esecutiva è stato altresì implementato, nelle more dello sviluppo del modello fisico a fondo mobile affidato dall'Appaltatore all'Università degli Studi di Parma –Dipartimento di Ingegneria ed Architettura, un modello numerico 3D a fondo mobile: i risultati ottenuti confermano sostanzialmente le ipotesi progettuali adottate nella progettazione Definitiva; i risultati sono allegati alla relazione di compatibilità idraulica.

11.3. ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Le analisi condotte sulle interazioni tra il ponte della ex S.S. N° 413 "Romana" in ristrutturazione e le condizioni di deflusso in piena del fiume Po (per i cui dettagli si rimanda alle specifiche relazioni contenute negli elaborati di progetto) possono essere sintetizzate in termini di criteri di compatibilità idraulica, seguendo l'impostazione formulata dalla Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" allegata al PAI dell'Autorità di bacino del fiume Po.

Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena: il ponte prevede la ristrutturazione parziale del ponte esistente demolendo la parte di impalcato e di pile che attraversa l'alveo di piena ordinaria e ricomponendo la nuova struttura mediante due nuove pile, una in alveo su cui gravano i due impalcati in progetto e una di collegamento in prossimità della golena di destra in cui verrà il raccordo con la porzione di ponte esistente. Le strutture portanti in progetto riducono la contrazione della sezione di deflusso rispetto alla condizione attuale, pertanto l'interferenza con i deflussi in corso di piena è da ritenersi modesta. Il sovralzo a monte del manufatto, calcolato mediate l'applicazione del modello di simulazione 2D definisce un livello idrico di 23,60 m s.l.m. prossimo alla piena di progetto nella configurazione attuale, rimarcando il fatto che in termini di livelli idrici la configurazione in progetto non altera il deflusso della piena. Tale livello è stato preso come riferimento per la determinazione della quota minima dell'impalcato in progetto, 24,82 m s.l.m..

Rispetto all'analisi di dettaglio bidimensionale si evidenzia, come peraltro evidenziato anche nel progetto preliminare, come la porzione di ponte esistente che viene mantenuta, non rispetta il franco idraulico minimo, pur avendo comunque un franco di 60 cm e rimanendo in una zona golenale quindi dove il deflusso della piena assume caratteristiche meno critiche rispetto all'alveo attivo.

Riduzione della capacità d'invaso dell'alveo: per quanto detto al punto precedente, la struttura in progetto non provoca una riduzione della capacità d'invaso dell'alveo e migliora le condizioni di deflusso rispetto alla soluzione esistente diminuendo il numero delle pile.

Interazioni con le opere di difesa idrauliche esistenti: l'interferenza del ponte in progetto con i deflussi è connessa alla presenza delle 2 nuove pile a differenza delle quattro nella situazione attuale; l'effetto di rigurgito a monte del ponte non condiziona l'assetto del sistema difensivo che mantiene condizioni di sicurezza rispetto al transito della piena di riferimento rimanendo inalterato. Non vi sono inoltre variazioni delle sollecitazioni idrodinamiche sui corpi arginali e sulle opere di sponda presenti.

Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento: le modellazioni svolte hanno permesso di valutare i valori del profilo di piena e le condizioni idrodinamiche di deflusso nei tratti di argine maestro interessati dall'intervento, evidenziando come questi non presentino condizioni di criticità in relazione alla sicurezza idraulica per i fenomeni di sormonto, sfiancamento e sifonamento. In ogni caso, confermando le indicazioni effettuate da AIPO e dall'Autorità di bacino, si è ritenuto opportuno conservare le opere di difesa spondale previste nel Progetto Preliminare posto a base di gara, implementandole in sponda destra mediante il ripristino della massicciata a seguito della demolizione della pila esistente.

Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena: il ponte risulta adeguato rispetto ai massimi livelli raggiungibili dalla piena di riferimento con un franco idraulico prossimo a 1,22 m; la presenza di nuove pile in alveo interessate in piena da velocità modeste rende l'opera soggetta al rischio di erosioni localizzate (scalzamento); per tale motivo è stato avanzato uno studio di dettaglio dei fenomeni di scalzamento ritenendo che nella configurazione di progetto esposta gli effetti principali sono riconducibili

allo scalzamento per contrazione della sezione trasversale in minima parte e peraltro migliorando la situazione attuale, e lo scalzamento indotto dalle pile, più marcato, ma limitato ad una sola opera in alveo anziché quattro. Lo scalzamento calcolato è di circa 15 m.

L'insieme delle verifiche condotte porta quindi a ritenere che l'opera rispetti completamente, sotto il profilo della compatibilità idraulica, le disposizioni previste dal PAI per le opere di attraversamento con la Direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" e che, più in generale, si inserisca coerentemente nell'assetto di progetto del corso d'acqua previsto dal PAI stesso attraverso la delimitazione delle fasce fluviali e le linee di intervento per il conseguimento di condizioni di rischio idraulico compatibili.

12. INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO

Le indagini archeologiche preliminari, eseguite ai sensi del D.Lgs. 163/2006, artt. 95-96, hanno previsto la ricerca bibliografica, archivistica e della cartografia storica, la fotointerpretazione e la ricognizione archeologica di superficie. Tutte le indagini hanno dato esito negativo, soprattutto in considerazione del contesto geomorfologico e vegetazionale in cui è prevista l'opera, nell'area golenale e nell'alveo inciso dal fiume.

Tuttavia le condizioni geomorfologiche e paleoambientali dell'area appaiono potenzialmente favorevoli alla frequentazione antica, dal momento che questo tratto del fiume Po rappresenta una fascia privilegiata sia di attraversamento del fiume sia di sfruttamento delle risorse ittiche ed agricole, almeno dall'età romana. È possibile anche una frequentazione preistorica o protostorica con resti, se conservati, a profondità metrica al di sotto dei più recenti depositi alluvionali di piena.

L'assenza di ritrovamenti archeologici nell'area di progetto, la rarefazione di toponimi significativi, di persistenze viarie o centuriali, unitamente alla presenza di ambiti di trasformazione antropica recente (cava) e di un ambiente di alveo fluviale, determinano nel complesso un impatto di progetto sul patrimonio archeologico di grado BASSO.

Come previsto dal D.Lgs. 163/2006, art. 95, comma 6, nel caso in cui le indagini preliminari si concludano con esito negativo, l'esecuzione di saggi archeologici è possibile in caso di successiva acquisizione di nuove informazioni o di emersione, nel corso dei lavori, di nuovi elementi archeologicamente rilevanti, che inducano a ritenere probabile la sussistenza in sito di reperti archeologici.

In proposito gli sviluppi del progetto esecutivo rinvia al parere espresso in sede di conferenza dei servizi in cui la Soprintendenza ai Beni Archeologici della Lombardia indica "l'assistenza alle operazioni di scavo" da attuarsi in fase di cantiere.

13. STUDIO ACUSTICO

Come già accertato in fase di approvazione del Progetto Preliminare e Definitivo non è necessaria la valutazione dell'impatto acustico connesso all'opera stradale, poiché nella sua configurazione finale di esercizio rimane inalterata rispetto alla situazione attuale. Tuttavia, la progettazione integrata delle soluzioni architettoniche adottate sul nuovo impalcato ha permesso il conseguimento dei massimi standard di sicurezza imposti dalla normativa e la riduzione dei possibili impatti non solo nei confronti dell'utenza, ma anche dell'ambiente naturale circostante. Per questo motivo le scelte progettuali relative a barriere di sicurezza e parapetti sono state analizzate anche dal punto di vista acustico, al fine di raggiungere il massimo livello di comfort compatibile con le necessità tecnico-strutturali della sezione di progetto.

14. DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

Come già anticipato nei paragrafi precedenti, l'intervento interessa la S.P. ex S.S. 413 "Romana" nel tratto di attraversamento del fiume Po, nel territorio comunale di Bagnolo San Vito e San Benedetto Po; la strada provinciale attraversa il fiume con giacitura Nord-Sud, per poi collegarsi verso la città di Mantova con direzione Nord-Ovest.

Il ponte si estende per una lunghezza di circa 613 m attraversando in sponda idraulica sinistra prima il Comune di Bagnolo San vito e poi il Comune di San Benedetto Po in sponda destra, confinanti nella posizione centrale dell'alveo inciso del fiume Po, ed è caratterizzato da 9 campate, di cui 5 collocate nell'alveo inciso del fiume.

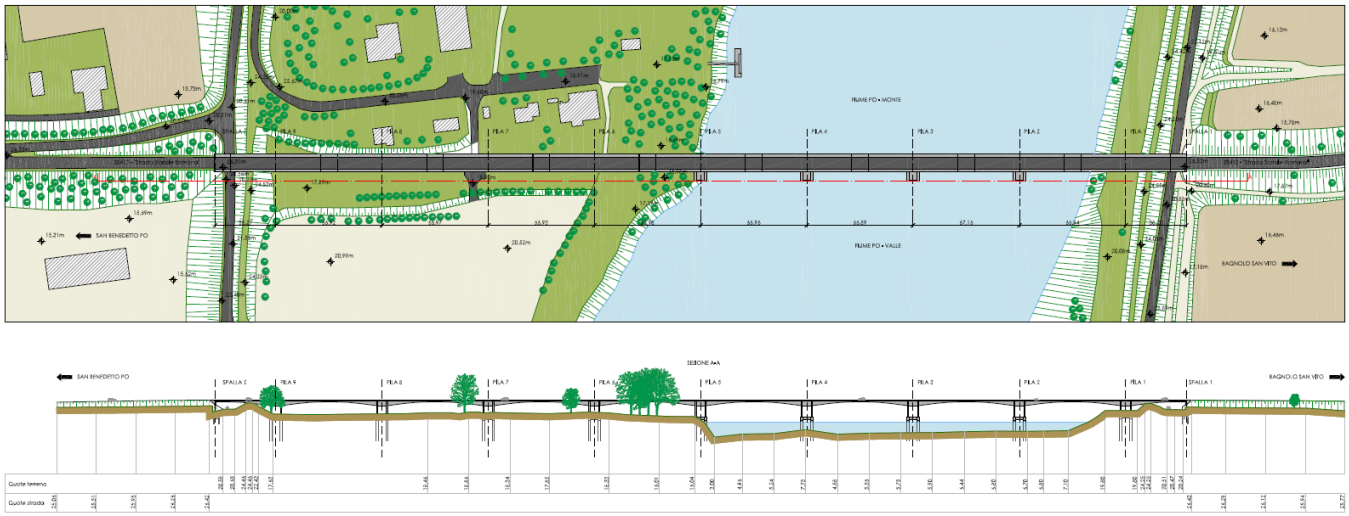


FIGURA 14-1 PLANIMETRIA E PROFILO DELLO STATO DI FATTO - STRALCIO

La sponda sinistra del fiume Po, posta a Nord del ponte, è costituita da un rilevato arginale con sommità a quota 24,25 m, oltre il quale è collocata Via Molinara; la strada comunale, con andamento Est/Oves, sottopassa il ponte in prossimità della spalla SP1, a quota 20,60 m circa. La sponda è collocata a circa 27 m dalla sommità arginale. Essendo Via Molinara sostanzialmente interessata dalle attività di cantiere per la realizzazione della nuova spalla e delle opere accessorie al varo, la stessa sarà alla fine completamente rifatta per il tratto interferente sia come strada che come sottoservizi interferiti realizzando una livelletta stradale tale da garantire la stessa sagoma attuale. Questo è evidenziato negli elaborati di progetto esecutivo.

La sponda destra a Sud del Ponte è caratterizzata da un'ampia fascia golenale di lunghezza pari a circa 270 m, confinata da rilevato arginale a quota 24,46 m, oltre il quale è presente Via Argine Po Nord; la strada comunale, con andamento Est/Ovest, sottopassa il ponte in prossimità della spalla SP2, a quota 20,65 m circa. A circa 20 m ad Est del ponte la strada interseca la viabilità di collegamento alla S.P. ex S.S. 413 "Romana", che si colloca sul rilevato stradale per 130 m circa.

In sede di redazione del progetto definitivo l'analisi e la verifica dello stato attuale dei luoghi sono state effettuate mediante specifiche attività d'indagine quali campagne di sopralluoghi a terra e campagne fotografiche aeree; si è inoltre proceduto con l'integrazione ed l'aggiornamento dei supporti cartografici e fotogrammetrici utilizzati quali basi per l'elaborazione grafica della documentazione progettuale d'offerta. A completamento delle attività di sopralluogo e al fine di ottenere un quadro esaustivo sullo stato dei luoghi e sul contesto di inserimento della nuova infrastruttura la scrivente ha sviluppato un'opportuna campagna di riprese video e fotografiche aeree.

Tale campagna è stata effettuata mediante un apparecchio drone esacottero DJI dotato di telecamera integrata direzionabile con sensore Sony EXMOR 1/2.3" a 12.4 Mpixel, stabilizzato tramite gimbal 3 assi; filmato in risoluzione 4k a 25 FPS (fotogrammi al secondo)

A seguito delle verifiche e ad integrazione della documentazione posta a base di gara, è stata operata una campagna di restituzione del rilievo di tutta la sponda sinistra del fiume, dei cigli strada e della batimetria come definito nell'elaborato 229D_01020001A Rilievi – Relazione tecnica a cui si rimanda per approfondimenti.

In fase di sviluppo del progetto esecutivo si è provveduto ad un rilievo topografico di dettaglio ad implementazione di quanto allegato al progetto preliminare. In ragione di tale documento si è provveduto agli adeguamenti necessari riscontrati che gli elaborati grafici recepiscono.

14.1. DESCRIZIONE DEL PONTE ESISTENTE

Il ponte esistente fu realizzato tra gli anni 1964 e 1966 dall'Anas in sostituzione del precedente ponte di barche posizionato alcune decine di metri a monte dell'attuale, in corrispondenza dell'ancora esistente tracciato golenale della ex S.S.413 e dei fabbricati ivi posti in prossimità dell'alveo inciso di Po una volta sede operativa del corpo di gestione del ponte di barche.

Esso fu interessato negli anni 1993-1994 e 2000 da due eventi di piena eccezionali e dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012. Tali eventi probabilmente hanno indotto un accentuato stato deformativo sul manufatto con una progressione negativa delle deformazioni subite dalle membrature. Conseguentemente con Ordinanza n. 5/2012 del 05.04.2012, n. 13/2012 del 25.05.2012 e n. 24/2012 del 05.06.2012 fu istituita la limitazione di divieto di transito "*ai veicoli aventi larghezza superiore ai m 2,30 in prossimità delle progressive chilometriche 12+480 e 14+060 posizionate nel territorio dei Comuni di bagnolo San Vito e di San Benedetto Po in località San Benedetto Po*" e il limite di 50 Km/h.

Tale grave limitazione ai flussi di traffico in transito sulla ex S.S. 413 è l'ultima di una lunga serie di ordinanze che, a partire dagli interventi dell'Anas negli anni 1993 (7 ottobre 1993 prima chiusura del ponte) ad oggi, a fasi alternate, hanno disposto per lunghi periodi o la totale interruzione dei flussi di traffico o la loro grave limitazione o alle portate (limitate a solo 7,5 t) o ai soli mezzi leggeri (con larghezza inferiore a m 2,30) e comunque entro la velocità di 50 Km/h.

Il protrarsi della situazione a partire dal 1996 con l'aggravamento causato dagli eventi sismici del maggio 2012 ha indotto e induce evidentemente uno stato di sofferenza e disagio sociale, economico ed infrastrutturale ad un ampio territorio denominato "Destra Secchia" che utilizza la ex S.S. 413 "Romana" quale asse primario avente O/D il capoluogo – Mantova –, le arre limitrofe ed il casello di Mantova Sud sulla Autobrennero. Tale bacino territoriale denominato "Destra Secchia" è costituito principalmente ed in via diretta, a Sud del Po, dai Comuni di San Benedetto Po, Moglia, Quistello, Quingentole, Schivenoglia, San Giacomo delle Segnate e San Giovanni del Dosso per circa 23.571 abitanti.

A Nord del Po sono principalmente interessati dallo stato di disagio diretto i Comuni di Bagnolo San Vito, Borgo Virgilio, Roncoferraro e Sustinente per circa 29.931.

Complessivamente il bacino ammonta a 53.502 abitanti, pari a circa il 13% della popolazione provinciale.

L'Amministrazione Provinciale di Mantova, attuale proprietaria della ex S.S. 413 "Romana", a seguito del trasferimento di titolarità dell'infrastruttura effettuato e concluso recentemente dall'Anas (Ottobre 2010) e degli eventi sismici del maggio 2012, ha attivato prontamente un "*Piano Emergenziale delle verifiche visive e strumentali dei manufatti di rilevanza strategica a seguito degli eventi sismici*" in particolare "*l'attività di verifica e di monitoraggio del ponte sul fiume Po della S.P. n. 413 "Romana*" affidando l'incarico al Prof. Ing. Enzo Siviero, Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni presso l'Università IUAV di Venezia. Il monitoraggio e lo studio elaborati e rassegnati nel gennaio 2013 hanno evidenziato la seguente sintesi conclusiva:

"… Ipotizzando di declassare il ponte da 1° categoria a 2° categoria secondo la normativa attuale (e quindi con valori dei carichi da traffico ridotti) si ha un'ulteriore diminuzione di circa il 10%. Pertanto supponendo di lavorare in ambito lineare la capacità della palificata risulterebbe essere la seguente:

DM 2008 (A1+M1+R3)			
ASSENZA DI SCALZAMENTO	*SCALZAMENTO PALI DI 3m*	*SCALZAMENTO PALI DI 4m*	*SCALZAMENTO PALI DI 5m*
1.34>1	***1.11>1***	***1.02≈1***	***0.96<1***

TABELLA 12- D – VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE PALIFICATA AGGIORNATA (DM2008- 2 CATEGORIA- 1 CORSIA)

Considerando infine il caso di studio numero 6, nel quale sono stati inseriti nel modello FEM del ponte i reali carichi da traffico attualmente agenti (veicoli con peso massimo di 7.5 tonnellate) e la configurazione deformata delle pile, le verifiche della capacità portante della palificata nelle 4 diverse situazioni sono le seguenti:

DM 2008 (A1+M1+R3)			
ASSENZA DI SCALZAMENTO	*SCALZAMENTO PALI DI 3m*	*SCALZAMENTO PALI DI 4m*	*SCALZAMENTO PALI DI 5m*
1.30>1	***1.08>1***	***1.01≈1***	***0.93<1***

TABELLA 12- E – VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE PALIFICATA SITUAZIONE ATTUALE DEL PONTE (DM2008- 2 CORSIE- CARICO MAX 7.5T)

Considerando infine il caso di studio numero 7, nel quale si è tenuto conto del carico dovuto al solo peso proprio e permanente del ponte e della configurazione deformata delle pile, le verifiche della capacità portante della palificata nelle 4 diverse situazioni sono le seguenti:

DM 2008 (A1+M1+R3)			
ASSENZA DI SCALZAMENTO	*SCALZAMENTO PALI DI 3m*	*SCALZAMENTO PALI DI 4m*	*SCALZAMENTO PALI DI 5m*
1.86>1	***1.53>1***	***1.43>1***	***1.33>1***

TABELLA 12- F – VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE PALIFICATA SITUAZIONE ATTUALE DEL PONTE (DM2008- SOLO CARICO PERMANENTE)

Visti i risultati delle analisi numeriche effettuate, le incertezze sull'efficacia dell'attuale configurazione del sistema fondale, già riscontrabili a livello di calcolo e a livello sperimentale nei confronti dei carichi verticali, sono messe in luce dalla risposta dello stesso a fronte degli eventi sismici che hanno interessato il territorio delle province di Bologna, Ferrara, Modena, Reggio Emilia, Mantova e Rovigo, il 20 ed il 29 maggio del 2012…

Tutte queste criticità rilevate, le incertezze precedentemente illustrate e gli spostamenti misurati nel corso degli anni, confermano la necessità di operare nel più breve tempo possibile sulle fondazioni delle pile in alveo per un intervento di ripristino della capacità portante.

Si è poi constatato come l'attuale configurazione ondulata del profilo stradale del ponte, derivante quindi essenzialmente dal cedimento delle fondazioni in alveo, in concomitanza con il passaggio dei mezzi pesanti produca degli effetti dinamici sulle cerniere Gerber e quindi sull'estremità degli sbalzi d'impalcato, con aumento delle sollecitazioni non facilmente controllabili in termini di tensioni ma soprattutto in termini di deformazioni a lungo termine sull'intera struttura.

A tal fine si vuole evidenziare come anche l'appesantimento asimmetrico dell'impalcato per effetto del riempimento in cls o materiale equipesante, operato dall'Anas nei precedenti interventi, non sia stato produttivo e tanto meno opportuno, perché ha di fatto aumentato carichi e sollecitazioni, mentre il problema delle deformazioni si è riproposto.

In questa fase si prescrive di attuare un metodo osservazionale con la rilevazione dei movimenti relativi dei giunti in corrispondenza delle campate in alveo, con cadenza di due misurazioni giornaliere nelle prime ore del mattino e dopo il tramonto. Allo stesso tempo si prescrive altresì una serie di livellazioni topografiche, analoghe a quelle svolte di seguito….

Si richiede che i risultati delle suddette misure siano tempestivamente trasmessi alla scrivente al fine di valutare l'eventuale disposizione di immediata interdizione al passaggio sul ponte qualora si riscontrassero spostamenti relativi superiori al centimetro.

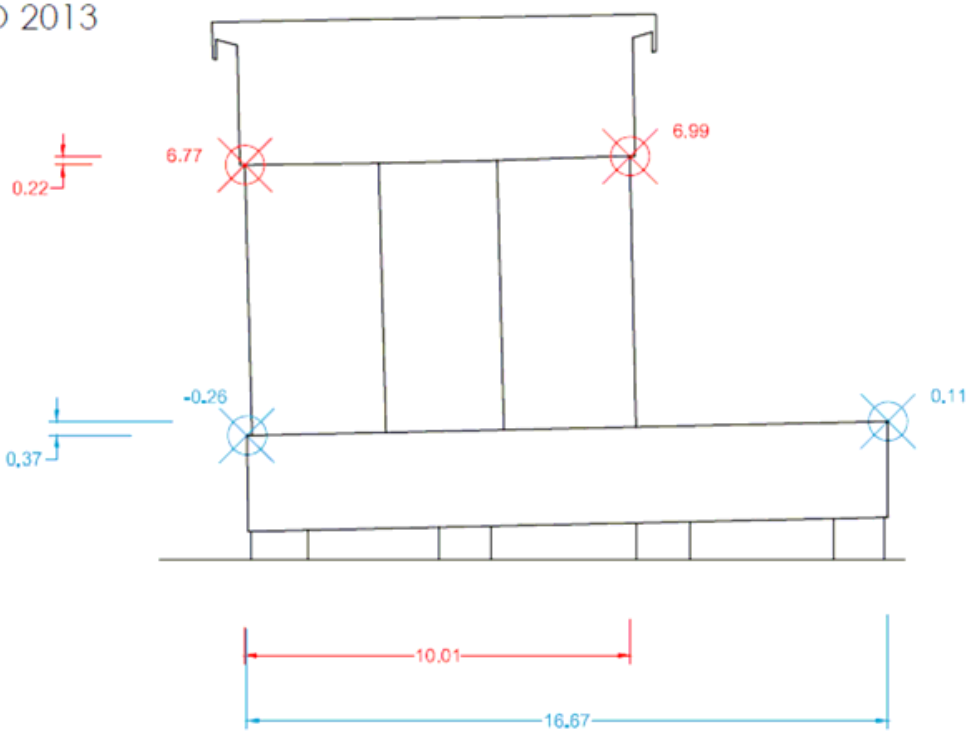
Si precisa però che, qualora non si dovesse operare con un intervento a breve termine, ….., mirante ad un rinforzo delle fondazioni in modo di scongiurare eventuali fenomeni di cedimento dei pali stessi per effetto soprattutto del fenomeno di scalzamento non realmente definibile, si rende quanto più necessaria la chiusura del ponte ad ogni forma di transito comprese le automobili.

È evidente infine che, l'eventuale intervento di consolidamento delle fondazioni prima anticipato, rappresenta in ogni caso solo un primo passo, poiché è innegabile che anche l'impalcato non può ritenersi idoneo nelle condizioni di esteso degrado dei materiali in cui si trova (calcestruzzo impalcato e pali con esposizione e corrosione armature in acciaio), con riduzione dei coefficienti di sicurezza della struttura in elevazione."

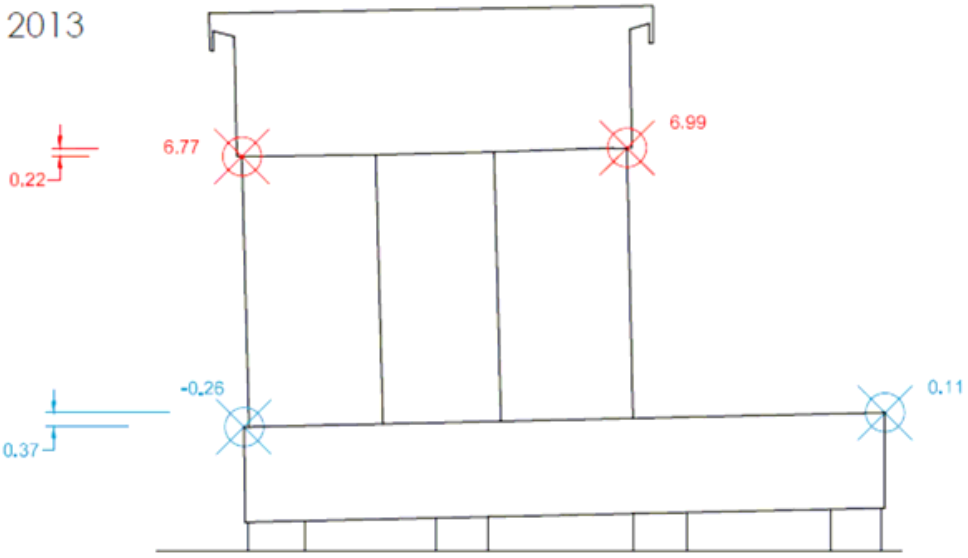
Contestualmente i rilievi del manufatto ad oggi non hanno evidenziato fenomeni fortemente progressivi nell'ultimo periodo anche se va evidenziato che nel periodo intercorso il fiume Po ha avuto idraulicamente un andamento ordinario senza eventi particolarmente critici ai fini dello scalzamento.

Si può notare che gli spostamenti misurati dal gennaio 2013 al marzo 2013 sono risultati quasi nulli nell'ordine di pochi millimetri, anche se il periodo temporale è assai limitato.

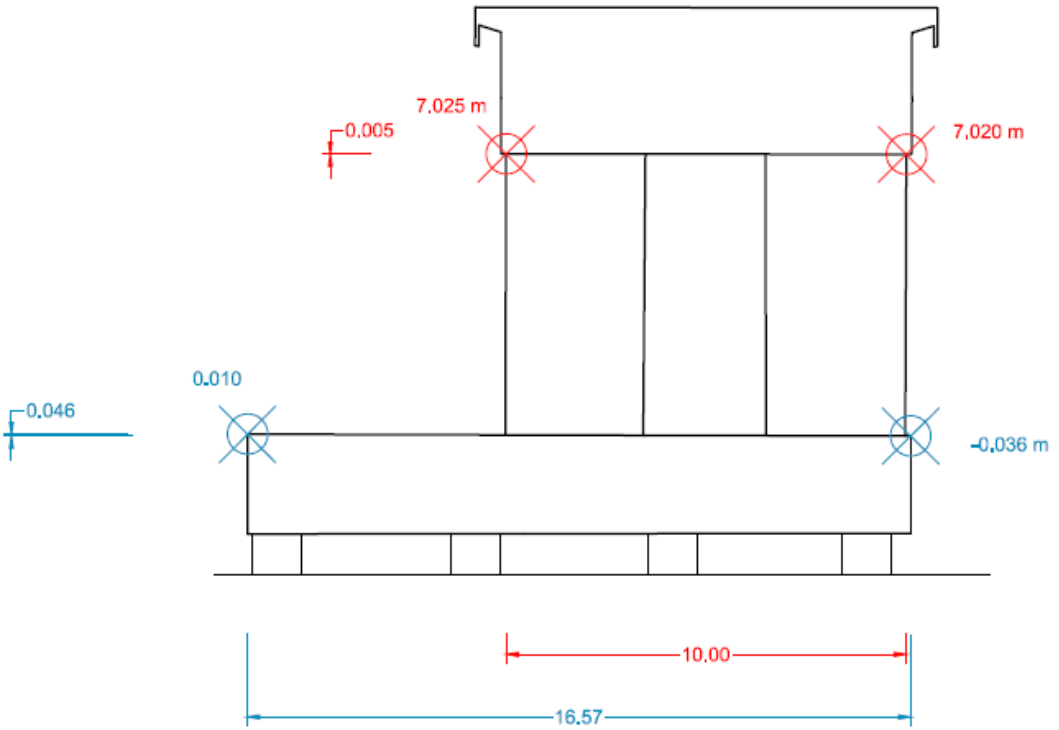
PILA 3
06 MARZO 2013



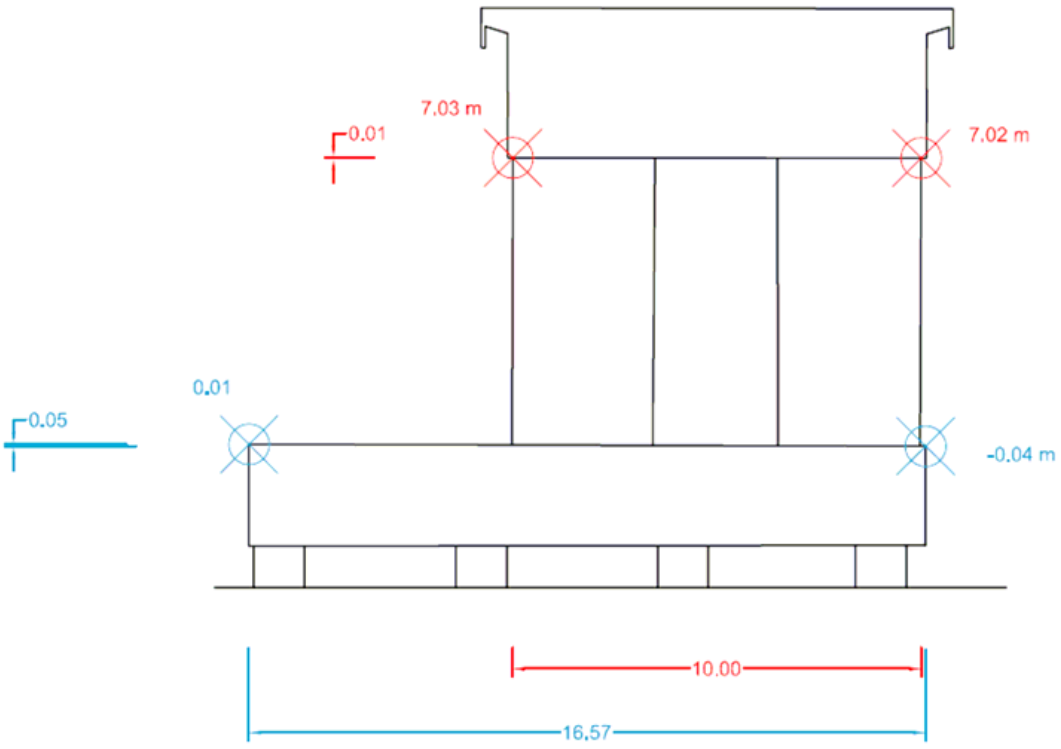
PILA 3
GENNAIO 2013



PILA 5


7.025 m
0.005
7.020 m
0.010
0.046
-0.036 m
10.00
16.57

PILA 5


7.03 m
0.01
7.02 m
0.01
0.05
-0.04 m
10.00
16.57

Lo studio idraulico ha analizzato e approfondito il fenomeno dello scalzamento sulle fondazioni con particolare riguardo ai ponti sul corso del Po ed ha evidenziato che il fenomeno è composto da tre componenti:

- abbassamento generalizzato dell'alveo;
- scalzamento da contrazione della sezione trasversale;
- scalzamento locale per effetto della pila o spalla

che si manifestano in modo sostanzialmente indipendente tra loro.

Lo studio individua una profondità massima teorica di scalzamento di circa 18,5 m a partire dalla quota di fondo alveo attuale potendo, pertanto, il valore teorico raggiungere, in occasione di fenomeni estremamente gravosi, essendo la quota di fondo alveo pari a + 4,0 m s.m., la quota assoluta di scalzamento di – 14,5 m s.m.

Le conclusioni dello studio del Prof. Siviero coniugate con quelle degli studi idraulici succitati individuano la soluzione ottimale nella sostituzione del tratto di manufatto posto in alveo in relazione ai cedimenti manifestatisi mantenendo attivo un attento e continuativo monitoraggio delle deformate della struttura e delle quote di scalzamento di fondo.

L'amministrazione provinciale e regionale nell'anno 2013 hanno individuato un percorso concertato che li ha portati in tempi brevi ad individuare congiuntamente la soluzione consistente nella sostituzione del tratto di manufatto del ponte posizionato nell'alveo attivo del fiume Po quale soluzione migliore per risolvere le gravi criticità esistenti (dalla spalla SP1 posta in sponda sinistra alla pila P5).

La Regione Lombardia, in breve tempo, è riuscita ad individuare e mettere a disposizione la somma di 30 milioni di euro per l'intervento e la Provincia di Mantova ha assunto l'onere di cofinanziare l'opera e di realizzare l'intervento mediante una specifica convenzione con la Regione Lombardia stessa.

Il progetto esecutivo, redatto a partire dal definitivo, sviluppato sulla base del progetto preliminare, pertanto, dà attuazione alla concertazione raggiunta direttamente tra la Regione Lombardia e la Provincia di Mantova nella prima fase e successivamente estesa ai principali enti competenti territorialmente quali: Autorità di Bacino del fiume Po, Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici di Brescia, AIPO – Agenzia Interregionale per il fiume Po e le autorità paesaggistiche (Regione Lombardia e Parco del Mincio).

La progettazione e la realizzazione dell'opera esclusivamente confermano, ottimizzano e migliorano le previsioni e gli obiettivi del progetto preliminare posto a base di gara, elevando il livello qualitativo-prestazionale dell'opera, così come approvato dalla conferenza, rimanendo vincolante il disposto approvativo del progetto preliminare. Nella attuale fase di progettazione esecutiva vengono quindi recepite tutte le prescrizioni dei precedenti livelli progettuali con adeguamento ai rilievi tutti sviluppati in questa fase.

Il *ponte sul Po*, posto a scavalco del grande fiume tra i comuni di ***Bagnolo San Vito*** (in sponda sinistra) e di ***San Benedetto Po*** (in sponda destra), appartiene al percorso della S.P. ex S.S. n° 413 "*Romana*" e costituisce uno dei manufatti più importanti dell'intero patrimonio della Provincia di Mantova, soprattutto in considerazione della sua collocazione strategica, rappresentando un punto di passaggio praticamente obbligato per l'intera zona sud est della Provincia. Infatti l'arteria stradale alla quale il ponte appartiene collega il Destra Secchia (nonché le limitrofe aree delle province confinanti di Modena e Ferrara), con il capoluogo di Mantova e con il casello autostradale di Mantova Sud dell'A22 e quindi è interessata da un ingente flusso veicolare, con un'alta percentuale di traffico pesante.

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Relazione Generale

La Strada Statale 413 "Romana" è una Strada Provinciale a seguito della recente conclusione (Ottobre 2010) del procedimento iniziato nel 2001 del trasferimento dall'Anas alle Province competenti in materia di infrastrutture, attraversa il fiume Po tra Bagnolo San Vito e San Benedetto Po, iniziando in sponda sinistra, Comune di Bagnolo San Vito, circa al Km 13+370, per terminare in sponda destra in Comune di San Benedetto Po al Km 13+983 circa.

Il ponte fu realizzato su progetto e incarico del Compartimento Anas della Lombardia negli anni 1964 – 1966 dalla Impresa "*Ing. Renzo Recchi*" di Torino, sotto la direzione dell'*Ing. Alfredo Passero*, firmatario del progetto approvato l'anno precedente dall'Azienda Nazionale Autonoma delle Strade. A metà degli anni '60 del secolo scorso, a seguito dell'incremento del traffico verificatosi per effetto del "boom" economico, si rese necessaria la costruzione dell'attuale ponte in sostituzione del precedente ponte in barche, struttura diventata inadeguata in termini di portata e di sezione trasversale per garantire il collegamento tra i due bacini territoriali serviti dalla S.P. ex S.S. 413.

Il ponte ha una lunghezza complessiva pari a 613,00 m, suddivisa su 8 campate con luce teorica di 67,00 m a cui si sommano due campate terminali di luce pari a 38,50 m ciascuna.

Il progetto iniziale, realizzato dalla Ditta "Ing. Renzo Recchi", è caratterizzato da uno schema statico longitudinale, di tipo isostatico, è costituito da mensole bilanciate su pile a 'bipendolo' con sbalzo teorico di m 57,00/2= 28.50 m e campata tampone di chiusura a sella Gerber avente luce di m 10.00.

La prima e l'ultima campata, di lunghezza ridotta, hanno la trave tampone appoggiata su una mensola da un lato e sulla spalla dall'altro.

L'impalcato è largo 11.00 m di cui 7,50 m adibiti a sede stradale, e i restanti 2x1,75 = 3,50 m a marciapiedi rialzati. In realtà a seguito dei rilievi fatti in fase esecutiva il ponte attuale presenta una sede stradale di 7,20 m circa a seguito di allargamento dei marciapiedi laterali.

La sezione trasversale delle mensole, tipo cantilever, è costituita da due cassoni collegati da una soletta di 20cm di spessore senza traversi di ripartizione oltre al setto in corrispondenza della pila e al traverso per la sella Gerber.

Le pareti dei cassoni hanno spessore costante di soli 25 cm.

L'altezza della sezione varia con legge di tipo iperbolico da 3,40m in corrispondenza delle pile a 1,10 m in corrispondenza delle selle Gerber.

La trave tampone è costituita da una soletta di 20 cm e 4 nervature di 30 cm di spessore, per un'altezza totale di 110cm.

L'interasse delle travi è di 3,20m tra le travi esterne e di 3,30 m tra le travi interne. A metà della luce è presente un traverso di ripartizione di 20 cm di spessore.

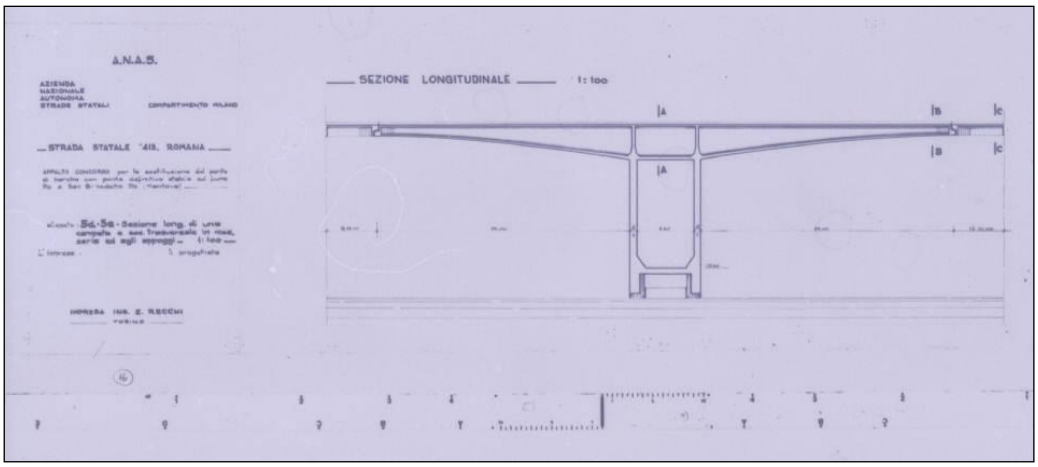
Le 9 pile a sezione rettangolare insistono su fondazioni ad 8 pali, già previste per il raddoppio del ponte che non è mai stato realizzato. Ogni pila è costituita da 4 setti rettangolari in c.a.

A seguito di questa impostazione progettuale, la posizione del ponte risulta eccentrica rispetto alla palificata di fondazione, provocando un forte sbilanciamento nella ripartizione dei carichi tra i pali, anche per effetto dei soli carichi permanenti.

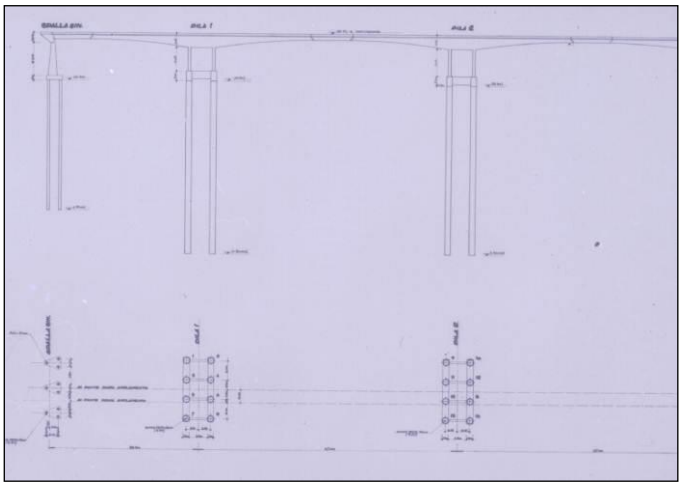
I pali sono di 1.400 mm di diametro e immersi nel terreno per una profondità variabile tra circa 17 m e massima di circa 23 m da fondo dell'alveo.

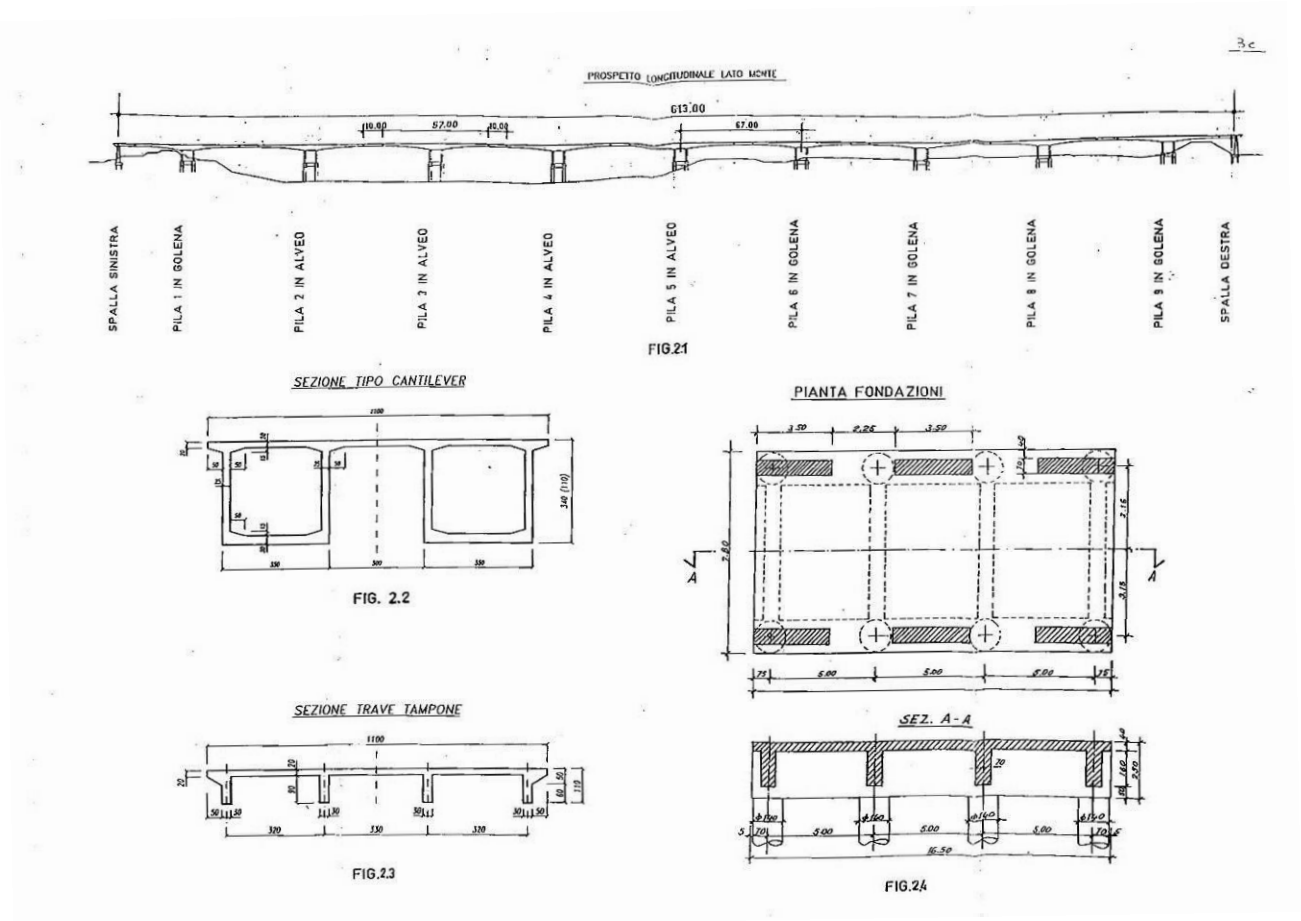
Cinque pile sono situate in golena e hanno i pali completamente interrati, per le rimanenti quattro pile, situate direttamente in alveo, i pali di fondazione fuoriescono dal fondo fino alla quota del pulvino per una lunghezza di circa 12,00 m.

Come sopra menzionato, con provvedimento risalente al settembre 2001, la ex S.S. n° 413 "Romana" era già stata provincializzata ma, a causa dei lavori all'epoca ancora in atto sul Ponte di San Benedetto, il tratto di infrastruttura tra inizio e fine ponte rimase in carico ad ANAS, che si impegnò a consegnarlo alla Provincia di Mantova all'atto della conclusione dei lavori e del collaudo degli stessi. Tali lavori ebbero una prima conclusione nel settembre 2002, relativamente ad un progetto di ristrutturazione del ponte risalente al 1997 e una seconda tornata nel 2008, per consentire il rifacimento della sovrastruttura stradale ammalorata; il collaudo finale di tali lavori è stato effettuato, per conto di ANAS, nell'aprile del 2009 e la presa in consegna da parte della Provincia di Mantova è avvenuta il 23 ottobre 2010.



Le travate sono state realizzate mediante travi in calcestruzzo armato precompresso, mentre le pile sono state eseguite con calcestruzzo gettato in opera e presentano fondazioni profonde su pali.





Con la finalità di individuare le cause dei dissesti e di valutarne l'entità, nell'anno 1987, da parte di Anas fu redatta una specifica perizia con indagini a mezzo di prove non distruttive a caratterizzazione dinamica eseguite dalla ditta A.I.C.E. s.r.l. – Applicazioni di Ingegneria per controlli nell'Edilizia.

I risultati delle indagini hanno evidenziato fenomeni di rotazione e abbassamento delle pile in alveo dell'ordine di 3 -10 cm e abbassamento delle mensole a sbalzo impostate sulle pile dell'ordine di 8 – 15 cm.

Le livellazioni eseguite hanno inoltre evidenziato che il grave stato deformativo era in atto.

Conseguentemente al manifestarsi dello stato deformativo sulla struttura, l'Anas – Compartimento Lombardia – iniziò dall'anno 1988 a far redigere studi, verifiche e progetti che portarono ad alcuni interventi realizzati negli anni 1998 e 2002.

Dalla documentazione consultabile dell'Anas risulta il seguente elenco:

- 1) Relazione di calcolo di origine firmata dal Prof. Ing. Passaro

- 2) Elaborati esecutivi ricavati da stampa di diapositive

- 3) A.I.C.E. (Applicazioni d'Ingegneria per Controlli nell'Edilizia)
Maggio 1988 a firma dell'Ing. Silvio Levrero
"Strada Statale n° 413 Romana - Ponte sul fiume Po - Indagini a mezzo di prove non distruttive e caratterizzazione dinamica" .

- 4) A.I.C.E. (Applicazioni d'Ingegneria per Controlli nell'Edilizia)
14 Gennaio 1991 a firma dell'Ing. Silvio Levrero
"Strada Statale n° 413 Romana - Ponte sul fiume Po - Valutazione della portata delle fondazioni e della fattibilità degli interventi di rinforzo atti a ripristinare la planarità del piano viabile - Rapporto preliminare" .

- 5) A.I.C.E. (Applicazioni d'Ingegneria per Controlli nell'Edilizia)
Marzo 1991 a firma dell'Ing. Silvio Levrero
"Strada Statale n° 413 Romana - Ponte sul fiume Po - Valutazione della portata delle fondazioni e della fattibilità degli interventi di rinforzo atti a ripristinare la planarità del piano viabile - Relazione tecnica".

- 6) Ing. Giovanni Corona
23 Novembre 1993
"Strada Statale n° 413 Romana, tronco Cerese-Moglia - Lavori di indagini e prove per il recupero statico delle opere d'arte - Relazione sullo stato di conservazione del ponte".

- 7) Società Sondedile di Teramo
1994 a firma del Dott. Antonio di Antonio
"Strada Statale n° 413 Romana, tronco Cerese-Moglia - Lavori di indagini e prove per il recupero statico delle opere d'arte- Relazione Geologica".

- 8) Società Sondedile di Teramo
Maggio 1994
Numerose parti sono state subappaltate alla società Terra Company e redatte dall'Ing. Stefano Beneforti
"Strada Statale n° 413 Romana, tronco Cerese-Moglia - Lavori urgenti di indagini e controlli e prove sulle strutture del ponte sul fiume Po in località San Benedetto. Relazione interpretativa finale con allegati"

Studi ordinati all'Amministrazione Provinciale di Mantova:

- 9) Società Terra Company di Segrate
Gennaio 1995 firmato dagli Ingg. Stefano Beneforti e Luigi Belloni
"Interventi di ripristino della funzionalità statica delle opere di fondazione e dell'impalcato del ponte sul Po' in località San Benedetto Po' lungo la SS. 414 "Romana" - Progetto di massima e preventivo sommario ".

- 10) Prof. Ing. F. Martinez y Cabrera
5 Febbraio 1996
"Strada Statale 413 Romana - Ponte sul fiume Po a San Benedetto Mantova - Valutazioni statiche preliminari".

-11) Prof. Ing. F. Martinez y Cabrera
24 Giugno 1996
"Strada Statale 413 Romana - Ponte sul fiume Po a San Benedetto Mantova - Esame dello stato del ponte con riferimento alle normative vigenti".

Di seguito si allegano gli estratti di alcuni dei documenti sopracitati.

- **A.I.C.E. (Applicazioni d'Ingegneria per Controlli nell'Edilizia)**
Maggio 1988 a firma dell'Ing. Silvio Levrero
"Strada Statale n° 413 Romana - Ponte sul fiume Po - Indagini a mezzo di prove non distruttive e caratterizzazione dinamica".

Si riportano alcuni stralci della relazione del 1991 in cui vengono riassunte le conclusioni:

"

Nel maggio del 1988, a cura della scrivente, fu redatta una relazione tecnica (rf207-88) che sulla scorta di indagini sperimentali e teoriche, conseguì quanto sotto riportato:

1) *gli sbalzi impostati sulle pile in golena, raggiungevano abbassamento massimi e simmetrici, in corrispondenza delle testate, (dove sono ricavate le sedie Gerber), variabili da 8 a 13 cm.; in alveo, e precisamente sulle pile 2, 3 e 4 detti abbassamento non risultavano simmetrici rispetto alle pile e raggiungevano valori della freccia sino a quasi 15 cm. in corrispondenza della seconda campata;*
2) *le pile erano caratterizzate da un abbassamento, rispetto ad una ipotizzata livelletta di progetto, dell'ordine di 3/4 cm., con valore superiore ai 10 cm. in corrispondenza della pila n. 3 (in alveo);*
3) *le ispezioni visive all'interno dei cassoni non evidenziavano importanti stati di degrado o quadri fessurativi (salvo che presenza di fenomeni di umidita' o presenza di qualche staffa scoperta);*
4) *nelle 10 ispezioni a campione effettuata sui cavi di precompressione non emerse alcuna difettosità;*
5) *i valori dei moduli elastici dinamici rilevati tramite prove ultrasoniche erano coerenti con le indagini di caratterizzazione dinamica sperimentale e teoriche eseguite;*
6) *la anomala deformazione del piano viario riscontrata e' sostanzialmente attribuibile a deformazioni differite delle mensole a sbalzo per effetto del carico permanente ed agli abbassamenti e rotazioni delle pile 2, 3 e 4.*

Dalla relazione emergeva, quindi, che il grave stato deformativi del piano viabile era da correlare ad errata valutazione dei fenomeni viscosi intrinseci alla tipologia statica adottata ed ad un carente dimensionamento delle fondazioni. A questo proposito fu consigliato di mantenere sotto controllo la planarita' dell'impalcato con periodiche livellazioni ed eseguire sondaggi geognostici per conoscere la stratigrafia dei terreni e le relative caratteristiche geotecniche.

"

- **A.I.C.E. (Applicazioni d'Ingegneria per Controlli nell'Edilizia)**
  14 Gennaio 1991 a firma dell'Ing. Silvio Levrero
  "Strada Statale n° 413 Romana - Ponte sul fiume Po - Valutazione della portata delle fondazioni e della fattibilità degli interventi di rinforzo atti a ripristinare la planarità del piano viabile - Rapporto preliminare" .

"

A seguito della ricerca di mercato del 28.12.90, sulla base della perizia 8786 del 13.06.90, il Compartimento Regionale della Viabilità di Milano della Azienda Nazionale Autonoma delle Strade (A.N.A.S.), affidava alla scrivente prestazioni urgenti di indagini teoriche e sperimentali per la valutazione della portata delle fondazioni e della fattibilità di interventi di rinforzo atti a ripristinare la planarità del piano viabile del ponte sul Fiume Po sulla S.S. 413 in località S. Benedetto Po.
Le prestazioni prevedevano
a) la livellazione dell'impalcato con elaborazione dei dati e confronto con quelli di precedenti livellazioni;
b) la elaborazione dei dati riguardanti le indagini geognostiche eseguite da ditta specializzata, per la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e la valutazione della capacità portante delle attuali fondazioni in funzione dei carichi previsti dalla normativa vigente;
c) determinare la fattibilità di interventi tesi al ripristino della perfetta planarità del piano stradale attuale.

Quanto sopra in relazione al grave stato deformativo del piano stradale del manufatto che ne inficia la sicurezza nei confronti dell'utenza e che provocando sollecitazioni dinamiche importanti può' seriamente compromettere la staticità globale dell'opera.
Il presente rapporto preliminare, come da richiesta dei Tecnici dell'ANAS, è stato redatto sulla scorta dei primi risultati teorici e sperimentali ottenuti.
.....
Le livellazione eseguite, ancora in corso di elaborazione e quindi non consegnate in allegato, hanno comunque evidenziato, cosi' come emerge dalle prime calcolazioni effettuate in sito, che i fenomeni di rotazione e abbassamento delle pile in alveo, lungi dall'essersi assestati, sono ancora in atto.
Lo stesso discorso vale per i fenomeni di fluage riscontrati sulle mensole in c.a.p. sia in golena che in alveo (dove detti fenomeni sono addirittura esaltati per la componente del peso proprio provocata dalle rotazioni delle pile).
Le indagini geognostiche, spinte sino alla profondità di trentacinque metri, (i cui risultati sono a tutt'oggi in fase di elaborazione), hanno confermato una scarsa portanza dei terreni: infatti l'aspetto litologico dei terreni indagati (ad oggi per i sondaggi in alveo), è rappresentato da sabbie medio fini, limi argillosi e sabbiosi.
I valori medi degli SPT registrati sono compresi tra 5 e 16; il grado di addensamento risulta tra sciolto e mediamente compatto con angoli di attrito variabili tra 20 e 27 gradi.

IPOTESI DI INTERVENTO
Sulla scorta di quanto indicato nei paragrafi precedenti appare chiaro che per riottenere la planarità del piano viabile è necessario agire sia sulle fondazioni che sugli impalcati.
Per quanto riguarda le fondazioni, visti i risultati delle indagini geognostiche, occorre aumentare convenientemente il numero dei pali di grosso diametro, portandoli dagli attuali 8 a 16, come da schema sottoriportato; ciò necessita ovviamente anche un adeguamento delle dimensioni del plinto di collegamento dei pali. La lunghezza dei nuovi pali dovrà essere tale da garantire assestamenti di valori pressoché nulli.

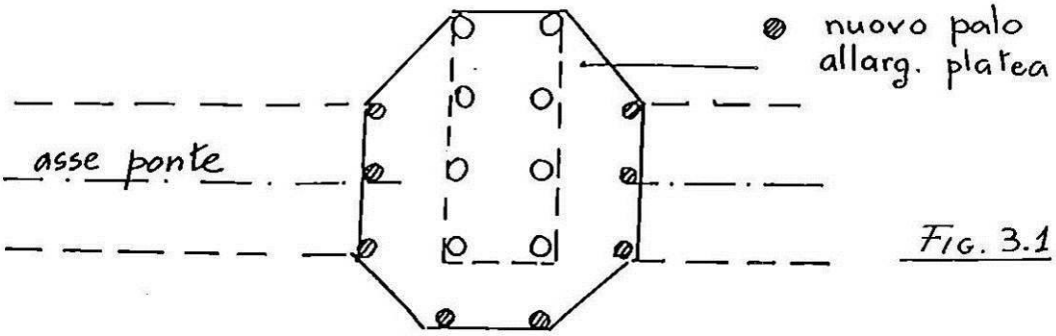


FIG. 3.1

Una volta conseguito il consolidamento delle fondazioni, soprattutto per le parti in alveo, si potrà intervenire sull'impalcato integrando con riporti di calcestruzzo nuovo (da gettare sulla attuale soletta, previo scarifica, piolatura, aggrappaggio ecc.), le zone in avvallamento e contrastando questi nuovi carichi con l'impiego di presollecitazioni provocate dalla applicazioni di cavi da precompressione in corrispondenza delle mensole e con rinforzi (eventuali) a mezzo di placcaggi in corrispondenza delle travi tampone.

Più dettagliatamente, dovranno prevedersi le seguenti operazioni:

- *esportazione della pavimentazione, dei cordoli, dei marciapiedi dei giunti;*
- *sollevamento delle travi tampone, sistemazione delle sedie Gerber e posizionamento di nuovi appoggi che riportino dette travi in quota con le mensole;*
- *abrasione meccanica delle superfici mediante sabbiatura in modo da asportare le parti degradate;*
- *applicazione dei cavi da precompressione e di piastre in acciaio per il collegamento lungo l'anima delle travi degli sbalzi e dell'interpila;*
- *getto di nuova soletta a spessore variabile di calcestruzzo, (sulle mensole) opportunamente ancorata a quella preesistente, tale da creare un nuovo piano perfettamente orizzontale-,*
- *pretensione dei cavi;*
- *getto di calcestruzzo per uno spessore adeguato a ricopertura dei cavi;*
- *esecuzione di placcagli (se necessari) sulle travi tampone;*
- *impermeabilizzazione dell'impalcato, sistemazione giunti, pluviali ed altre opere di finitura.*

CONCLUSIONI

come indicato nei paragrafi precedenti, i cedimenti delle fondazioni e gli importanti fenomeni di fluage delle mensole (esaltati dalle rotazioni delle pile in alveo), hanno creato sulla struttura un quadro deformativo che ne inficia la funzionalità e che provoca, a causa delle importanti sollecitazioni dinamiche derivanti, uno stress da fatica deleterio ai fini della staticità complessiva.

Nel paragrafo 4 è riportato un primo schema minimale di interventi necessari per ricondurre l'opera a condizioni di funzionalita' accettabili.

Da una prima valutazione emerge che l'onere economico di detti interventi sulle strutture esistenti risulta superiore a quello necessario per una ricostruzione ex novo.

Si deve inoltre considerare che l'intervento sulle strutture esistenti prevede la chiusura al traffico dell'opera.

- **A.I.C.E. (Applicazioni d'Ingegneria per Controlli nell'Edilizia)**
  Marzo 1991 a firma dell'Ing. Silvio Levrero
  "Strada Statale n° 413 Romana - Ponte sul fiume Po - Valutazione della portata delle fondazioni e della fattibilità degli interventi di rinforzo atti a ripristinare la planarità del piano viabile - Relazione tecnica".

"

3.1 Livellazioni topografiche

....

I risultati della livellazione sono graficati e consegnati nella tavola 1 dove sono riportati nella parte superiore quanto rilevato nel 1987 e nella parte inferiore quanto rilevato nel mese di febbraio dell'anno in corso.

Dalla analisi comparata dei risultati emerge che:

- *in alveo le pile 2, 3 e 4 hanno subito cedimenti ulteriori variabili da 3 a 4,5 centimetri circa;*
- *in golena le pile dal hanno subito ulteriori cedimenti variabili da 2,5 a 6 centimetri circa; la spalla lato S. Benedetto ha subito un cedimento di 5 centimetri.*

Emerge da questo quadro che i fenomeni di assestamento riscontrati nel 1987 non si sono esauriti e anzi proseguono con preoccupanti incrementi.

3.2 Indagini geognostiche

Le indagini geognostiche, spinte sino alla profondità di trentacinque metri hanno rivelato l'aspetto litologico dei terreni indagati, che è caratterizzato da strati alterni di sabbie medio fini, limi argillosi e sabbiosi e con Intervalli argillosi.

Le prove SPT effettuate hanno fornito una indicazione di massima sulla consistenza dei primi 35 m di sondaggio; precisamente sia in alveo, che in golena per i primi 25 m grado di consistenza mediamente compatta, tra 25 e 35 m grado di addensamento mediamente compatto/denso.

Sulla base dei dati geotecnici ottenuti, è stato possibile calcolare la portata ultima del singolo palo ϕ 150 cm che è stata valutata essere intorno a 35000 KN.

Poiché dal risultati del calcolo del manufatto il massimo carico per il singolo palo è di 4430 KN, risulta esservi un coefficiente di sicurezza maggiore di 6.

Peraltro, il calcolo dei cedimenti sotto carichi permanenti (17800 KN per ogni gruppo di 8 pali, cfr. All. 1) basato sul risultati delle prove edometriche degli strati limosi/argillosi ha fornito valori assoluti di cedimento variabili, con massimo S=22 cm per la pila n° 2 in alveo.

Tale differenza di comportamento è dovuta alla variabilità della potenza degli strati argillosi al di sotto dei 20 m, che maggiormente influenzano i cedimenti stessi.

Si fa notare che dal confronto fra i risultati delle livellazioni compiute, risulta un maggior incremento dei cedimenti delle zone in golena (pile n° 5, 6, 7, 8, 9). Tale fenomeno a nostro avviso è da collegarsi ai periodi siccitosi degli ultimi anni, che, provocando sistematici abbassamenti delle falde, hanno incrementato la pressione efficace (e quindi il cedimento) nel terreni sabbiosi, quali quelli effettivamente attraversati dai sondaggi in golena.

4. IPOTESI DI INTERVENTO

Sulla scorta di quanto indicato nei paragrafi precedenti appare chiaro che per riottenere la planarita' del piano viabile è necessario agire sia sulle fondazioni che sugli impalcati.

4.1. Fondazioni

Per quanto riguarda le fondazioni, visti i risultati delle indagini geognostiche e delle livellazioni topografiche, occorre diminuire la compressibilità delle palificate, estendendone l'area di influenza e minimizzando l'effetto degli strati compressibili. ciò si può ottenere aumentando il numero dei pali di grosso diametro, portandoli dagli attuali 8 a 16 per ogni pila,

come da schema di Fig. 1. La lunghezza dei nuovi pali, di diametro ϕ 150 cm come quelli attuali, dovrà essere di almeno 35 m.
Il collegamento fra il nuovo plinto e quello esistente dovrà essere tale da garantire la monoliticità dell'insieme: si farà dunque ricorso alla precompressione trasversale, mediante l'impiego di 22 barre ϕ 40 tipo Dywidag disposte ai lati di ciascuna delle 4 file di pali, come illustrato nella figg. 2 3 e 4.
Dato che le sollecitazioni indotte dai carichi concentrati trasmessi dai pali sono prevalentemente sostenute dalle barre di precompressione, si prevede per i nuovi plinti un indice di armatura modesto, pari a circa 40-50 Kg/m^3.
In particolare si effettueranno due interventi distinti, anche per tener conto delle maggiori deformazioni delle campate in alveo, rispetto a quelle in golena.
Mentre per queste ultime è sufficiente un collegamento passivo fra nuova e vecchia palificata, per le pile in alveo sarà necessario prevedere un collegamento attivo, in grado cioè di precaricare immediatamente i nuovi pali, trasferendo ad essi una parte dei carichi permanenti.

PIANTA NUOVA FONDAZIONE

SCALA 1:200

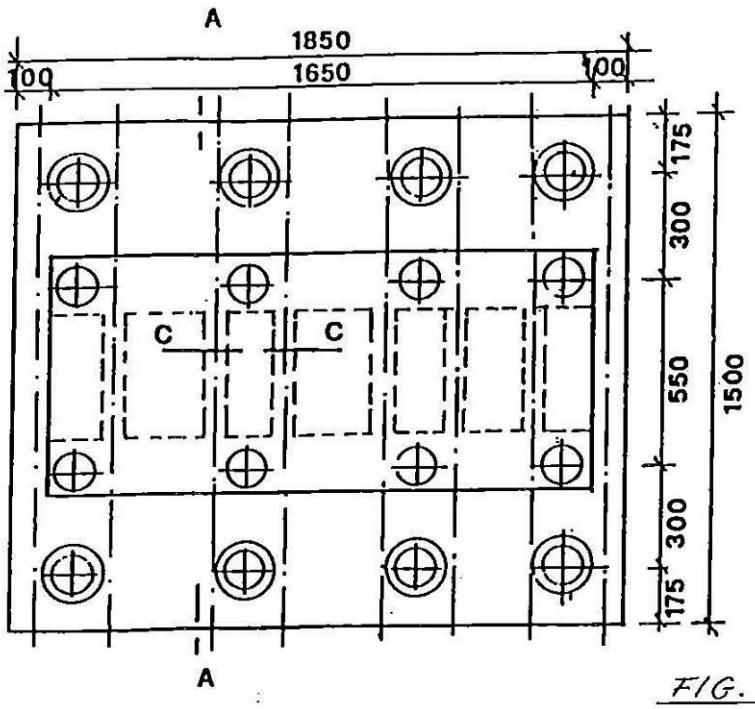


FIG. 3.2

La procedura per il consolidamento delle fondazioni in alveo è illustrata nelle figg. 3 e 4, ed è articolata come segue:

a) infissione dei nuovi pali affiancati a quelli esistenti;
b) getto del nuovo plinto e tesatura delle barre di precompressione; In questa fase si manterrà un'intercapedine fra il nuovo palo e l'ampliamento del plinto in modo da consentire scorrimenti reciproci;
c) getto di una testa a martello in c.a., solidale all'estremità di ciascuno dei nuovi pali, nella quale saranno alloggiate le testate di ancoraggio di 8 barre Diwydag ϕ 40; l'altra estremità delle barre è fissata alla base -del plinto;
d) sollevamento della fondazione mediante la tesatura delle barre; durante tale operazione si potrà anche recuperare parte delle deformazioni attuali mantenendo la pila sotto controllo topografico (livellazione laser);
e) sigillatura dell'intercapedine fra nuovo: palo e plinto mediante getto di calcestruzzo autolivellante e a ritiro compensato; si potrà trasmettere il carico tra palo e plinto per aderenza, previa preparazione delle superfici affacciate;
f) getto di un colletto in c.a. fra la testa a martello ed il nuovo plinto a protezione delle barre di sospensione.

Per il consolidamento delle fondazioni in golena sarà sufficiente operare come segue:

a) infissione dei nuovi pali affiancati a quelli esistenti;
b) getto del nuovo plinto e tesatura delle barre di precompressione.

4.2. Impalcato

Una volta conseguito il consolidamento delle fondazioni, si potrà intervenire sull'impalcato integrando con riporti di calcestruzzo nuovo (da gettare sulla attuale soletta, previa scarifica, piolatura, aggrappaggio ecc.), le zone in avvallamento.
Si sottolinea che questa operazione è consentita solo per le mensole a sbalzo e con uno spessore massimo del riporto di 10 cm; per le travi tampone, onde evitare eccessivi incrementi di peso, si dovrà recuperare la quota mancante spessorando opportunamente gli appoggi, o sostituendo gli attuali con nuovi apparecchi di adeguate dimensioni.
Il maggior carico sulle mensole derivante dalla ricarica di calcestruzzo dovrà essere compensato con una precompressione supplementare.
Come illustrato nella fig. 5, si porranno in opera 4 cavi ciascuno da 7 trefoli da 0,6" del tipo "unbounded", disposti sui lati interni dei due cassoni.
Gli ancoraggi verranno ricavati In corrispondenza dei traversi esistenti. Nei traversi sulle pile, il carico concentrato derivante dalla precompressione verrà assorbito da un puntone in c. a. gettato tra i traversi stessi; nel traverso di testata tale carico verrà sostenuto da rinforzi localizzati costituiti da placcaggi o getto di cordoli in c.a.. La scelta fra le due opzioni potrà avvenire solo in sede di progetto esecutivo, presa visione delle condizioni operative.
La tesatura avverrà dall'interno dei cassoni in corrispondenza delle testate poste sui traversi sulle pile.
Con tale dispositivo le sollecitazioni nelle sezioni di incastro subiscono un incremento di compressione assai modesto, di entità variabile fra 0,5 e 0,8 MPa (5 - 8 Kg/cml), comprensive dell'effetto della ricarica: tale intervento pertanto non influisce significativamente sullo stato tensionale esistente, che andrà comunque verificato in sede di progetto esecutivo.
Più dettagliatamente, dovranno prevedersi le seguenti operazioni:

- *sollevamento delle travi tampone, sistemazione delle sedie Gerber e posizionamento di nuovi appoggi che riportino dette travi in quota con le mensole;*
- *foratura dei traversi di testata, preparazione degli ancoraggi dei cavi e predisposizione di eventuali rinforzi locali (placcaggio o getto di cordoli in c.a.);*
- *foratura dei traversi sulle pile, preparazione delle testate, getto dei 4 puntoncini in c.a. di collegamento dei traversi (dimensioni indicative 0,30 x 0,70 L = 5,60 m);*
- *posa dei cavi da precompressione e delle rastrelliere di sostegno disposte ad interesse di 2,0 m circa lungo gli spigoli superiori interni delle travi a cassone (cfr. fig. 6);*
- *esportazione della pavimentazione, dei cordoli, dei marciapiedi e dei giunti;*

- *abrasione meccanica delle superfici mediante sabbiatura in modo da asportare le parti degradate;*
- *getto (sulle mensole) di nuova soletta a spessore variabile (max 10 cm) di calcestruzzo armato, opportunamente ancorata a quella preesistente, e tale da creare un nuovo piano perfettamente orizzontale;*
- *postensione dei cavi;*
- *impermeabilizzazione dell'impalcato, sistemazione giunti, pluviali ed altre opere di finitura:*
- *esecuzione di placcaggi sulle travi tampone.*

5. VALUTAZIONE ECONOMICA INTERVENTI DI RIPRISTINO

Sulla scorta degli interventi indicati nel paragrafo precedente, tenuto conto della geometria dell'attuale impalcato, si stima in circa 500.000 L./mq l'impegno economico per il ripristino funzionale dell'attuale piano viabile.
Una ricostruzione ex-novo dell'impalcato permetterebbe un risparmio rispetto alla cifra indicata, intorno al 10%. Tenuto conto che sostanzialmente nuove fondazioni su pali avrebbero comunque un costo non superiore all'adeguamento di quelle esistenti (infatti per ogni pila sono previsti la costruzione di 8 nuovi pali per una adeguata diffusione del carico), si conclude che l'intervento sulla struttura esistente ha sicuramente dei costi superiori rispetto alla costruzione di un manufatto di uguale superficie del piano viabile.
oltre agli oneri diretti, va poi considerato che durante l'intervento di ripristino il ponte deve essere chiuso al traffico, il che comporta non indifferenti costi indiretti per la utenze locali.

6. CONCLUSIONI

Come indicato nei paragrafi precedenti, i cedimenti delle fondazioni e gli importanti fenomeni di fluage delle mensole (esaltati dalle rotazioni delle pile in alveo), hanno creato sulla struttura un quadro deformativo che ne inficia la funzionalità e che potrebbe indurre, a causa delle importanti sollecitazioni dinamiche derivanti, uno stress da fatica deleterio ai fini della staticità complessiva.
Il recupero statico del manufatto è, a nostro parere, fattibile, anche se richiede, specie per le fondazioni in alveo, operazioni tecnicamente impegnative. Nel paragrafo 4 è riportato in dettaglio lo schema degli interventi necessari per ricondurre l'opera a condizioni di funzionalità accettabili.
Sulla scorta della valutazione economica eseguita nel paragrafo 5, emerge che la ricostruzione é economicamente più conveniente. si deve inoltre considerare che l'intervento sulle strutture esistenti prevede la chiusura al traffico dell'opera; di ciò ovviamente si dove tenere conto per la valutazione dei costi indiretti.

A seguito della piena del fiume Po dell'ottobre 1993 si produssero ulteriori deformazioni del piano stradale che portarono l'Anas Lombardia ad una prima chiusura al traffico il 20.10.1993, dopo il sopralluogo del Comando dei Vigili del Fuoco di Mantova del 06.10.1993.

L'interruzione al traffico durò fino al 01.12.1993 con Ordinanza Anas n. 95 del 25.11.1993 che disponeva la riapertura a senso unico alternato con limite di altezza di 1,90 m e larghezza 2,50 m, carico 2.000 Kg, velocità 50 Km/h.

Successivamente, dal 1993 al 1996, si susseguirono le seguenti ordinanze da parte di Anas Lombardia di riapertura e di limitazione al traffico:

- Ordinanza A.N.A.S. n° 50 del 06.06.1994 di apertura al traffico della S.S. 413 "Romana" dal km. 12+800 al km. 14+600 in Comune di Bagnolo S. Vito e s. Benedetto Po, a doppio senso di marcia con limiti di: larghezza cm.250, carico 35ql, velocità km/h 50 dalle ore 12,00 del giorno 08 giugno 94;

- Ordinanza A.N.A.S. n° 20 del 14.02.1998 in sostituzione delle precedenti limitazioni, in viene interdetto il transito dei veicoli eccedenti le seguenti caratteristiche: peso globale non eccedente 15,00 tonn. - carico del singolo asse non eccedente 8,00 tonn. - velocità non superiore a 50 km/h. - larghezza max veicoli cm. 250,00.

L'Anas Lombardia, in seguito ad un procedimento valutativo assai articolato, fece redigere al prof. Ing. F. Martinez y Cabrera il progetto n. 11458 del 19.02.1997, approvato nel settembre 1998. L'Anas affidò i lavori alla Società Ruscalla Delio (Spa) poi Lombardini Spa e quindi Impresa Spa. Mediante un processo realizzativo assai articolato gli interventi di miglioramento furono eseguiti tra il 1998 ed il 2002. A seguito di opportune valutazioni Anas convenne che l'opera non era a norma e che per raggiungere un grado di sicurezza accettabile erano necessari alcuni interventi, poi eseguiti:

- Fondazioni – Carotatura con fori di soli sei pali (su otto) per ogni fondazione e prolungamento dei singoli pali con jet-grouting;
- Fondazioni – Realizzazione di quattro pali aggiuntivi (d=1000mm, Linfissione=35m) all'interno delle palificate in alveo collegati alla stessa pila a due a due mediante traversoni precompressi appoggiati sull'estradosso del plinto esistente;
- Impalcato – Incremento delle precompressione con cavi esterni sui cantilevers sino ad un massimo del 50% sezioni in golena.
- Impalcato – Interventi sulle sovrastrutture con rifacimento dei marciapiedi e della pavimentazione.

L'intervento portò ad un contenzioso presso il Tribunale di Mantova tra la ditta esecutrice "Impresa Spa" e l'Anas Spa la cui perizia è depositata anche presso la Provincia di Mantova. Successivamente furono eseguiti ulteriori interventi di miglioramento nel 2008 consistenti nella demolizione parziale della sovrastruttura stradale (zone realizzate con massetti pesanti in cls non armato) e ricarica con materiale alleggerito. Tale intervento ha messo alla luce l'utilizzo improprio di materiali pesanti per la realizzazione della sovrastruttura stradale.

A seguito di *fenomeni di scalzamento in alveo dei pali di fondazione*, nonché a causa del continuo aumento dei volumi di traffico transitanti, nel corso degli anni le strutture di sostegno hanno subito una serie di **cedimenti** che hanno determinato *continui dissesti del piano viabile*; problemi con i quali l'ente Provincia è alle prese sin dall'atto della presa in gestione del ponte.

Bisogna considerare che in corrispondenza del piano stradale del ponte si sono venute a creare delle ***cuspidi*** sensibilmente accentuate, laddove i *giunti di pavimentazione* – realizzati con *dispositivi metallici "a pettine"* – fungono da protezione delle "Selle Gerber" e pertanto la struttura è costantemente e ripetutamente soggetta a impulsi vibranti per effetto degli impatti procurati dai veicoli che percorrono il ponte;

tali impulsi determinano una anomala accelerazione dell'ammaloramento, non solo degli stessi giunti, ma anche della stessa struttura costituente il ponte. Inoltre, tali effetti si sviluppano *in misura più che proporzionale alle velocità* con le quali si determinano gli impatti e quindi alle velocità con le quali i veicoli (in particolare quelli ad elevata massa) transitano sul ponte.

In ragione di tale circostanza, si è ritenuto necessario – con una prima ordinanza a partire dall'aprile 2012 – limitare le velocità di percorrenza dei veicoli transitanti sul ponte a non più di ***50 km/h*** ed imporre un *distanziamento di sicurezza*, pari a ***100 m***, tra i veicoli con massa superiore a *7,5 tonnellate* (in maniera da ridurre i fenomeni di sovrapposizione degli effetti dovuti agli impatti, con pericolo di *risonanza delle vibrazioni*). In assenza di strumenti sanzionatori dei veicoli che non rispettano il limite di velocità, si è registrata una sostanziale e generalizzata inosservanza dello stesso limite, verificando – anche con frequenti sopralluoghi –

che le velocità di percorrenza dell'infrastruttura stradale da parte degli automobilisti, sia prima, sia dopo il verificarsi degli eventi sismici del maggio 2012, sono *significativamente superiori al limite imposto dei* ***50 km/h***.

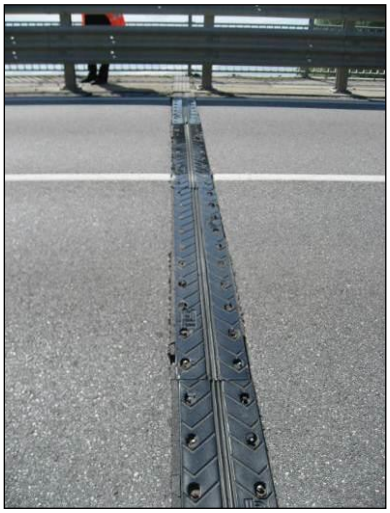
A seguito del sisma del ***20 maggio 2012*** (e della successiva e continua attività tellurica che ha fatto registrare dei massimi relativi in occasione di due scosse nel giorno ***29 maggio*** e di una scossa nel giorno ***3 giugno 2012***), i Tecnici del *Settore Progettazione della Viabilità delle Infrastrutture* sono stati impegnati nell'eseguire sopralluoghi di verifica sulla struttura del ponte ed a attivare procedure di monitoraggio anche per i periodi seguenti. In particolare, dalle verifiche condotte sul ***Ponte di San Benedetto Po*** è emerso che le membrature della struttura hanno subito, a causa del sisma, un incremento di deformazione, riscontrabile sia a livello del piano stradale, sia in riferimento ai profili longitudinali di monte e di valle e del manufatto.

Più specificatamente, l'analisi svolta dal basso mediante l'osservazione dall'alveo ha consentito di evidenziare il verificarsi di significativi movimenti di roto-traslazione delle piastre nervate costituenti le "*travate tampone*" e una ulteriore rotazione nel proprio piano verticale di una o più pile, per effetto di probabili cedimenti differenziali subiti dai pali di fondazione delle pile in alveo.

Ciò ha indotto a ritenere che la struttura sia stata sollecitata al punto da *condizionare la sua stessa funzionalità*, fino ad avere probabili conseguenze sul grado di sicurezza per la percorribilità della stessa.

Pertanto, dopo ulteriori sopralluoghi, in data ***25 maggio 2012***, *a titolo cautelativo* ed *in attesa di ulteriori verifiche*, è stata emessa una ***ordinanza di interdizione al transito sul ponte dei mezzi pesanti*** con peso a pieno carico superiore a ***7,5 tonnellate***, valutando che il passaggio di tali mezzi possa indurre nelle membrature della struttura delle eccessive sollecitazioni dinamiche, tali da risultare intollerabili in conseguenza delle ulteriori deformazioni subite dal manufatto per effetto degli eventi sismici. In particolare preoccupano significativamente le *azioni dinamiche di "**martellamento**"* provocate dal passaggio degli autocarri ed esercitate con particolare violenza in corrispondenza delle selle Gerber.

Va considerato peraltro che, sul piano viario, si è riscontrata una condizione di *forte ammoloramento* della quasi totalità dei ***giunti di pavimentazione "a pettine"***, i quali sono localizzati in corrispondenza dei punti di appoggio delle *travate tampone* sulle *selle Gerber*.



Attualmente il ponte presenta una condizione di "*sbandamento laterale*" verso monte, che determina un elemento di forte aggravamento delle condizioni di criticità già note al verificarsi dell'evento sismico.

Ulteriore problematica significativa è quella relativa al fatto che i *cedimenti differenziali di fondazione* hanno determinato delle rotazioni anche nel piano verticale trasversale passante per alcune delle pile in alveo; si registra, infatti, tra piede e la testa della pila n° 2 (quella che più di tutte presenta il fondo alveo significativamente eroso), uno spostamento nella direzione orizzontale – trasversale al ponte – che per difetto si può quantificare nell'ordine dei ***35÷40 cm***.

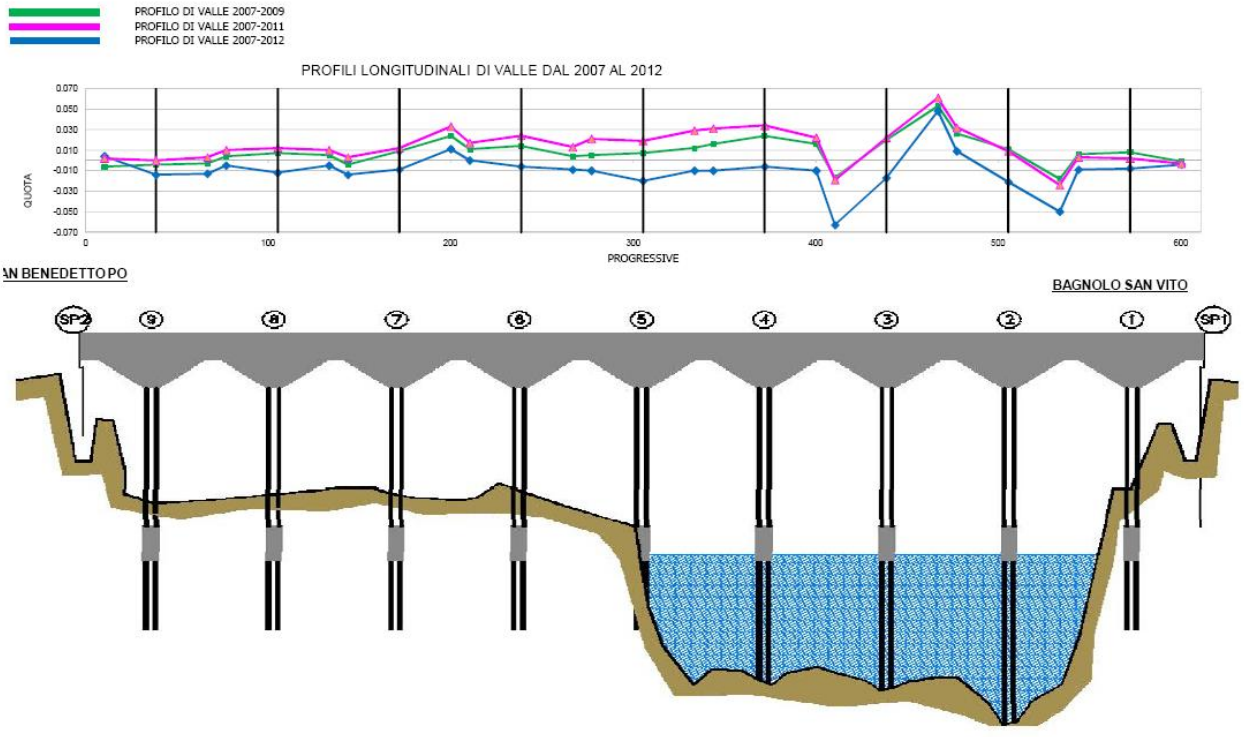
Questa circostanza è quella più limitante in termini di ***degenerazione*** del processo evolutivo per l'ipotesi di *recupero del ponte*.

Le *rotazioni angolari* verificatesi nel piano verticale longitudinale del ponte in corrispondenza delle Selle Gerber esistenti nelle campate sovrastanti l'alveo principale del fiume sono rilevanti. Esse costituiscono delle "***cuspidi di secondo livello***", essendosi verificate successivamente all'intervento ANAS di *riqualificazione del piano viario* (2008).

TRATTO 14 - PARTE FINALE DIREZIONE SUD-NORD (25 APRILE 2008)

Intervento risultato negativo e gravoso dal punto di vista strutturale, poiché ha determinato un incremento del peso "morto" agente sulla stessa struttura. Intervento che era finalizzato a risolvere le "***cuspidi di primo livello***" allora evidenti.

Infatti, seppure *dal punto di vista estetico* il ponte assumeva alla sua nascita un profilo "elegante" per effetto delle sezioni ridotte che esso presenta, era allo stesso tempo eccessivamente deformabile e questa condizione si è dimostrata nel tempo *molto penalizzante* per la stessa struttura, anche in ragione del fatto che per ottenere tale riduzione dello spessore delle sezioni dell'impalcato, la lunghezza delle "travature tampone" fu ridotta a soli ***10 m***. Condizione questa che ha reso oggi ***inaccettabile*** la funzionalità del manufatto e di conseguenza il suo recupero.



Constatato il protrarsi del fenomeno deformativo e per garantire la sicurezza stradale la Provincia di Mantova emise la prima sopra richiamata Ordinanza il 05.04.2012 n. 5/2012 a cui fecero seguito le Ordinanze n. 13/2012 del 25.05.2012 e la n. 24/2012 del 05.06.2012, emesse a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012.

A seguito delle verifiche e dell'accertamento tecnico dei documenti sopracitati, l'Amministrazione Provinciale di Mantova in accordo con la Regione Lombardia ha deciso di predisporre il progetto preliminare per consentire di riaprire la viabilità della ex S.S. 413 "Romana" risolvendo in modo definitivo i gravi problemi evidenziati dal ponte sul fiume Po nella parte dell'alveo inciso.

La documentazione storica inerente la storia del ponte sul fiume Po della S.P. ex S.S. 413, essendo in formato cartaceo, è depositata presso la segreteria dell'Ufficio Tecnico e rimane a disposizione per ogni necessaria verifica e consultazione.

Documenti consultabili

- Elaborati progetto esecutivo originario del Prof. Ing. Passero;
- Progetto n. 9413 del 04.02.1992 dell'Anas – Lombardia redatto Prof. Ing. F. Martinez y Cabrera;
- Progetto n. 11458 del 19.02.1997 dell'Anas – Lombardia redatto dal Prof. Ing. Fulvio Ottavi;
- Perizia tecnica d'ufficio – Tribunale di Mantova – del 01.07.2008 redatta dall'Ing. Giorgio Dall'Aglio;
- Provincia di Mantova – Elletipi S.r.l. – verifiche geometriche dell'assetto deformativo del ponte sul Po del 01.12.2009 e seguenti;
- Piano Emergenziale delle verifiche visive e strumentali dei manufatti di rilevanza strategica a seguito di eventi sismici, redatto su incarico della Provincia di Mantova nel gennaio 2013 dal prof. Ing. Enzo Siviero.

15. DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

15.1. IL TRACCIATO STRADALE *

Oggetto della presente relazione sono le opere stradali connesse all'intervento di "Ristrutturazione del ponte sul fiume Po nei comuni di Bagnolo San Vito e San Benedetto Po" di cui alla procedura ristretta per l'appalto integrato di progettazione esecutiva ed esecuzione delle medesime.

L'intervento di ristrutturazione è risultato necessario in conseguenza degli evidenti dissesti statici del manufatto esistente che comportano importanti irregolarità del piano viario nella porzione di ponte che interessa l'alveo inciso del fiume Po.

Tali dissesti sono accentuati dallo schema statico del ponte che ne enfatizza proprio gli effetti sotto l'aspetto viabilistico nonostante i vari interventi eseguiti negli ultimi decenni che, oltre a non risolvere i vari problemi dell'opera, hanno comportato un significativo appesantimento del ponte accelerandone il processo di dissesto statico.

In proposito, oltre agli evidenti problemi a livello delle sottofondazioni, si riscontrano forti fenomeni di carbonatazione del calcestruzzo e conseguenti ferri esposti, oltre al forte dissesto plano-altimetrico del piano viario e delle conseguenti strutture accessorie.

L'insieme di tali problematiche, evidentemente accentuate dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, hanno comportato l'emissione da parte dell'ente titolato di ordinanze restrittive limitando il transito ai mezzi di peso inferiore alle 7,5 ton e comunque agli autobus a servizio pubblico (vedi Ordinanze 5/2012 del 05.04.2012, 13/2012 del 25.05.2012 e 24/2012 del 05.06.2012).

Ora, a prescindere dai dati di rilevamento del traffico, ante ordinanze restrittive, che comunque evidenziano importanti volumi di traffico, risulta evidente la fondamentale funzione di collegamento viario, sia a livello interprovinciale che interregionale nonché storico- culturale, fra territori caratterizzati da diverse e specifiche eccellenze fra loro complementari ed utili a sviluppare i volumi di traffico di progetto.

15.1.1. Caratteristiche generali

La ex S.S. 413 "Romana", nella configurazione attuale, presenta, in corrispondenza al ponte, a seguito dei rilievi sviluppati in fase esecutiva, una larghezza di carreggiata di 7,20 m e quindi non riconducibile a nessuna delle attuali categorie stradali.

Nell'ambito quindi di un potenziale futuro adeguamento della sede stradale, si prevede, per il tratto in rifacimento, una maggiore dimensione del manufatto.

In regime dei vincoli progettuali posti dal progetto preliminare la sezione stradale è definita sulla scorta degli ingombri del manufatto esistente che deve rimanere in funzione durante le varie fasi di realizzazione del nuovo ponte, nonché degli spazi strettamente necessari alla realizzazione delle nuove opere in progetto.

Da tutto questo consegue che la piattaforma stradale disponibile ha una larghezza utile di 19,60 m e tali spazi sono organizzati per la collocazione di:

- carreggiata stradale;
- banchine laterali;
- barriere stradali;
- piste ciclopedonali laterali in sede propria;
- parapetti.

Le categorie di traffico ammesse sono tutte quelle previste dal Codice della Strada e dalle Norme di Progettazione Stradali ai vari Decreti Ministeriali ed in particolare del D.M. del 05.11.2011 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i. alla tabella 3.2.c, eccetto le categorie 11 – 12 – 13 – 14 non previste sul nuovo manufatto.

15.1.2. Classificazione geometriche e categorie di traffico ammesse

Viste le caratteristiche della rete stradale sottesa, ancorchè le effettive caratteristiche dimensionali non rientrino nelle indicazioni del D.M. di riferimento, la ex S.S. 413 "Romana" viene classificata come strada extraurbana secondaria e quindi, in base alla tabella 3.4.a come C con limite di velocità di 90 Km/h ad una corsia per ogni senso di marcia.

In particolare si adotta una categoria stradale C2 con larghezza della corsia di marcia di 3,50 m e banchina laterale di 1,25 m e quindi una larghezza complessiva della strada di 9,50 m.

Questo dimensionamento, funzionale ad un eventuale potenziamento dell'intera rete, prevede e richiede la realizzazione di raccordi fra il nuovo manufatto e quello esistente (sia ponte residuo in golena che strada su rilevato) che presenta corsie di marcia di 3,50 m e bordo strada di 0,25 m.

Il raccordo sarà ottenuto mediante allargamento della banchina da 0,25 m a 1,25 m nonché con l'andamento delle barriere metalliche.

Sempre con riferimento alla tabella 3.4.a. si chiarisce che:

- la sosta non viene ammessa e, a tale proposito, non sono previste piazzole dedicate;
- il transito dei mezzi pubblici è consentito, ma con esclusione di fermate organizzate;
- il traffico ciclabile e pedonale è previsto in sede propria dedicata;
- non sussiste l'esigenza di creare accessi privati sul ponte.

Definite le dimensioni stradali minime va organizzata la restante piattaforma stradale per le ulteriori funzioni individuate e sostanzialmente riconducibili alla utenza ciclopedonale che, viaggiando su entrambi i lati in sede propria, necessita di specifica barriera di separazione.

In particolare, oltre alla funzione di separazione e protezione degli utenti dell'opera, si vuole preservare gli utenti deboli (ciclisti e pedoni) dalla proiezione di oggetti e cose provenienti dalla sede carrabile nonché attutire la propagazione del rumore causato dai mezzi in transito.

Si prevede quindi sul ponte l'installazione di barriera metallica tipo new-jersey che sconta un ingombro complessivo di 0,60 m lasciando quindi uno spazio laterale residuo di 4,45 m su ciascun lato del ponte.

Ora tale spazio è destinato per 4,25 m alla utenza ciclopedonale ed ai relativi collegamenti dedicati fra i percorsi a monte e a valle ed i residui 0,20 m al posizionamento di parapetto a fiume in vetro e lamiera composita di alluminio tipo alucobond.

Questa organizzazione degli spazi a disposizione della piattaforma stradale permette di garantire ulteriori funzioni di fondamentale importanza ai fini viabilistici:

- garantire gli interventi di ordinaria manutenzione ed anche imprevisti sul ponte senza interruzione del traffico veicolare e ciclopedonale, sfruttando, alternativamente i percorsi laterali, ovviamente carrabili, spostando alternativamente il traffico sotteso;
- garantire gli interventi di straordinaria manutenzione, e quindi programmati, sul percorso motorizzato mediante deviazione, anche di entrambi i flussi veicolari, sui percorsi laterali di monte e di valle. Risulta evidente che, nel caso di contemporanea deviazione di entrambi i flussi veicolari, viene meno la viabilità ciclopedonale.

L'impiego multifunzionale dell'intera larghezza della piattaforma stradale garantisce una continuità del flusso veicolare praticamente illimitata per il nuovo manufatto nonché la possibilità di variazione di larghezza della sede stradale. Vista comunque la impossibilità di inserimento di varchi apribili certificati sul ponte a ridosso del raccordo fra nuovo e vecchio manufatto, l'occupazione parziale dei percorsi laterali dovrà rientrare in un preciso processo di programmazione, in quanto risulta necessario provvedere allo smontaggio del new-jersey metallico e quindi alla chiusura al traffico ciclabile del lato interessato alla deviazione del traffico. In tali eventuali fasi di deviazione provvisoria del traffico il transito dovrà essere consentito con limite di velocità sulla deviazione di 20 Km/h.

15.1.3. Descrizione del tracciato

Il tracciato dell'opera in progetto non permette scostamenti dall'attuale trattandosi appunto di intervento di ristrutturazione di una porzione del ponte esistente.

Risulta quindi inequivocabile garantire il collegamento plano-altimetrico della nuova opera al sistema viario esistente con raccordo quindi in dx idraulica con la restante porzione residua del ponte in golena (collegamento previsto mediante ripristino della trave tampone fra le pile n. 5 e 6), mentre in sx idraulica il collegamento interessa il rilevato stradale a tergo di Via Molinara.

Tali vincoli, chiaramente imposti anche dal Progetto Preliminare messo in gara, e recepiti nel progetto definitivo, sono conseguenti a molteplici fattori tecnico-economici ed in particolare alla chiara esigenza di ridurre al minimo i tempi di chiusura al traffico della strada e quindi di mantenere il più aderente all'attuale il futuro percorso stradale pur garantendo la possibilità futura di ampliamenti della sede stradale..

Di fatto il tracciato direttamente interessato dai lavori risulta superiore a quanto strettamente sotteso al nuovo ponte in quanto la creazione delle nuove rampe di raccordo ciclopedonale richiede un ampliamento dei limiti di intervento, così come risulta dalle planimetrie di progetto.

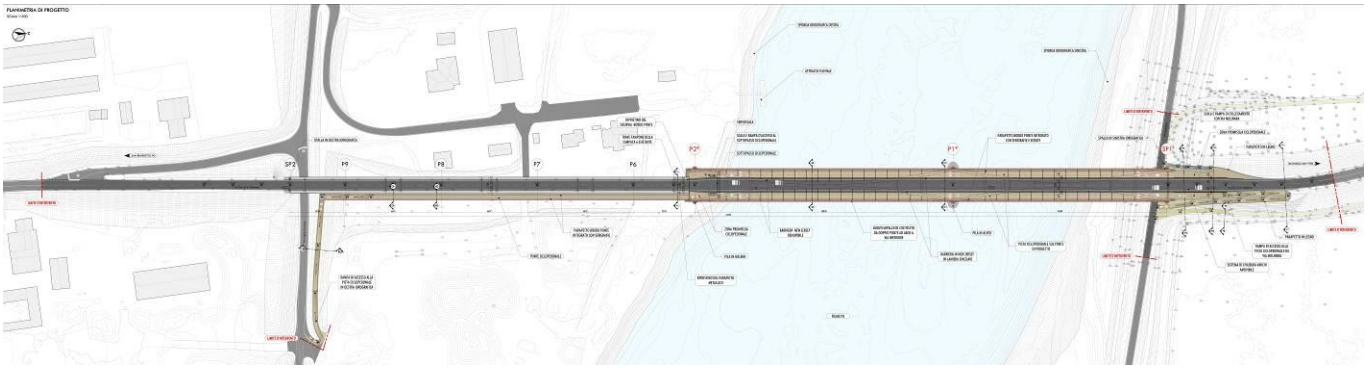


FIGURA 15-1 PLANIMETRIA DI PROGETTO

Stesso principio viene applicato per i percorsi ciclopedonali, inesistenti sul manufatto attuale, che vengono realizzati sul nuovo ponte ed in fregio all'esistente per la parte in golena su struttura autonoma.

Questi percorsi mantengono l'andamento altimetrico del nuovo e vecchio manufatto stradale fino a raggiungere o scavalcare le arginature e raccordarsi mediante rampe e gradinate alle ciclabili esistenti indicate su Via Molinara e Via Argine Po.

15.1.4. Riconnessione con il sistema della viabilità esistente

I vincoli di tracciato impongono una riconnessione al tessuto viario esistente e quindi vengono garantite tutte le funzionalità viabilistiche attuali.

Queste funzionalità sono in realtà implementate della funzione ciclopedonale grazie alla creazione di specifici percorsi protetti in sede propria, in precedenza inesistenti, in quanto il camminamento esistente sul ponte attuale è sostanzialmente di servizio.

L'inserimento di questa viabilità ha richiesto l'attuazione di soluzioni alternative a quelle in Progetto Preliminare anche al fine di ottemperare alle prescrizioni della Conferenza dei Servizi.

In particolare in sponda sx idraulica il raccordo con Via Molinara, attuale sede del percorso ciclabile, viene realizzato mediante un doppio percorso costituito da rampa per il collegamento a valle avente caratteristiche conformi alle disposizioni della legge regionale vigente (rampe di lunghezza inferiore/uguale a 15 m, piazzole intermedie e pendenze entro il 5%), mentre il collegamento di monte è realizzato da gradinata e scivolo laterale per la conduzione delle biciclette.

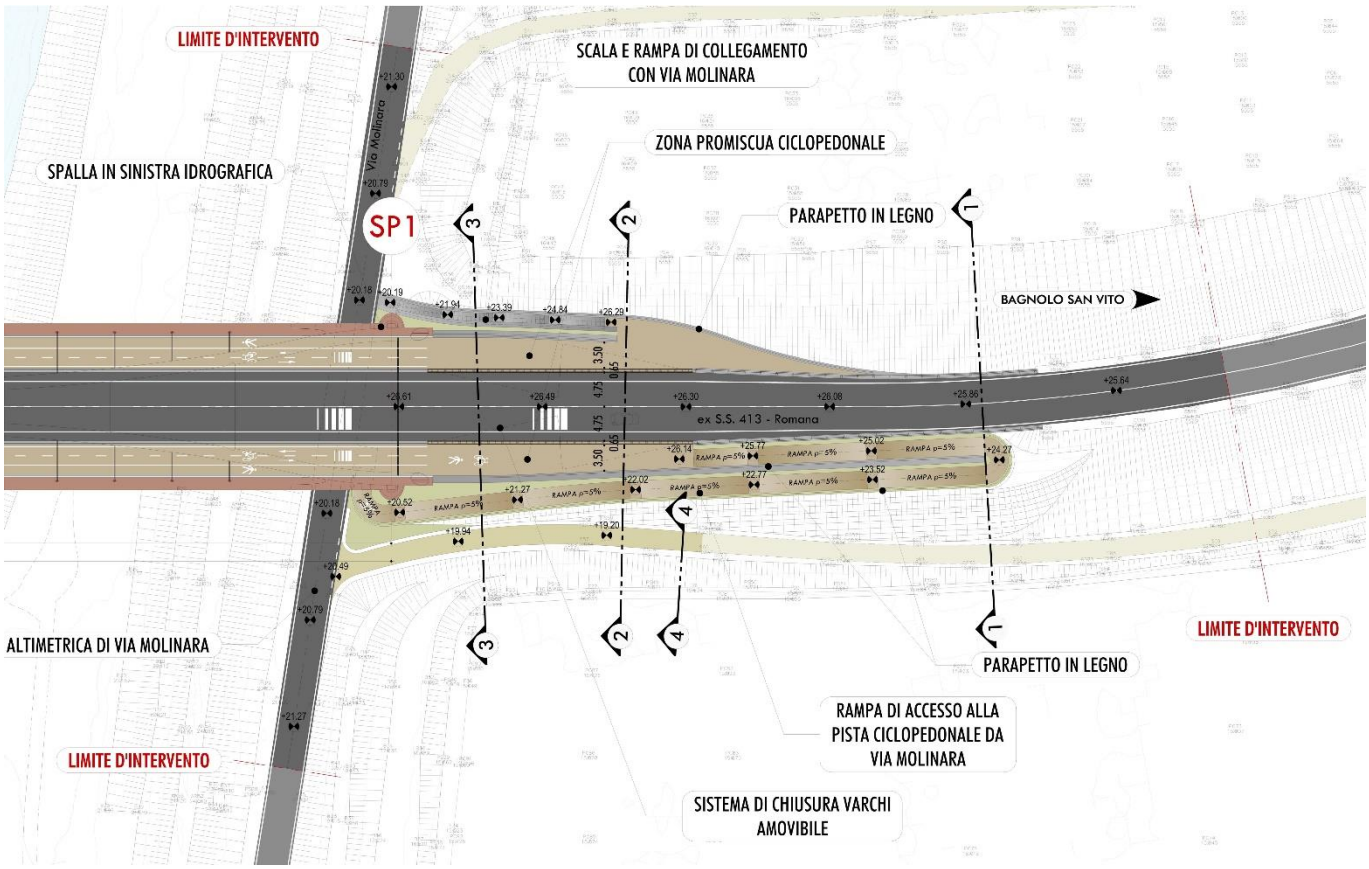


FIGURA 15-2 PLANIMETRIA DI PROGETTO – SPONDA SINISTRA IDRAULICA

In dx idraulica lo sbarco della nuova passerella ciclopedonale avviene sulla sommità arginale e da questa, mediante un percorso di circa 100 m, si raggiunge Via Argine Po Nord, attuale sede della ciclabile. Nella conferenza di servizi di approvazione del progetto definitivo è emersa la richiesta di evitare l'immissione diretta delle rampe ciclabili sulla viabilità ordinaria. In ottemperanza a tale prescrizione l'accesso su Via Molinara è stato ottenuto con deviazione del percorso sotto al nuovo ponte con tratto parallelo alla stessa estendendo l'illuminazione in tale zona. L'analoga immissione in sponda Dx su Via Argine Po Nord già presentava risvolto in testa alla rampo in corrispondenza al raccordo quindi si è mantenuta la soluzione del progetto definitivo.

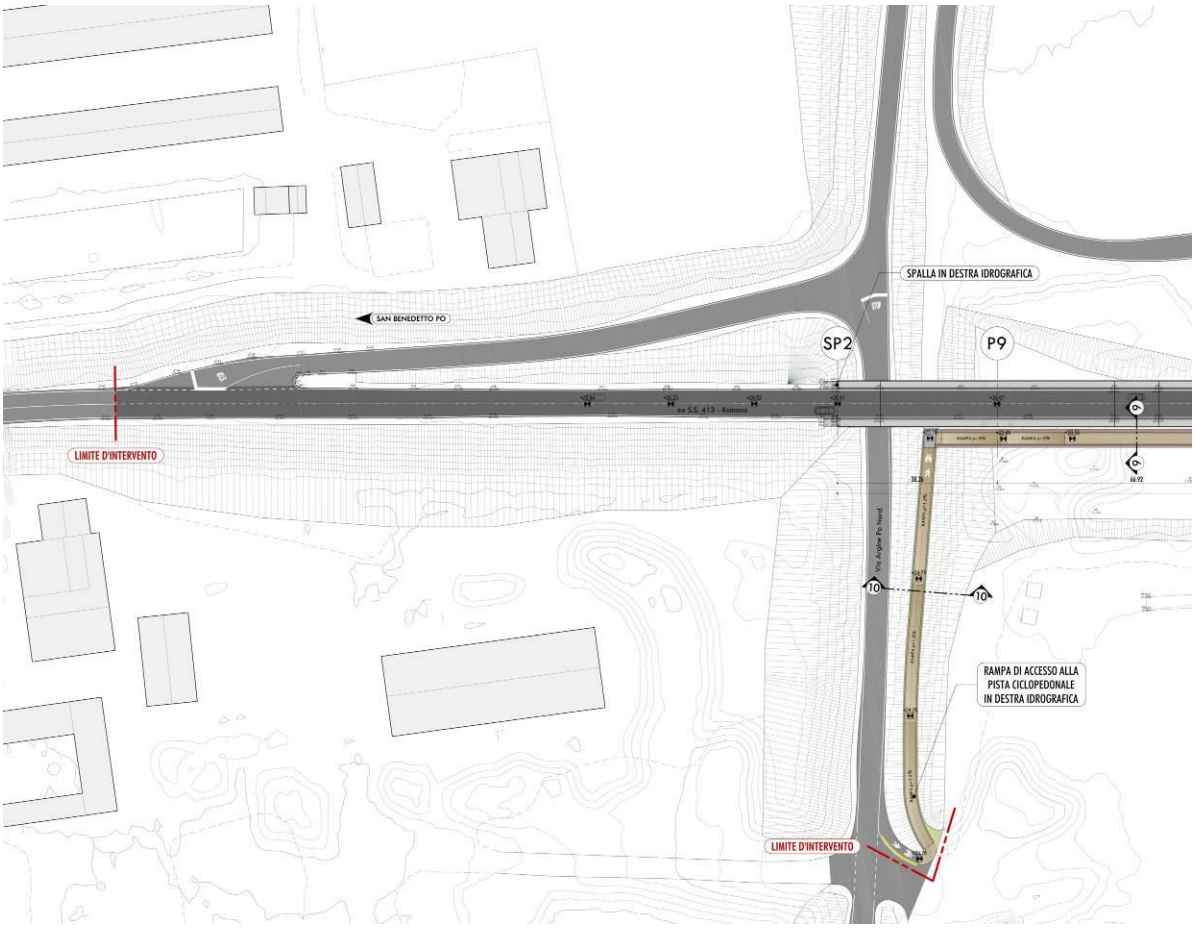


FIGURA 15-3 PLANIMETRIA DI PROGETTO – SPONDA DESTRA IDRAULICA

Con riferimento alla Tab. 3.2.d (Tipi di strade – categorie di traffico ammesse) di cui al D.M. 05.11.2011 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" per la categoria di strade C2 – extraurbana secondaria – le funzioni là indicate, sono tutte quelle ammesse dalla normativa, eccetto il transito di veicoli su rotaie e l'accesso diretto di provati.

TAB. 3.2.d - TIPI DI STRADE - CATEGORIE DI TRAFFICO AMMESSE

	TIPI SECONDO IL CODICE	AMBITO TERRITORIALE	DENOMINAZIONE	CATEGORIE DI TRAFFICO 1 PEDONI	2 ANIMALI	3 VEICOLI A BRACCIA E A TRAZIONE ANIMALE	4 VELOCIPEDI	5 CICLOMOTORI	6 AUTOVETTURE	7 AUTOBUS	8 AUTOCARRI	9 AUTOTRENI AUTOARTICOLATI	10 MACCHINE OPERATRICI	11 VEICOLI SU ROTAIA	12 SOSTA DI EMERGENZA	13 SOSTA	14 ACCESSI PRIVATI DIRETTI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	□	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	□	□	si
EXTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	○	○	◆	◆	◆	◆	○	○	✹	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	□	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	✹	□	si
EXTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO		□	□	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	✹	□	si
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	STRADA PRINCIPALE	○	○	○	□	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	✹	○	no
			STRADA DI SERVIZIO (EVENTUALE)	○	✹	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	✹	□	si
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		○	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	□	◆✹	□	si
LOCALE	F	EXTRAURBANO		□	◆	◆	◆□ (1)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	○	□	□	si
		URBANO		○	◆	◆	◆	◆	◆	◆ (2)	◆	○	◆	□◆ (2)	□	□	si

○ non ammessa in piattaforma (3) □ esterno alla carreggiata (in piattaforma)
◆ in carreggiata ✹ parzialmente in carreggiata

NOTE:
(1) vale se è presente una pista ciclabile.
(2) qualora le categorie 7 e 11 debbano essere ammesse, le dimensioni delle corsie e la geometria dell'asse varino commisurate con le esigenze dei veicoli appartenenti a tali categorie.
(3) quando è presente una strada di servizio complanare, caso in cui la piattaforma delle due strade (principale e servizio) è unica, la non ammissibilità sulla strada principale è da intendersi limitata alla sola parte di piattaforma che la riguarda.

15.2. LA SEZIONE STRADALE *

L'attuale sezione stradale del ponte e delle strade di accesso scontano una sede stradale di larghezza 7,20 m come risulta dal rilievo in fase esecutiva ed è costituita da una carreggiata per ogni senso di marcia di 3,50 m e banchine laterali di 0,10 m che non risponde a nessuna delle categorie stradali attualmente normalizzate.

L'intervento in progetto prevede una classificazione della strada come extraurbana secondaria C2 in ragione di un eventuale potenziale futuro adeguamento dell'intero percorso, come obiettivo a lungo termine.

Vista la larghezza disponibile della piattaforma stradale sul nuovo ponte e le categorie di traffico ammesse, si procede alla organizzazione degli spazi disponibili.

Per dare piena continuità a tutte queste categorie di traffico si prevede il proseguo della sola passerella ciclopedonale in fregio al vecchio ponte mantenuto in esercizio per il tratto golenale garantendo sempre una larghezza utile di almeno 2,50 m sulle rampe di raccordo.

15.2.1. Caratteristiche geometriche

Vista la larghezza disponibile della piattaforma stradale pari a 19,60 m, tali spazi vengono organizzati per la collocazione di:

- strada principale categoria C2 totale 9,50 m
- barriere stradali totale 1,00 m
- piste ciclopedonali su entrambi i lati totale 8,50 m
- parapetti di bordo ponte totale 0,40 m

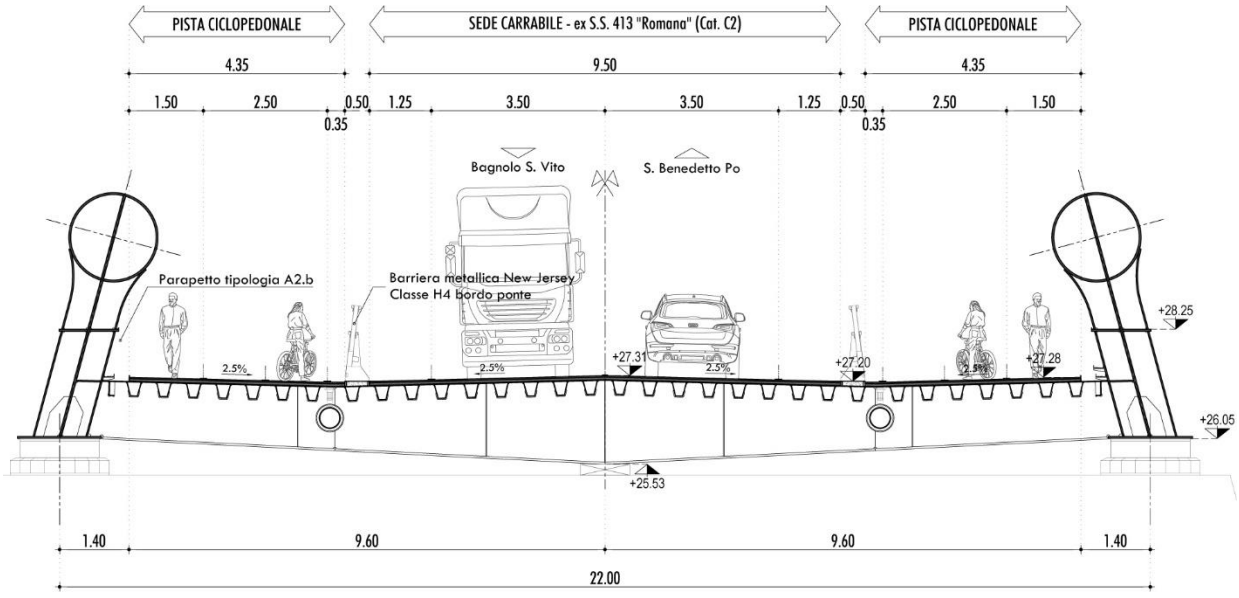


FIGURA 15-4 SEZIONE TIPO DEL PONTE - APPOGGIO

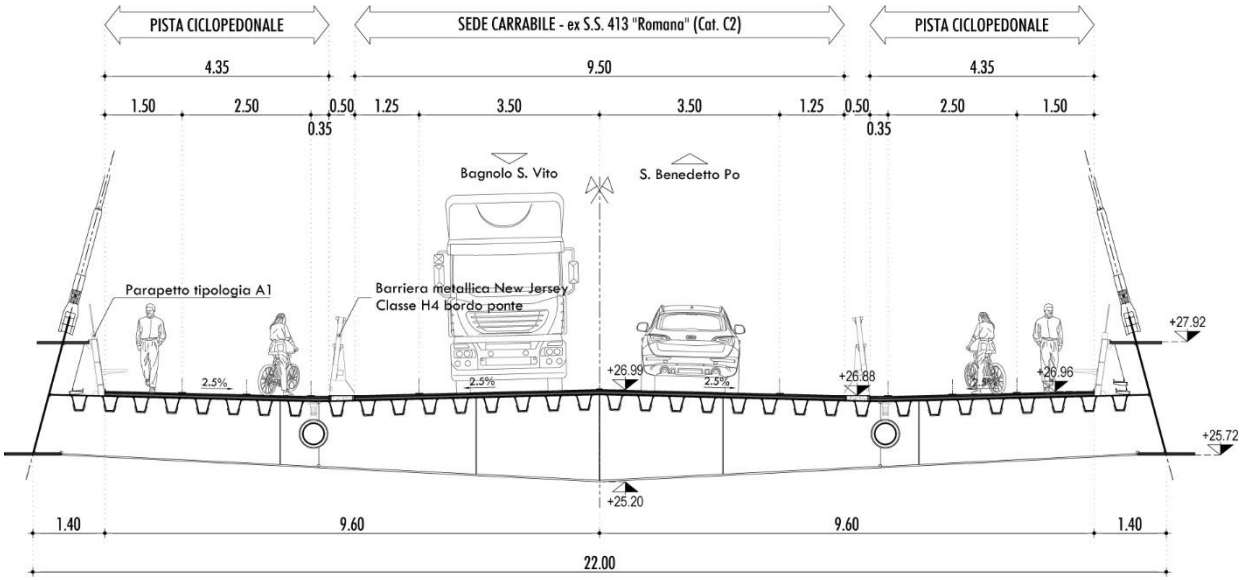


FIGURA 15-5 SEZIONE TIPO DEL PONTE - CAMPATA

Questa organizzazione degli spazi a disposizione della piattaforma stradale permette di garantire ulteriori funzioni di fondamentale importanza ai fini viabilistici:

- garantire gli interventi di ordinaria manutenzione ed anche imprevisti sul ponte senza interruzione del traffico veicolare e ciclopedonale, sfruttando, alternativamente i percorsi laterali, ovviamente carrabili, spostando alternativamente il traffico sotteso;
- garantire gli interventi di straordinaria manutenzione, e quindi programmati, sul percorso motorizzato mediante deviazione, anche di entrambi i flussi veicolari, sui percorsi laterali di monte e di valle. Risulta evidente che, nel caso di contemporanea deviazione di entrambi i flussi veicolari, viene meno la viabilità ciclopedonale.

Gli spazi laterali disponibili per le ciclabili permettono la realizzazione del tunnel sottopassante la strada a collegamento delle stesse poste a monte e a valle garantendo comunque sempre una larghezza di 2,50 m.

Tale dimensione viene garantita anche per la passerella ciclopedonale di valle in fregio al vecchio ponte che dà continuità al collegamento delle due sponde del fiume.

Questa struttura garantisce una larghezza utile di 3,00 m, utilizzata per 2,50 m come sede ciclopedonale ed i restanti 0,25+0,25 m per la collocazione in continuità del parapetto di bordo che delimita anche gli spazi per i cavedi impianti.

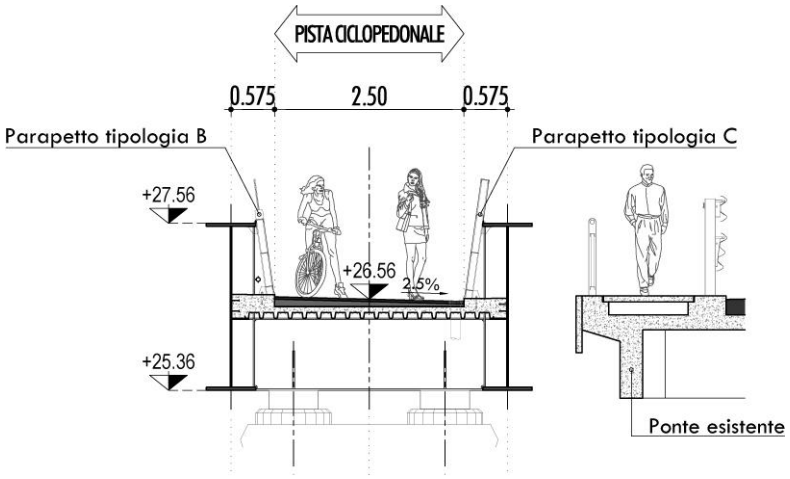


FIGURA 15-6 SEZIONE TIPO DELLA PISTA CICLOPEDONALE

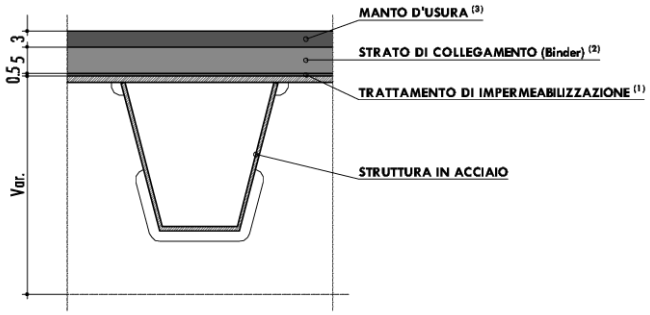
15.2.2. Pavimentazione

Le pavimentazioni previste devono garantire le migliori condizioni di utilizzo, per le diverse categorie di traffico, sia ai fini viabilistici, di resistenza meccanica, di comfort dell'utente con bassa emissione sonora.

Va considerato a tal fine che tutta la piattaforma stradale, sia sul percorso veicolare che su quello ciclopedonale, è dotata di sistema di raccolta delle acque e quindi idoneo a garantire un rapido drenaggio delle sedi viarie.

Particolare attenzione va rivolta alla resistenza meccanica della pavimentazione sul ponte per due fattori:

1. il ponte presenta una struttura a piastra ortotropa e quindi una base di supporto della pavimentazione in acciaio che richiede quindi una adeguata preparazione del supporto, promotori di adesione, che garantiscono elevata elasticità, impermeabilizzazione e conglomerati bituminosi opportunamente studiati come di seguito indicato;
2. la pavimentazione stradale in corrispondenza alla barriera new-jersey metallica presenta una discontinuità in quanto il supporto viene realizzato con soletta in calcestruzzo e quindi dovrà essere garantita la perfetta planarità fra i diversi materiali al fine di garantire il perfetto smaltimento delle acque meteoriche avendo posizionato le caditoie oltre la barriera sulla sede ciclabile.



TRATTAMENTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE (1)

- Sabbiatura con agente siliceo della superficie metallica di grado SA 2.5 per asportare parti in distacco e pulire accuratamente la superfice;
- Strato di resina epossi-poliuretanica additivata con bitume modificato spessore di 2,0 mm;
- Intasamento con quarzo o inerti di natura basaltica aventi granulometria compresa tra 0,3-0,7 mm;
- Stesa di mastice bituminoso (asfalto colato) di idonee caratteristiche (impiego di bitume distillato additivato con polimeri sintetici elastomeri) spessore 2,0 mm;

STRATO DI COLLEGAMENTO (Binder) (2)

Stesa di strato di binder spessore 5 cm con particolari caratteristiche granulometriche tali da garantire la ripartizione e lo smorzamento di sollecitazioni/deformazioni grazie alla struttura "alveolare" ad alto contenuto di vuoti (15-20% dopo la compattazione in opera). Il presente strato, con funzione da "cuscinetto", è confezionato con bitume modificato mediante utilizzo di elastomeri SBS (Stirene-Butadiene-Stirene) radiali o lineari per la particolare caratteristica di elasticità;

MANTO D'USURA (3)

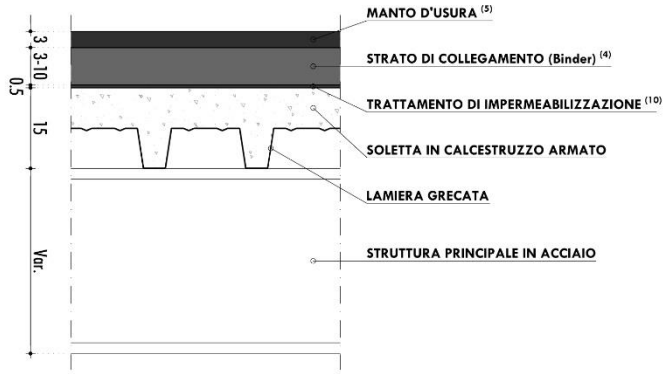
Stesa di microtappeto antighiaccio per manto d'usura ad elevata aderenza e fonoassorbenza ed a ridotto impatto ambientale, spessore 3 cm. Il mix-design atto a garantire una riduzione del carico strutturale permanente sulle opere d'arte grazie all'impiego di argilla espansa (minor peso) di idonee caratteristiche, assicura anche elevata drenabilità superficiale grazie ad un'elevata macrorugosità. Gli inerti impiegati dovranno essere caratterizzati da un coefficiente di abrasione LA<18 e coefficiente di levigabilità accelerata CLA>0,45. La miscela è confezionata con additivi per la stesa a bassa temperatura al fine di consentire lavorazioni a tiepido comprese tra 95°C-120°Ced avere i vantaggi connessi alla tecnologia warm.

FIGURA 15-7 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DEL MANUFATTO PRINCIPALE (PONTE)

Questa soluzione garantisce un tappeto di usura ad elevata aderenza e fonoassorbenza con funzione antighiaccio.

L'inerte utilizzato contiene una parte di argilla espansa che oltre a contenere i carichi permanenti garantisce una elevata drenabilità superficiale dovuta ad elevata rugosità.

La pavimentazione adottata sulla passerella ciclopedonale con soletta in calcestruzzo risulta praticamente identica a quella del ponte pur avendo un diverso supporto.



TRATTAMENTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE (10)

- Strato di resina epossi-poliuretanica additivata con bitume modificato spessore di 2,0 mm;
- Intasamento con quarzo o inerti di natura basaltica aventi granulometria compresa tra 0,3-0,7 mm;
- Stesa di mastice bituminoso (asfalto colato) di idonee caratteristiche (impiego di bitume distillato additivato con polimeri sintetici elastomeri) spessore 2,0 mm;

STRATO DI COLLEGAMENTO (Binder) (4)

Conglomerato bituminoso per strato di binder, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25).
Il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, dovrà essere modificato Soft con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSl in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 60 e 80 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA.

MANTO D'USURA (5)

Conglomerato bituminoso per strato di usura, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).
Il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, dovrà essere modificato Soft con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSl in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 60 e 80 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA.

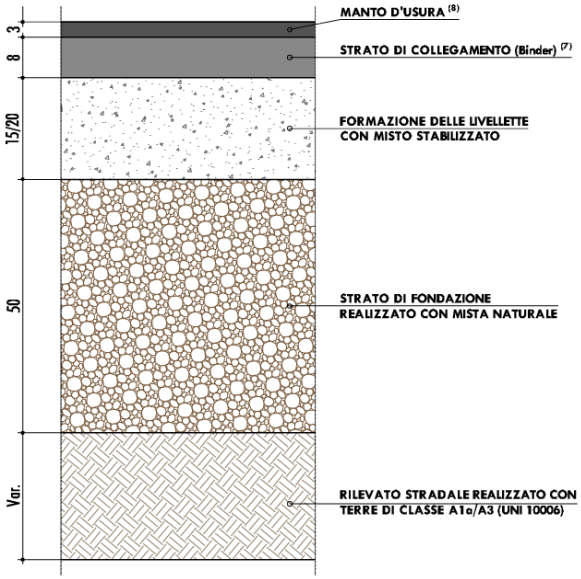
FIGURA 15-8 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DELLA PISTA CICLOPEDONALE IN AFFIANCAMENTO DEL PONTE ESISTENTE

Sulle restanti aree esterne ai manufatti in progetto si prevedono due distinte situazioni:

Fase 1 - Viabilità provvisoria

Questa fase prevede il nuovo ponte in affiancamento all'esistente con raccordo su struttura mista acciaio-calcestruzzo in dx idraulica e su allargamento rilevato in sx idraulica.

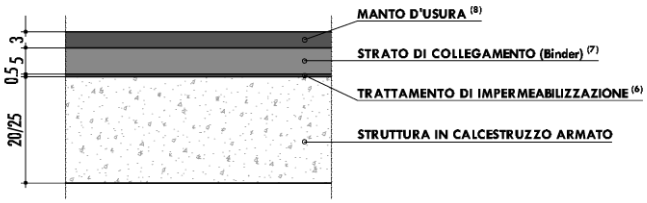
Per tale situazione si prevede il nuovo ponte dotato di sua pavimentazione definitiva, mentre i raccordi, soggetti a successivo smantellamento, saranno realizzati con normali conglomerati bituminosi secondo i pacchetti di seguito riportati e con le necessarie ricariche in conglomerato bituminoso in base alle esigenze riscontrabili in sito.



STRATO DI COLLEGAMENTO (Binder) (7)
Conglomerato bituminoso per strato di binder, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25).
La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

MANTO D'USURA (8)
Conglomerato bituminoso per strato di usura, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).
La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume nella percentuale (in peso sullamiscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

FIGURA 15-9 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DEL RILEVATO PROVVISORIO IN SINISTRA IDRAULICA



TRATTAMENTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE (6)
Manto impermeabile continuo composto da bitume elastomerizzato con calcestruzzo con l'interclusione di un tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo o da fiocco:

- spargimento di bitume modificato con elastomeri SBS-R (stirolobutadiene-stirolo-radiale);
- immediata applicazione sulla zona trattata del tessuto non tessuto di poliestere;
- ulteriore spargimento come sopra di bitume modificato con elastomeri SBR-R;
- sabbiatura finale.

STRATO DI COLLEGAMENTO (Binder) (7)
Conglomerato bituminoso per strato di binder, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25).
La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

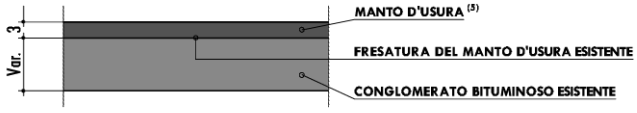
MANTO D'USURA (8)
Conglomerato bituminoso per strato di usura, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).
La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume nella percentuale (in peso sullamiscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

FIGURA 15-10 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DEL MANUFATTO PROVVISORIO IN DESTRA IDRAULICA

Fase 2 - Viabilità definitiva

In questa fase il nuovo ponte e la passerella ciclopedonale sono già dotati della relativa pavimentazione, mentre i raccordi sulle viabilità di accesso sono così realizzati:

- pavimentazione di raccordo in dx idraulica realizzata con tappetto antiskid e bitumi modificati previa scarifica;



MANTO D'USURA (5)
Conglomerato bituminoso per strato di usura, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).
Il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, dovrà essere modificato Soft con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSl in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 60 e 80 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA.

FIGURA 15-11 PARTICOLARE DELLA PAVIMENTAZIONE DELLA PORZIONE DI PONTE RIMANENTE E DEL RILEVATO IN DESTRA IDRAULICA

- pavimentazione di raccordo in sx idraulica costituita da tappeto antiskid e bitumi modificati, base binder con bitumi modificati e fondazione in misto cementato;

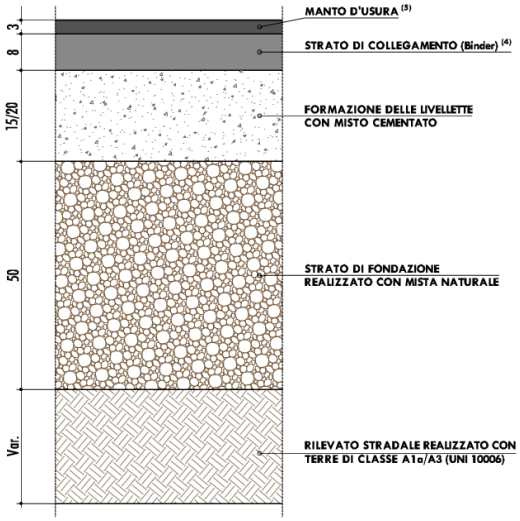
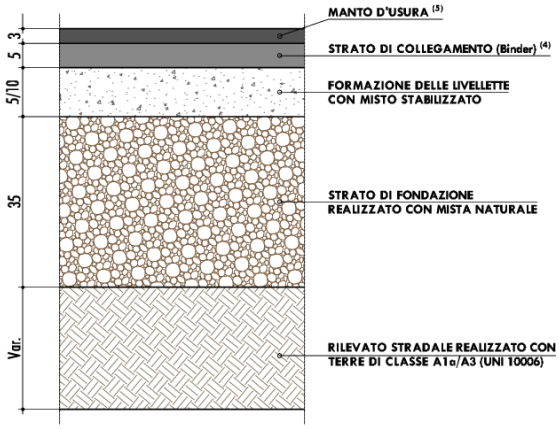


FIGURA 15-12 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DEL NUOVO RILEVATO IN SINISTRA IDRAULICA

Per tali zone, escluse dalla realizzazione di nuovi manufatti, i raccordi sono realizzati con solo tappeto di usura.

- pavimentazione piste ciclopedonali in sx idraulica;

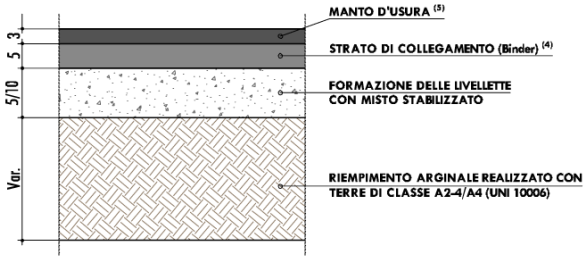


STRATO DI COLLEGAMENTO (Binder) (4)
Conglomerato bituminoso per strato di binder, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25).
Il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, dovrà essere modificato Soft con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSl in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 60 e 80 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA.

MANTO D'USURA (5)
Conglomerato bituminoso per strato di usura, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).
Il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, dovrà essere modificato Soft con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSl in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 60 e 80 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA.

FIGURA 15-13 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DELLA PISTA CICLOPEDONALE IN SINISTRA IDRAULICA

- pavimentazione piste ciclopedonali in dx idraulica;

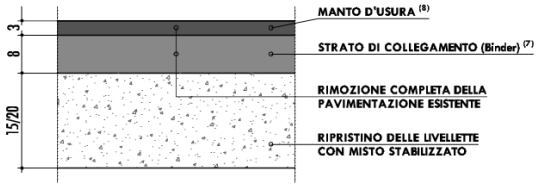


STRATO DI COLLEGAMENTO (Binder) (4)
Conglomerato bituminoso per strato di binder, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25).
Il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, dovrà essere modificato Soft con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSl in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 60 e 80 °C e Penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA.

MANTO D'USURA (5)
Conglomerato bituminoso per strato di usura, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).
Il bitume, nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, dovrà essere modificato Soft con polimeri elastomerici tipo SBSr e/o SBSl in appositi impianti, avente valore di Palla e Anello compreso tra 60 e 80 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm e comunque con caratteristiche rispondenti al CSA.

FIGURA 15-14 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DELLA PISTA CICLOPEDONALE IN DESTRA IDRAULICA

- pavimentazione Via Molinara;



STRATO DI COLLEGAMENTO (Binder) (7)
Conglomerato bituminoso per strato di binder, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles < 25 (LA25).
La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume nella percentuale (in peso sulla miscela) compreso tra 4,1% e 5,5%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

MANTO D'USURA (8)
Conglomerato bituminoso per strato di usura, provvisto di marchiatura CE, secondo le prescrizioni del CSA. Miscela costituita da inerti (pietrischi) provenienti dalla frantumazione di rocce naturali; nel caso di impiego di inerti provenienti da depositi alluvionali, questi non potranno superare la quantità del 50 %, gli inerti provenienti dalla frantumazione di rocce alluvionali dovranno essere per almeno il 70% in peso inerti privi di facce tonde. Gli aggregati dovranno risultare puliti ed avere valore Los Angeles <20 (LA20) e LV >44 (PSV44).
La miscela dovrà essere impastata a caldo in idonei impianti, con bitume nella percentuale (in peso sullamiscela) compreso tra 4,5% e 6,1%, con valore di Palla e Anello compreso tra 45 e 60 °C e penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm.

FIGURA 15-15 PARTICOLARE DEL RIFACIMENTO DEL PACCHETTO STRADALE DI VIA MOLINARA

- pavimentazione strada privata;

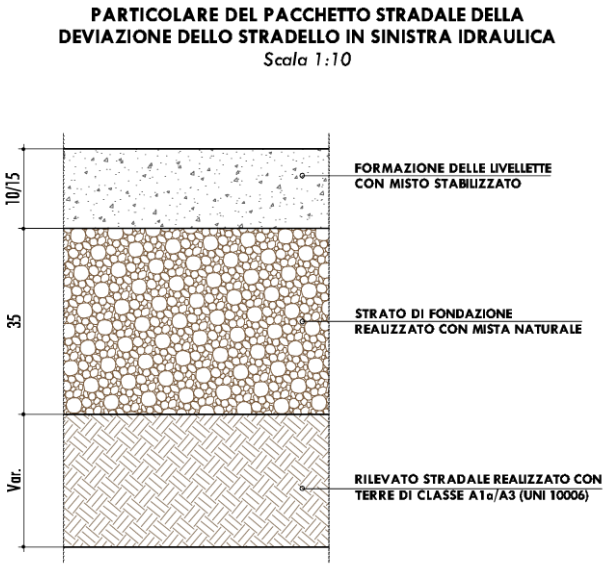


FIGURA 15-16 PARTICOLARE DEL PACCHETTO STRADALE DELLA DEVIAZIONE DELLO STRADELLO IN SINISTRA IDRAULICA

15.2.3. Barriere di sicurezza

Il progetto prevede l'utilizzo di varie tipologie di barriere stradali conseguente alla doppia configurazione di utilizzo del ponte (fase provvisoria e fase definitiva) anche per le molteplici esigenze da soddisfare che devono risultare tutte adeguatamente coperte dalla corretta omologazione di prodotto. Nel rispetto quindi delle normative vigenti e per le diverse tipologie di traffico sottese alle due condizioni di utilizzo del ponte, si prevedono le soluzioni:

Fase 1) ponte soggetto a limitazione del traffico veicolare ed assenza del traffico ciclo-pedonale.

Si prevede l'utilizzo di new-jersey in calcestruzzo a delimitazione degli svincoli, mentre nei restanti tratti rettilinei sul nuovo ponte si adottano delimitatori defleco e birilli in gomma.

Vista la disponibilità di elementi in lunghezze diverse da 2,00 – 4,00 – 6,00 metri, si provvederà alla realizzazione dei raccordi con pezzature da 2,00 e 4,00 m, mentre gli elementi da 6,00 m saranno utilizzati per i tratti in rettilineo. Si utilizzerà una barriera modello ET 100 marcata CE h=100 cm classe H4b/H2 omologata come da scheda allegata nella relazione tecnica stradale.

In corrispondenza ai collegamenti con i guard-rail esistenti si provvederà ai raccordi con pezzi speciali conformi alla tipologia di barriera montata.

Fase 2) nella fase di ponte in configurazione definitiva l'esigenza delle barriere di protezione risulta ben più articolata sia per la natura del supporto sia per le diverse esigenze funzionali da soddisfare.

- Barriera new-jersey metallico classe H4 bordo ponte da utilizzare sulla nuova trave tampone di raccordo fra il vecchio e nuovo ponte fino al giunto di dilatazione.

  Questa barriera sarà raccordata con pezzi speciali alla restante barriere del ponte esistente mentre a ridosso del giunto sarà posizionato un elemento speciale omologato dalla stessa casa fornitrice del sistema tale da lasciare uno spazio idoneo a garantire le escursioni del giunto. Il materiale presenta marcatura CE ed omologazione.

- Barriera di tipo new-jersey metallico da collocare su tutto lo sviluppo del nuovo ponte da giunto a giunto in classe H4 bordo ponte, marcata CE ed omologata.

  Tale prodotto dovrà garantire oltre la sua funzione naturale anche quella di barriera di protezione alla proiezione laterale di oggetti dalla sede viaria, oltre a svolgere anche una funzione parziale di barriera al rumore nel tratto di base cieco alto 1,00m.

  Il fissaggio viene realizzato mediante bulloni previo posizionamento su cordolo di supporto in calcestruzzo e fissati alla soletta strutturale in acciaio del ponte con avvitamento dall'alto per facilitare le operazioni di fissaggio e/o smontaggio della barriera.

  La deflessione della barriera è di 1,40 m che può interessare lo spazio ciclopedonale che presenta però una larghezza libera di 4,25 m compatibile con la deflessione indicata.

- Barriera stradale mobile per l'apertura di varchi idonei al passaggio di mezzi sulle piste ciclopedonali per manutenzioni o per deviazione provvisoria del traffico veicolare.

  Per garantire tale esigenza è stata individuata una barriera in classe H4b/H2 in grado di garantire una rapida rimovibilità per apertura e chiusura varchi.

  Tale sistema è omologato per essere installato su pavimentazioni in rilevato stradale e non su manufatti in calcestruzzo o acciaio, quindi tale tipo di varco può essere utilizzato solo in sx idraulica.

  L'apertura di varchi sul ponte sarà ottenuto solo mediante asportazione del guard-rail di tipo new-Jersey in occasione di interventi programmati.

FIGURA 15-17 BARRIERA STRADALE MOBILE

15.2.4. Segnaletica orizzontale e verticale

La segnaletica stradale adottata è costituita da segnaletica orizzontale e verticale; inoltre va diversificata in base a configurazione provvisoria e definitiva del nuovo ponte.

Fase 1 – Ponte in configurazione provvisoria

La viabilità sottesa a tale configurazione dell'opera è ancora soggetta alle limitazioni del traffico previste dalle varie ordinanze.

Risulta quindi che, prima dei varchi di accesso al ponte in entrambe le direzioni, la segnaletica, sia verticale che orizzontale, conserva l'attuale consistenza.

Nel tratto compreso invece fra i limiti di intervento sarà adottata segnaletica orizzontale gialla, mentre la verticale sarà incrementata con segnalazione di lavori in corso, di deviazione del traffico e connessi e limite di velocità di 30 Km/h.

Vengono inoltre inserite, in corrispondenza alle deviazioni provvisorie, idonee torri faro alimentate con generatori in grado di garantire un adeguato grado di illuminazione del piano stradale.

Fase 2 – Ponte in configurazione definitiva

Per tale configurazione va predisposta tutta la segnaletica necessaria nel periodo di completa chiusura al traffico della ex S.S. 413 "Romana".

In questo intervallo di tempo vanno smantellate le barriere di limitazione del traffico, risistemate le pavimentazioni stradali interferenti e risistemata tutta la cartellonistica stradale a partire dal centro abitato di San Benedetto Po fino all'incrocio fra la ex S.S. 413 "Romana" e la S.P. 33.

La nuova segnaletica stradale sarà rispondente alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e, per maggior dettaglio, si rinvia agli specifici elaborati grafici.

La segnaletica orizzontale e verticale di Fase 1 sul ponte sarà rimossa e sostituita da segnaletica definitiva adeguata.

Per quanto riguarda tutti i percorsi ciclopedonali e cicloturistici si è provveduto alla predisposizione di specifica segnaletica anche sulla scorta delle prescrizioni delle leggi regionali vigenti in materia.

Sono stati utilizzati cartelli con diametro 60 cm su tutti i nuovi percorsi in progetto fino ai limiti di intervento, oltre a tutta la segnaletica orizzontale di norma.

Oltre alla segnaletica sopra menzionata è stata predisposta sui percorsi ciclopedonali una segnaletica luminosa, al fine di facilitare la fruizione della nuova opera da parte di tutti gli utenti.

L'inserimento di dispositivi catarifrangenti sui guard-rail, costituisce un valido presidio in caso di nebbia facilitando la guida.

Su tutti i percorsi ciclopedonali si è provveduto all'inserimento di lampade a terra con funzione di segna passi, al fine di dare chiara evidenza di tali percorsi anche nelle ore notturne senza con ciò dare, se non sul solo tratto del ponte, la piena illuminazione a terra contenendo così anche l'inquinamento luminoso.

15.2.5. Interventi per il miglioramento della sicurezza del tracciato

Come già evidenziato il tracciato stradale è vincolato plano-altimetricamente alle condizioni al contorno dei manufatti esistenti; quindi le migliorie mobilitate ai fini della sicurezza stradale riguardano sostanzialmente le sezioni stradali, le sovrastrutture, gli impianti e la gestione degli utenti deboli.

15.2.5.1 La sezione stradale

La sezione stradale adottata è la C2 che risulta nettamente superiore all'attuale sezione del ponte e della strada di accesso al medesimo.

Tale sezione va ovviamente raccordata all'esistente con il mantenimento di uguale larghezza della carreggiata di 3,50 m e la variazione di larghezza della banchina.

Questo tipo di raccordo fra vecchio e nuovo ponte viene presidiato mediante adeguata segnaletica orizzontale e verticale oltre agli elementi catarifrangenti posti a segnalare il restringimento di banchina.

Sul rilevato stradale in sx idraulica il raccordo risulta molto meno evidente in quanto molto più progressivo, visti gli allargamenti del rilevato dovuti alle rampe ciclabili.

Il nuovo ponte presenta larghezza tale che gli spazi laterali disponibili per i percorsi ciclopedonali consentono, in caso di emergenza o per manutenzioni, il transito di automezzi attraverso i varchi predisposti o realizzabili sulle barriere stradali utilizzate.

L'attuazione di queste soluzione implica la momentanea chiusura dei percorsi ciclopedonali in modo alternato, in caso di manutenzioni, garantendo comunque sempre il collegamento spondale oppure, chiudendo completamente, in caso di emergenza, interrompendo così il flusso ciclopedonale.

15.2.5.2 Le sovrastrutture stradali

Le sovrastrutture stradali sono sostanzialmente intese come barriere di protezione degli utenti ciclopedonali dalla viabilità motorizzata.

Queste sono costituite da guard-rail a diversa geometria in base alla specifica collocazione, ma tutti rispondenti alle prescrizioni di normativa, omologati di categoria H4 bordo ponte, come già dettagliatamente descritto.

Le tipologie adottate sono sostanzialmente tre:

- barriera H2 su rilevato in sponda Sx;
- barriera H4 tipo new-jersey su nuovo ponte;
- barriera H4 mobile per apertura varchi su rilevato.

Ognuna di queste barriere risponde a specifiche esigenze, ma tutte sono caratterizzate dal massimo grado di protezione attuabile.

15.2.5.3 Gli impianti

Gli impianti previsti in progetto sono strettamente funzionali a garantire la migliore sicurezza stradale a tutti gli utenti del nuovo ponte.

Ai fini della mobilità veicolare è stata prevista l'installazione di telecamere di monitoraggio del traffico.

Ai fini invece della viabilità ciclopedonale si è ritenuto di inserire, a presidio della sicurezza degli utenti, un sistema di lampade segnapasso sull'intero tracciato, utile ad indicare il percorso, mentre, solo per il tratto in sviluppo sul nuovo ponte, viene sfruttata l'esistenza dei proiettori dedicati alla visibilità dell'ingombro dei pendini del ponte per garantire una illuminazione sul piano ciclabile di almeno 15 lumen e quindi tale da classificare tale tratto di ciclabile come percorso illuminato.

Va evidenziato che la strada attuale non presenta nessuna forma di illuminazione né tantomeno di segnaletica luminosa a terra.

15.2.5.4 La gestione degli utenti deboli

La maggior tutela e sicurezza viene garantita all'utente ciclopedonale che nella struttura esistente non trova alcun percorso protetto, mentre nel progetto presentato viene data grande evidenza a questo tipo di utenza.

Infatti, oltre a garantire una sede propria a tale utenza sull'intero percorso di scavalcamento del fiume da sponda a sponda, vengono anche assicurati i raccordi altimetrici tra il piano del ponte e le viabilità spondali, sede delle attuali ciclabili in sede promiscua.

Viene quindi garantita la continuità del percorso, cosa precedentemente mancante con un effetto panoramico e divulgativo di grande significato.

Si ritiene comunque fondamentale evidenziare che, oltre ai fattori di sicurezza sopra esposti, la scelta di grandissimo rilievo operata riguarda proprio **l'intera configurazione del ponte e le modalità di varo adottate**.

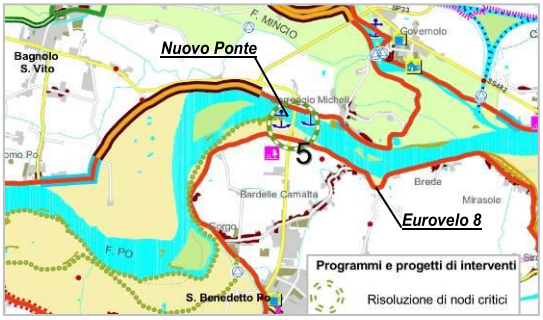
In particolare, l'eliminazione delle attuali quattro pile in alveo, sostituite da unica pila con geometria poco impattante con l'idraulica del fiume, riduce l'effetto sbarramento del vecchio manufatto anche ai fini del trasporto solido, garantendo un miglior deflusso delle acque.

Anche la soluzione di varo scongiura l'effetto griglia dovuto alle pile provvisorie in alveo, così come indicato nel progetto preliminare.

Tutto questo ad evidenziare l'attenzione posta in ogni fase di sviluppo progettuale dell'opera.

15.3. SISTEMA DI RELAZIONI CICLOPEDONALI *

L'interconnessione ciclopedonale tra i Comuni di San Benedetto Po e Bagnolo San Vito rappresenta un obiettivo strategico sia a livello provinciale (*Piano dei percorsi e delle piste ciclo-pedonali della Provincia di Mantova*) sia europeo (connessione con l'itinerario *Eurovelo 8*). L'ampia sezione prevista per il nuovo impalcato garantisce all'utenza più debole l'attraversamento del Fiume Po in totale sicurezza.



In occasione della *Conferenza dei Servizi* del 15/10/2014 la Regione Lombardia ha rilevato nei confronti delle soluzioni progettuali proposte nel Progetto Preliminare il permanere di difficoltà di collegamento fra le piste ciclabili previste ed i percorsi esistenti, legate principalmente al perdurare di interferenze con il traffico veicolare e di discontinuità nelle connessioni.

Il miglioramento e l'ottimizzazione del sistema di relazioni ciclopedonali risulta tra gli obiettivi raggiunti in fase di progetto esecutivo. Il miglioramento della fruizione è infatti uno dei criteri di valutazione dell'offerta tecnica, che nel rispetto di delle scelte già adottate in sede di progetto preliminare, chiede specificatamente di conseguire la **massimizzazione della fruizione paesistico e percettiva del manufatto**, di prevedere l'opportuna **segnalazione e illuminazione dei percorsi ciclopedonali**, oltre ad ospitare **spazi laterali ampi per portatori di handicap con opportune vie di fuga.**

In sede di redazione del progetto esecutivo sono state quindi individuate le soluzioni progettuali di seguito descritte, descritte nei paragrafi successivi suddivise per le seguenti tipologie di opere:

- pista ciclopedonale integrata nella struttura del ponte (per entrambe le direzioni);
- sottovia pedonale collocato a sud della pila P2* (di collegamento tra le due direzioni);
- passerella ciclopedonale ad Est del ponte esistente (tratto da P2* a SP2);
- rampa di accesso alla pista ciclopedonale in destra idrografica.
- rampa di accesso alla pista ciclopedonale da Via Molinara;
- scala di collegamento da Via Molinara;

15.3.1. Pista ciclopedonale integrata nella struttura del ponte

La sezione stradale della nuova opera che viene a sostituire la precedente mantiene la stessa classe stradale C2 adeguando le dimensioni geometriche alla normativa vigente e aggiungendo opportuni spazi laterali quali:

- *superfici destinate ai percorsi ciclopedonali e turistici;*
- *superfici utili alla manutenzione dell'opera;*
- *superfici occupate da parapetti bordo ponte, reinterpretati funzionalmente al fine di facilitare la percezione del fiume Po dai percorsi ciclopedonali.*

Il percorso ciclopedonale, su ciascun lato del ponte, occupa uno spazio pari a 4,25 m, di cui 1,50 m destinato ai pedoni e 2,50 m destinato a percorso ciclabile, opportunamente protetto dal traffico veicolare da barriera metallica tipo new-jersey. La pendenza trasversale è pari a 2,5 % verso il lato interno. La larghezza residua è destinata, sul lato interno di 25 cm, all'alloggiamento del sistema di raccolta delle acque, mentre sul lato esterno alla collocazione di un parapetto in vetro e lamiera serigrafata composita di alluminio tipo alucobond con un ingombro di 20 cm. Sul parapetto trovano collocazione pannelli comunicativi serigrafati di larghezza pari a 12 m, grazie ai quali l'utente può trovare indicazioni mirate circa le viste panoramiche e le opportunità turistiche, le bellezze naturali, gli elementi storico-culturali con cui ha la possibilità di entrare in contatto lungo gli itinerari ciclopedonali locali. Per la descrizione tecnica di tali elementi si rimanda al paragrafo 16.1.2. della presente relazione.

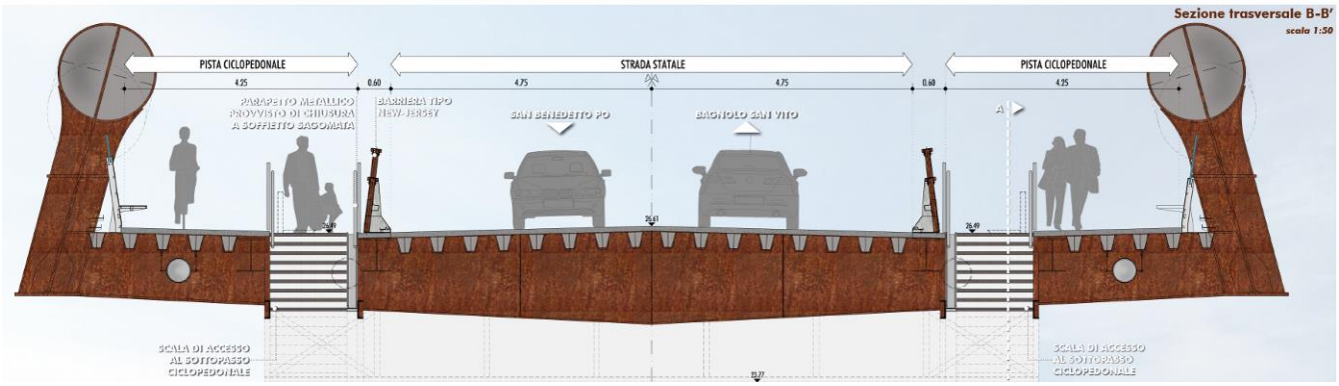


FIGURA 15-18 NUOVO SISTEMA CICLOPEDONALE SU PONTE

FIGURA 15-19 SIMULAZIONE NUOVO SISTEMA CICLOPEDONALE SU PONTE

15.3.2. Sottovia pedonale collocato a sud della pila P2*

In ottemperanza alle specifiche prescrizioni della Regione Lombardia è stato approfondito lo studio di una soluzione che permettesse il collegamento sul nuovo impalcato tra la pista a monte e quella a valle in totale sicurezza, evitando l'interferenza con il traffico veicolare in corrispondenza del passaggio tra nuovo impalcato e ponte esistente mantenuto in esercizio, come invece prevedeva il PBG.

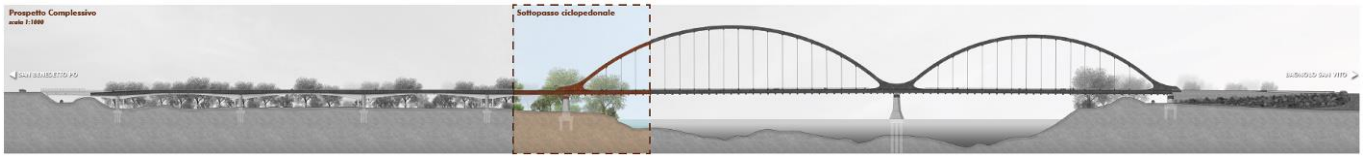


FIGURA 15-20 PROSPETTO COMPLESSIVO SOTTOPASSO CICLOPEDONALE

La soluzione progettuale proposta consiste in un sottopasso (2,20 m x 2,20 m) dotato di scale con scivolo di accompagnamento per le biciclette e servoscala, il cui estradosso resta ad una quota di sicurezza compatibile con la massima piena (23.52 m, T_R 200 anni). Entrambi gli ingressi sono provvisti di chiusure a soffietto sagomate complanari alla piattaforma stradale che impediscono l'uso del sottopasso in caso di livelli idrici ritenuti critici.

Le scale offrono un'ampiezza complessiva di 160 cm, comprensiva dello scivolo per le biciclette; tale dimensione consente la collocazione di montascale a piattaforma che, in configurazione chiusa ha ingombro di 35 cm mentre aperta ha ingombro di 100 cm e che, in fase di impiego, garantiscono un adeguato passaggio a chi percorre le scale senza costituire intralcio.

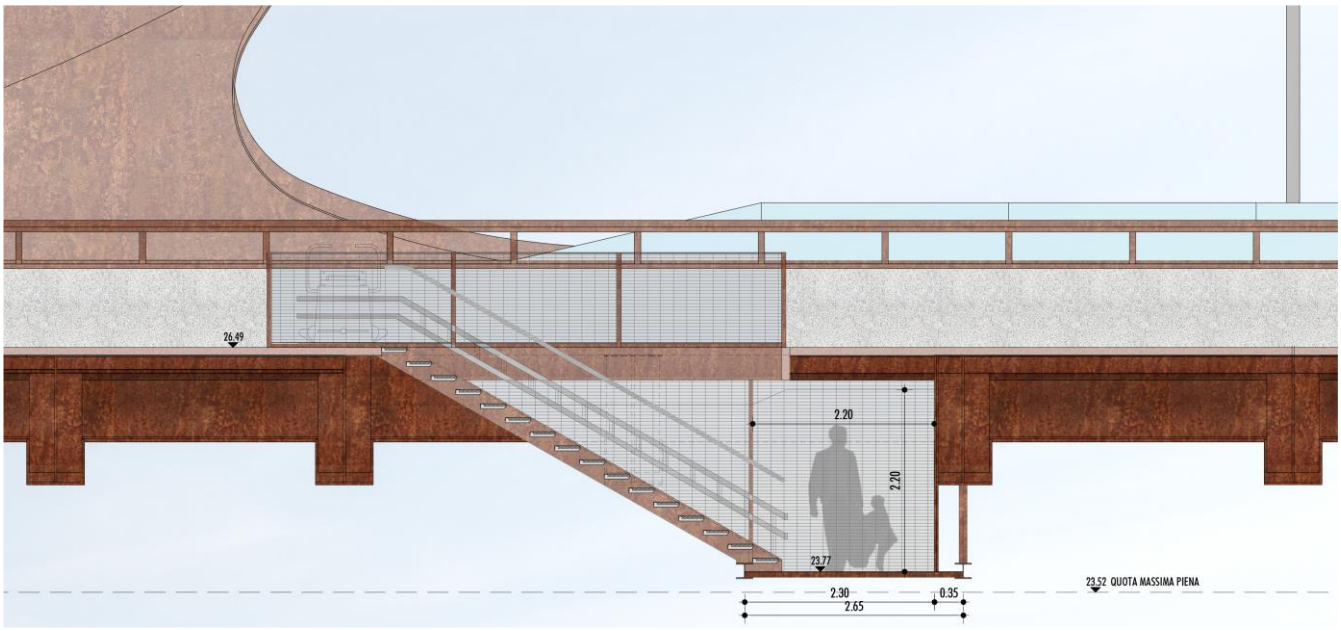


FIGURA 15-21 SOTTOPASSO CICLOPEDONALE SU PONTE

15.3.3. Passerella ciclopedonale ad Est del ponte esistente e rampa di raccordo in destra idrografica

Per quanto riguarda la destra idrografica, la nuova soluzione sviluppata prevede la connessione tra il nuovo impalcato ed il percorso ciclopedonale esistente localizzato in sommità arginale tramite una passerella ciclopedonale in affiancamento lato valle alla porzione di ponte esistente che rimarrà inalterata. La larghezza del percorso promiscuo è prevista pari a 2,50 m e pendenza trasversale pari a 2,5%, confinata sui lati da parapetti in lamiera microforata composita di alluminio tipo alucobond, lato monte,

mentre da parapetti in lamiera serigrafata composita di alluminio tipo alucobonde e vetro lato valle. Per la descrizione tecnica di tali elementi si rimanda al paragrafo 16.1.2. della presente relazione.

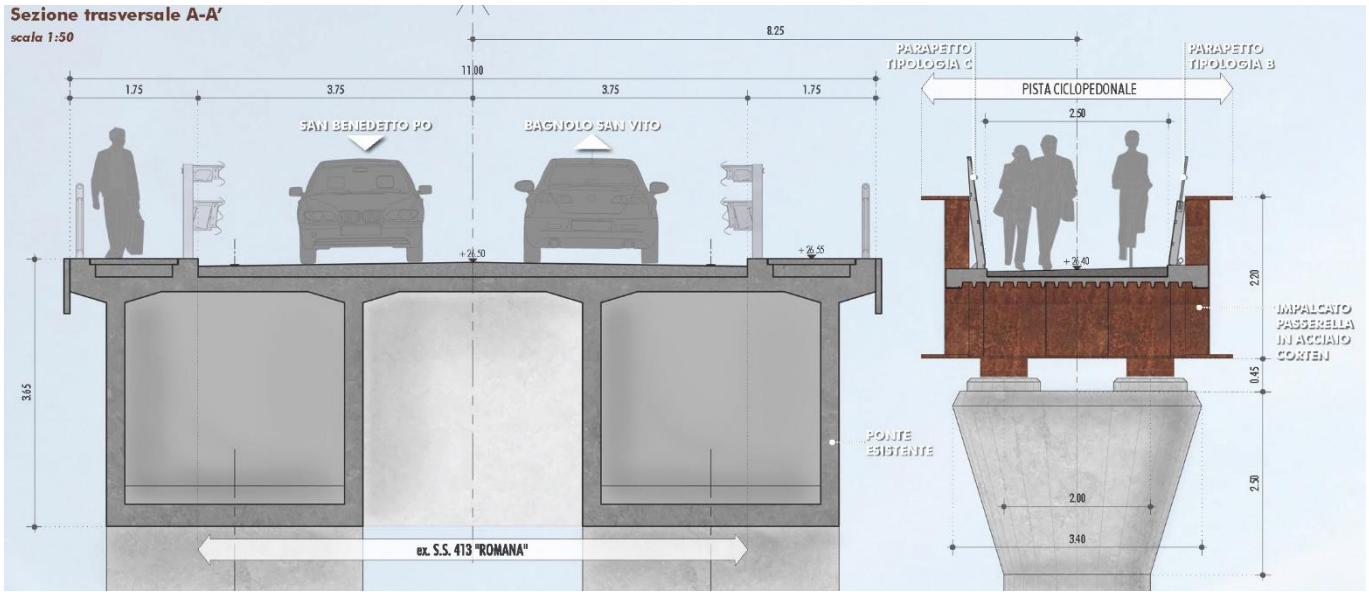


FIGURA 15-22 SEZIONE DELLA PASSERELLA CICLOPEDONALE

Tale passerella presenta schema statico a sbalzo nella parte terminale, per evitare che intacchi il nucleo centrale dell'argine (*Direttiva 4 - Infrastrutture*, del *PAI*), ed è connessa al sistema ciclopedonale esistente lato su Via Argine Po Nord tramite una rampa di larghezza pari a 2, 50 m che si estende lato Ovest per una lunghezza pari a circa 97 m e pendenza ridotta pari 1.5%.

15.3.4. Rampa di accesso alla pista ciclopedonale da Via Molinara

Per quanto riguarda le connessioni in sinistra idrografica, in virtù della coincidenza in quel tratto del sistema ciclopedonale esistente con via Molinara, si è abbandonata la soluzione progettuale del progetto preliminare che prevedeva un viadotto di collegamento tra il nuovo impalcato e la sommità arginale non servita da pista ciclopedonale esistente, in favore di due rampe realizzate in aderenza alla scarpata del rilevato stradale in prossimità della spalla nord del nuovo impalcato.

In particolare:

- lato monte, la soluzione progettuale prevede il raccordo attraverso l'inserimento di gradoni e scivolo per il trasporto biciclette di larghezza rispettivamente di 1,20 m e 0,70 m, con pianerottoli intermedi di larghezza pari a 1,75 m ogni 11 alzate, per una lunghezza della rampa pari a 6 m; sulle pedate è previsto un trattamento antiscivolo. La pista ciclopedonale raggiunge in questo modo, a quota 26,60 m, il rilevato stradale della S.P. ex S.S. 413, a ridosso del quale vengono create adeguate piazzole che poi consentiranno il raccordo effettivo con le nuove piste ciclopedonali di progetto sul ponte. Al fine di salvaguardare la stabilità del terreno viene prevista la realizzazione di un muro di sostegno, mitigato da vegetazione (edera), rivestito da una matrice tipo Reckli 1/44 B e con coprimuro in cor-ten, al fine di richiamare le

opportune coerenze rispetto alle finiture del basamento delle pile in alveo. Vengono, inoltre, previste protezioni all'utenza realizzate con parapetti in legno mantenendo il muro rialzato rispetto al piano di calpestio di almeno 15 cm..

- lato valle, la proposta progettuale consiste in una rampa ciclabile progettata in coerenza con la normativa in materia e trattata con pavimentazione antiscivolo. Il tratto di raccordo lato valle inizia a 37 m dal ponte, oltre la barriera amovibile, con un primo tratto parallelo alla strada provinciale che si sviluppa per 40,60 m; la pista ciclopedonale risulta opportunamente protetta dal traffico veicolare da adeguata barriera stradale ancorata al muro di sostegno con quota di sommità ad 0,15 m dal piano stradale. Successivamente, con un raccordo circolare, la pista si innesta sulla Via Molinara, con raccordo indiretto così come richiesto in sede di conferenza di servizi del progetto definitivo, con una rampa di lunghezza pari a 96 m circa; il dislivello, pari a 6,00 m, viene superato con rampe di lunghezza pari a 15 m e pendenza pari al 5%, interposte da tratti orizzontali di 1,50 m. Al fine di salvaguardare la stabilità del terreno e per conferire una maggior qualità ambientale e percettiva all'intervento, è prevista la realizzazione di un sistema di palificate rinaturalizzate. Lungo il tracciato lato valle della pista ciclopedonale sono posizionati parapetti in legno, al fine di favorire l'integrazione con il contesto naturale.

15.3.5. Segnaletica orizzontale e verticale

In coerenza con quanto già affermato al paragrafo 15.2.4. della presente relazione, si sottolinea come per quanto riguarda tutti i percorsi ciclopedonali e cicloturistici si è provveduto alla predisposizione di specifica segnaletica anche sulla scorta delle prescrizioni delle leggi regionali vigenti in materia. Sono stati utilizzati cartelli con diametro 60 cm su tutti i nuovi percorsi in progetto fino ai limiti di intervento, oltre a tutta la segnaletica orizzontale di norma. Di seguito si riporta stralcio cartografico relativo alla segnaletica orizzontale di progetto:

FIGURA 15-23 CARTA DELLA SEGNALETICA CICLOPEDONALE DI PROGETTO

15.4. IL PONTE SUL FIUME PO

In questa sezione verranno approfondite le principali caratteristiche del ponte sul fiume Po dal punto di vista sia architettonico che strutturale.

15.4.1. Caratteristiche architettoniche

L'opera in progetto sarà costituita da due ponti ad arco a via inferiore collegati tra loro in maniera continua e ciascuno costituito da due archi affiancati inclinati, convergenti verso la mezzeria di ciascuna campata e collegati da opportuni traversi. Le due campate coprono complessivamente una luce di circa 330 metri; nello specifico la campata maggiore ha una luce di circa 180 m ed un'altezza d'arco in chiave di 37 m (misurata fra la sommità dell'arco e la piattabanda inferiore delle travi longitudinali principali, mentre quella minore ha una luce di 149 m e un'altezza di 32 m misurata rispetto ai medesimi riferimenti.

FIGURA 15-24 - VISTA GENERALE DEL NUOVO PONTE SUL PO

Il materiale utilizzato per l'intera struttura sarà l'acciaio auto-patinabile cor-ten. Tale scelta è stata confermata dai risultati dell'analisi paesaggistiche e dei caratteri materico-cromatici di contesto predisposte a monte della fase progettuale. Il materiale cor-ten infatti, oltre a consentire una riduzione in termini manutentivi di costi ed intervalli di intervento, permette un inserimento armonico dell'opera nel paesaggio e nel territorio di riferimento.

Le scelte progettuali operate possono essere ricondotte principalmente a due sistemi architettonici e strutturali principali:

- ***sistema architettonico e strutturale dell'impalcato e delle pile di sostegno***
- ***sistema architettonico e strutturale degli archi superiori***

Per quanto riguarda il sistema architettonico dell'impalcato e delle pile, le soluzioni progettuali proposte possono così essere sintetizzate:

IMPALCATO: si prevede la predisposizione di un impalcato a piastra ortotropa e realizzato in acciaio cor-ten;

PULVINI: i pulvini della pila in golena (P2*****), della pila in alveo (P1*****) e della spalla in sponda sinistra idrografica (SP1*), sono ipotizzati con forme dolci e arrotondate alle estremità laterali (che inglobano la porzione sommitale dei fusti costituenti le strutture delle pile e della spalla) e di altezza pari a 2,5 m. Dal punto di vista materico-cromatico i pulvini vengono realizzati in acciaio cor-ten.

FIGURA 15-25 - SEZIONE DELL'IMPALCATO IN CORRISPONDENZA DELLA PILA P2*

PILE P1*/P2* E SPALLA SP1*: per quanto riguarda le pile a sostegno dell'impalcato, gli elementi strutturali delle nuove pile (sia in golena che in alveo) e della nuova spalla saranno realizzati in conglomerato cementizio armato e con una lieve inclinazione, così da riprendere l'immaginario delle forme curvilinee dell'arco superiore ed armonizzare quindi il rapporto con il sistema degli archi inclinati superiori. In questo modo si vuole conferire all'intera opera un disegno architettonico e compositivo di qualità, raggiungendo dal punto di vista progettuale un'omogeneità stilistica e percettiva da tutti i punti di percezione statica e dinamica di contesto.

La pila in alveo P1* sarà realizzata mediante due fusti (P1M* lato monte e P1V* lato valle) di altezza pari a 10,60 m a cui si aggiungono 2,50 m che si integrano con la struttura del pulvino e da un basamento ovoidale di altezza pari a 3,5 m.

Il fusto, di sezione circolare rastremato verso l'alto, si sviluppa con una lieve inclinazione e presenta un tratto di raccordo con il basamento; su quest'ultimo, per un'altezza pari a 2,50 metri è prevista l'applicazione di una matrice tipo Reckli 1/44 B a trama ondulata. L'applicazione della matrice infatti è una soluzione compositiva che, per i suoi caratteri percettivi di smaterializzazione, permette di enfatizzare il passaggio dalla superficie all'elemento idrico, mitigando inoltre l'effetto visivo generato

Matrice tipo Reckli 1/44 B

dai residui depositati dalla corrente in occasione delle variazioni del livello del livello idrico, conferendo alla pile una maggior pulizia.

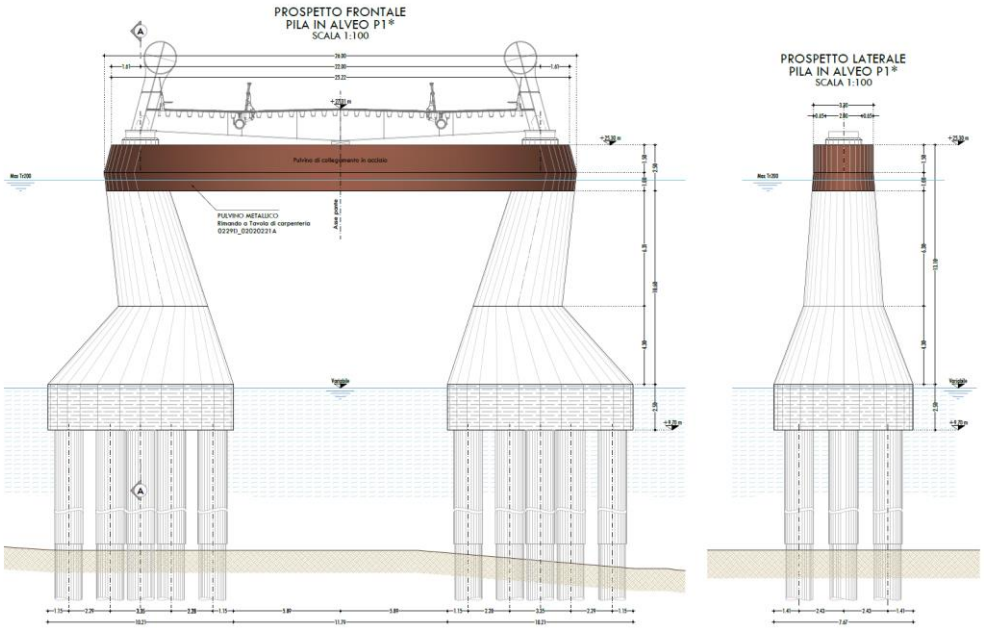


FIGURA 15-26 - PILA P1* PROSPETTI

Per quanto riguarda la pila in golena P2* essa sarà costituita, similmente alla pila P1*, da due strutture distinte (P2M* lato monte e P2V* lato valle) realizzate di altezza pari a 11,0 m di cui 8,5 m riconducibili al fusto inclinato (circolare e rastremato verso l'alto) e 2,5 m alla porzione che costituisce l'estremità del pulvino; la fondazione delle due pile è costituita da un plinto delle dimensioni in pianta di 8,0x8,0 m per 2,5 m di altezza che appoggia su pali.

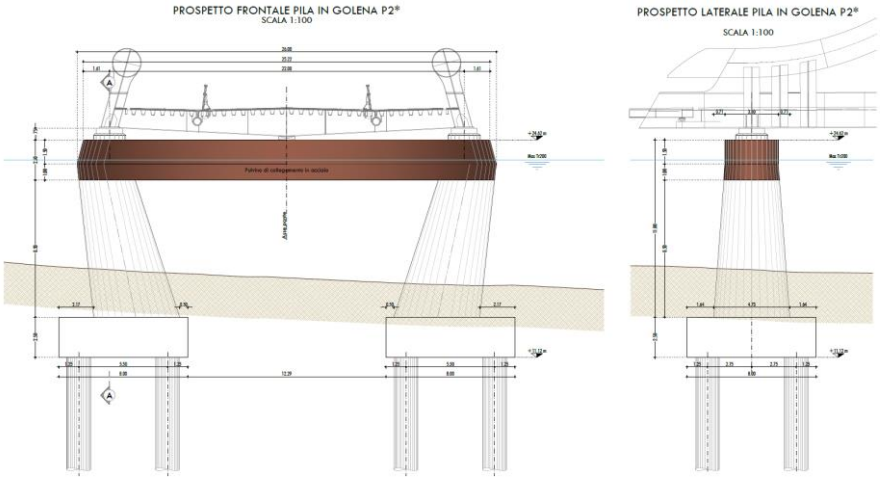


FIGURA 15-27 - PILA P2* PROSPETTI

FIGURA 15-28 VISTA DI SINTESI DEL SISTEMA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE IMPALCATO, PULVINI E PILE

FIGURA 15-29 - VISTA DELLA PILA P1* IN ALVEO IN BASE ALLA VARIAZIONE DEL LIVELLO IDRICO

I due archi inclinati, che costituiscono ciascuna campata, sono stati ipotizzati a sezione tubolare e stabilizzati trasversalmente da una serie di traversi che realizzano uno schema a Vierendeel. Al fine di conferire una maggior qualità architettonica e percettiva all'intera opera e per migliorare il disegno architettonico e strutturale degli archi superiori, sono state sviluppate alcune particolari soluzioni progettuali che possono così essere sintetizzate:

STUDIO DEL RACCORDO TRA LE ESTREMITA' DEGLI ARCHI E IL NODO ARCHI/IMPALCATO: il raccordo delle estremità degli archi assumerà un andamento maggiormente curvilineo ispirato al sesto acuto. In questo modo sarà possibile conferire agli archi superiori un disegno geometrico ed architettonico di qualità.

STUDIO DEL RACCORDO TRA ARCHI ED IMPALCATO: la convergenza fra archi ed impalcato sarà configurata dal punto di vista estetico come un vero e proprio nodo, definito dalla predisposizione di geometrie lineari in rilievo. In tal modo si vuole conferire all'intera opera un disegno compositivo di qualità, con la definizione di elementi particolare di valore stilistico e identitario, e governare così il rischio di rigidità strutturale e compositiva del ponte e nello specifico degli archi superiori.

INTERPRETAZIONE GEOMETRICA E ARCHITETTONICA DEGLI ELEMENTI TERMINALI DEGLI ARCHI: gli elementi terminali degli archi vengono interpretati quali elementi di valore identitario e simbolico del ponte, prevedendo la loro realizzazione mediante lamiera microforata, degradante verso il pieno a contatto con la parte strutturale dell'arco.

FIGURA 15-30 VISTE RELATIVE AL RACCORDO TRA ARCHI ED IMPALCATO E DELL'ELEMENTO TERMINALE DEGLI ARCHI

FIGURA 15-31 VISTA DI SINTESI DEL SISTEMA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE DEGLI ARCHI SUPERIORI

In ottemperanza al quadro prescrittivo, in merito all'attenzione da porre rispetto alla tematica delle collisioni con l'avifauna, viene prevista l'istallazione di elementi luminosi sui pendini degli archi, al fine di illuminare e segnalare il ponte in condizioni notturne. Tale scelta risponde inoltre alla volontà di evidenziare gli elementi morfologici di maggior valenza architettonica e percettiva, conferendo la ponte anche in condizioni notturna un ruolo simbolico e percettivo di *landmark* territoriale.

15.4.2. Caratteristiche strutturali

Come anticipato, la struttura si configura come una coppia di ponti ad arco a spinta eliminata collegati in continuità in corrispondenza della pila centrale in alveo.

I carichi permanenti ed i carichi mobili del traffico, applicati a livello del piano stradale, gravano direttamente sull'impalcato metallico realizzato con una soluzione in piastra ortotropa. La piastra, irrigidita da una serie di canalette e profili "L", presenta uno spessore di 12 mm ed ha una triplice funzione strutturale:

- trasferisce i carichi agenti a livello del piano stradale ai traversi posti ad interasse massimo di 4 m;
- realizza assieme alle travi laterali il tirante che equilibra la compressione agente nell'arco realizzando lo schema a spinta eliminata;
- fornisce il piano di controvento all'impalcato nei riguardi delle azioni trasversali.

I traversi disposti tipicamente ad interasse 4 m realizzano il supporto per la piastra ortotropa trasferendo i carichi verticali alle travi catena. In aggiunta, gli elementi disposti in corrispondenza dei pendini contribuiscono ad equilibrare la compressione indotta dall'inclinazione del tiro nelle funi di sospensione.

Le funi di sospensione posizionate lungo lo sviluppo della struttura ogni 8 m trasmettono i carichi dall'impalcato agli archi; esse sono collegate attraverso capicorda a forchetta a piatti di espansione previsti sugli archi e sulle travi catena.

Gli archi sono realizzati con profili tubolari di diametro 1800 mm e spessore variabile in funzione delle esigenze statiche.

I due allineamenti sono collegati circa ogni 20 m da traversi, anch'essi tubolari di diametro variabile, che garantiscono, grazie ad un vincolo di incastro, la formazione di un telaio trasversale secondo uno schema di tipo *Vierendeel*.

Si sottolinea che i traversi di diametro 1500 mm, i più prossimi alla zona di innesto, hanno il compito di costituire, in combinazione con i profili dell'arco, i "portali" che garantiscono la stabilità laterale della struttura.

Il collegamento all'impalcato in c.a lato San Benedetto, è offerto da una campata isostatica da circa 10 m di luce anch'essa realizzata in piastra ortotropa.

Al fine di non alterare il comportamento della parte non oggetto di sostituzione della struttura esistente, su cui deve appoggiare la campata di collegamento, viene mantenuto per il collegamento di quest'ultima lo schema di vincolo originario andando a ripristinare, mediante una opportuna zavorra, anche gli scarichi verticali.

In destra idraulica, in corrispondenza della pila P2*, la passerella ciclopedonale, che affianca per una lunghezza di circa 250 m il manufatto esistente, risulta collegata attraverso un diaframma opportunamente irrigidito all'impalcato da 180 m.

La struttura metallica sopra descritta appoggia in tre punti costituiti da elementi in calcestruzzo armato denominati SP1*, P1* e P2* che vengono di seguito descritti.

La spalla SP1* è costituita da due fusti in calcestruzzo armato di sezione piena; essi sono collegati da un muro in calcestruzzo armato di spessore 2,00 m sormontato da un pulvino alto 2.5 m e largo 3.3 m, sul quale si innestano il paraghiaia, i risvolti del paraghiaia e la soletta di transizione. Sull'estradosso del pulvino è prevista una lastra metallica sulla quale vengono saldati due

baggioli in c.a. gettati in casseri metallici a perdere (questi ultimi vengono saldati ai pulvini) con sezione circolare di diametro pari a 2 m.

I due fusti sono sorretti da due basamenti di fondazione in calcestruzzo armato di forma quadrata aventi lato 7,00 m x 7,00 m e spessore 2,5 m. Il basamento scarica le azioni al suolo attraverso delle sottofondazioni costituite da n. 4 pali trivellati in calcestruzzo armato di diametro 1500 mm lunghi 40,00 m.

La pila in alveo P1* è costituita da due fusti in calcestruzzo armato di sezione ellittica con assi variabili; la base del fusto è costituito da una parte piena (h=4.3m), mentre la parte sommitale è anulare con sezione ellittica; dal basso verso l'alto la sezione ellittica si rastrema. Sulla sommità dei fusti è presente un elemento di tamponamento in acciaio/calcestruzzo armato (base di appoggio dei dispositivi friction pendulum), sempre di sezione ellittica (asse maggiore 3.61 m, asse minore 3.3 m). Questi elementi sono collegati tra loro mediante un pulvino in acciaio che insieme ai fusti costituisce uno schema statico "a portale".

I due fusti sono sorretti da due basamenti di fondazione in calcestruzzo armato dello spessore 2,5 m di forma in pianta ellittica con asse maggiore pari a 10.21 m e asse minore pari a 7.67 m.

I plinti ellittici si appoggiano su 7 pali di fondazione ϕ1500 realizzati previa l'infissione di un lamierino a perdere lungo 20 m che rimarrà in opera a protezione dei pali nella parte fuori terra; la lunghezza del lamierino tiene conto della quota di scalzamento del terreno previsto in progetto in corrispondenza della pila dovuto al flusso dell'acqua. Realizzati i pali il plinto di fondazione verrà gettato su un cassero metallico opportunamente nervato ed ancorato alla sommità dei pali stessi.

La pila in golena P2* è costituita da due fusti in calcestruzzo armato di sezione anulare con sezione anulare ellittica che si rastrema dal basso verso l'alto; lo spessore delle pareti che la compongono è pari a 50 cm e la sezione di base ha le seguenti dimensioni: asse maggiore pari a 5.33 m e asse minore pari a 4.73 m. Sulla sommità dei fusti è presente un elemento di tamponamento in acciaio/calcestruzzo armato (base di appoggio dei dispositivi friction pendulum), sempre di sezione ellittica (asse maggiore 3.61 m e asse minore 3.3 m). Questi elementi sono collegati tra loro mediante un pulvino in acciaio che insieme ai fusti costituisce uno schema statico "a portale".

I due fusti sono sorretti da un basamento di fondazione in calcestruzzo armato di forma quadrata aventi lato 8,00 m x 8,00 m e spessore 2,5 m. Il basamento scarica le azioni al suolo attraverso delle sottofondazioni costituite da n. 5 pali trivellati in calcestruzzo armato di diametro 1500 mm lunghi 30,00 m

15.5. INTERAZIONE TRA LE OPERE ESISTENTI E LE OPERE DI PROGETTO

Alla luce di tutti gli studi pregressi che, di fatto, non hanno trovato una lettura univoca e chiara sulle cause dei dissesti (giungendo anche ad interventi peggiorativi) si è effettuata una modellazione geotecnica di approfondimento per studiare l'interazione terreno-struttura; questa ha evidenziato i seguenti aspetti:

- le palificate esistenti sono state probabilmente calcolate senza considerare le condizioni di esercizio, anche in considerazione del futuro scalzamento e con un fondale non rispondente a quello reale, (ivi compresi gli effetti del pennello in sx di valle).
- il calcolo delle palificate è stato condotto su considerazioni di 'portanza' senza indagare le condizioni di esercizio con particolare riguardo alla deformabilità e cedimenti

In merito al primo punto si evidenzia che, con scalzamento dell'ordine di 10m la struttura fondale perde gran parte della portanza laterale oltre a portare ad un incremento del momento in testa dei pali anche doppio rispetto a quello di progetto.

Già nelle condizioni di esercizio la risposta fondale è quindi data alla portanza di base. Esperienze mostrano che la portanza alla base si mobilita completamente dopo 0.1-0.2 volte il diametro del palo, quindi, indicativamente perdendo la portanza laterale (scorrimento laterale) la nuova condizione di equilibrio viene determinata con cedimenti decimetrici (10-30cm). I monitoraggi evidenziano questo comportamento, dove i maggiori assestamenti sono proporzionali al maggiore fondale.

Il cedimento del palo è quindi in ragione dello scalzamento e del carico (eccentrico) applicato, da questo si spiega il campo di spostamenti dal monitoraggio e l'entità del cedimento e spostamento assoluto in ragione della profondità del fondale, (parlare di soli cedimenti è infatti non propriamente corretto in quanto si ha un campo di spostamento roto-traslativo che si amplifica in sommità).

Qui di seguito gli esiti della modellazione Plaxis 2D eseguita in back-analysis considerando un fondale a 9m, si evidenzia il campo di spostamenti con l'effetto roto-tralsativo della pila e le condizioni plastiche che mostrano l'interessamento della portanza di base già nelle condizioni di esercizio.

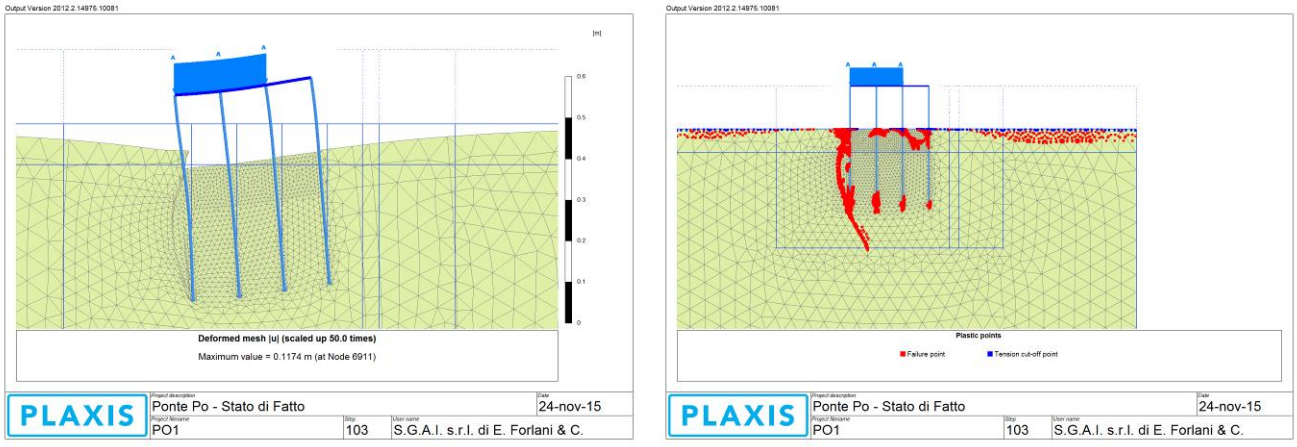


FIGURA 15-32 – SIMULAZIONE IN BACK ANALYSIS STATO DI FATTO. CAMPO DI SPOSTAMENTI (14-20CM) E CONDIZIONI PLASTICHE CON FONDALE A 9M.

Sulla scorta di questi dati, tutte le soluzioni progettuali adottate hanno la finalità di minimizzare le interferenze con l'opera esistente e la viabilità.

15.6. OPERE DI SOSTEGNO

Per la realizzazione del rilevato di arrocco in corrispondenza della spalla1, si rende necessario mettere in opera un sistema di opere di sostegno per integrare lo stato dei luoghi e le nuove richieste di progetto.

Sul lato monte, viene realizzata una scala a rampe per permettere la discesa/salita dei pedoni tra i livelli di scorrimento stradale del ponte e la viabilità sottostante. Sul lato valle, viene realizzata una rampa per il collegamento ciclopedonale tra il livello del ponte la pista ciclopedonale sottostante.

I muri verranno realizzati con paramento di tipo prefabbricato e completati in opera mediante getto per la realizzazione delle fondazioni e del cordolo di coronamento. Il pannello di paramento verrà prefabbricato mediante l'uso di casseri dotati di sagome in gomma per avere un effetto finale superficiale di pregio (tipo matrici Reckli). La prefabbricazione del paramento conferisce un ulteriore grado di controllo sui materiali a vista, garantendo maggiore durabilità dell'opera.

Per il sostegno della rampa ciclopedonale viene realizzata una paratia di mediopali sul fianco del corpo di rilevato stradale. E' realizzata mediante mediopali in c.a. ∅600/1000 contrastata mediante un tirante passivo ancorato nel corpo del rilevato stradale. Al fine di garantire omogeneità estetica, anche la paratia verrà rivestita mediante pannelli tralicciati prefabbricati (tipo predalle) con la stessa finitura utilizzata per i muri.

Le strutture verranno completate in sommità mediante l'utilizzo di un carter in lamiera corten che riprende le colorazioni dell'impalcato metallico.

15.7. OPERE DI PROTEZIONE IDRAULICA

Le analisi di approfondimento idraulico svolte mediante modello bidimensionale hanno permesso di analizzare con maggior dettaglio gli aspetti idraulici di progetto per l'opera oggetto di studio, definendo in particolare il livello massimo relativo alla piena di progetto con tempo di ritorno di 200 anni pari a 23.60 m s.l.m., leggermente superiore a quella indicata nella Direttiva "Piena di progetto" del PAI dell'Autorità di bacino del fiume Po (23.39 m s.m.).

Lo scostamento è da imputare al maggior dettaglio del modello impiegato nello studio soprattutto per la descrizione delle caratteristiche geometriche dell'alveo ed è pertanto stato assunto in favore di sicurezza.

Le modellazioni svolte hanno altresì permesso di valutare compiutamente le caratteristiche di deflusso della piena in corrispondenza delle pile in progetto per la verifica degli effetti di scalzamento, valutando in maniera dettagliata le iterazioni della corrente con le strutture in progetto definendo gli effetti dello scalzamento per il dimensionamento dello strutture.

La modellistica bidimensionale ha permesso di valutare le condizioni di deflusso delle piene nelle varie fasi di realizzazione dell'opera, valutando le criticità e le conseguenti soluzioni progettuali.

In relazione ai valori del profilo di piena definito e alla condizioni idrodinamiche di deflusso i tratti di argine maestro interessati dall'intervento sul ponte non presentano condizioni di criticità in relazione alla sicurezza idraulica per i fenomeni di sormonto, sfiancamento e sifonamento.

In particolare, con riferimento alle quote sommitali, si è potuto riscontrare mediante il rilievo celerimetrico svolto come queste rimangano, nel tratto in esame, su valori prossimi a circa 23,30 m s.l.m, valore congruente con il franco di norma rispetto ai livelli di piena indicato nella Direttiva "Piena di progetto" del PAI. La sommità arginale presenta una larghezza in sommità inferiore a 3 m.

Confermando le indicazioni effettuate da AIPO e dall'Autorità di bacino, si è ritenuto quindi opportuno conservare le opere di difesa spondale previste nel Progetto Preliminare posto a base di gara, implementandole in sponda destra mediante il ripristino della massicciata a seguito della demolizione della pila esistente. Le opere in sponda sinistra sono state sostituite, come richiesto nell'ambito dell'iter approvativo da parte di AIPo, le diaframmature plastiche con diaframmature continue strutturali diparentesi dalla sommità, ed aventi profondità tale da assicurare la loro stabilità a fronte di un'erosione comportante l'asportazione del rilevato arginale, lato fiume, e la loro contemporanea protezione dall'infiltrazione; tali diaframmi sono stati estesi longitudinalmente fino a distanza dal nastro stradale tali da consentirne la successiva prosecuzione senza ingenerarvi alcun danno o interferenza.

Peraltro, in ragione dei risultati ottenuti dalla modellazione idraulica bidimensionale svolta, si è ritenuto necessario prevedere, nell'ambito delle attività di protezione della scarpata lato fiume, il prolungamento in quota del rivestimento in terreno vegetale in modo da sagomare la sommità arginale attribuendole una larghezza pari a 3 m ed una quota pari a 24,60 m s.l.m., per congruità con i massimi livelli raggiungibili con la piena TR200, ed in quanto la realizzazione di un eventuale rialzo arginale in futuro alle nuove quote potrebbe essere resa difficoltosa, se non impedita, dalla presenza dell'impalcato del nuovo ponte.

Le opere di protezione spondale sono pertanto state così individuate:

- Sponda destra: ripristino della mantellata in massi esistente a seguito della demolizione della spalla esistente, mediante fondazione in gabbione cilindrico (burghe) diametro 95 cm, riempito con pietrame, mantellata in massi di cava per rivestimento spondale di pezzatura 50/1000 kg. L'intervento si estenderà a ridosso della spalla esistente (che verrà demolita) in andamento con l'allineamento spondale esistente per una lunghezza pari a circa 55 m. Per la realizzazione della mantellata si potrà procedere con il reimpiego, se giudicato idoneo dalla D.L., dei massi recuperati dall'opera esistente.
- Sponda sinistra lato fiume: esecuzione di diaframmatura costituita da pali trivellati aventi diametro pari a 100 cm, interasse pari ad 80 cm in modo da risultare completamente compenetrati per garantire la tenuta in corrispondenza dei giunti; la diaframmatura presenterà una lunghezza pari a 25 m dalla testa dell'argine in corrispondenza della quale verrà realizzato un cordolo di collegamento in c.a. gettato in opera avente sezione pari a 1,2 x 1,2 m; lungo il paramento lato fiume verrà predisposto la protezione, mediante la fornitura e la posa di materassi metallici rinverditi, con le stesse caratteristiche adottate lungo il lato campagna (vedi quanto descritto nel seguito). L'intervento presenta una lunghezza complessiva pari a circa 35 m. Contestualmente alla realizzazione della mantellata verrà eseguito, con il materiale di scotico, una modesta riprofilatura arginale (spessore medio pari a circa 20 cm), con lo scopo di ricostituire il franco di 1 m sui livelli determinati nell'ambito della presente fase progettuale.
- Sponda sinistra lato campagna: allo scopo di garantire la stabilità della scarpata arginale, che nel tratto in esame presenta un dorso di ridotte dimensioni a causa della presenza della strada Molinara, è prevista, in accordo con quanto previsto nel progetto preliminare approvato, la realizzazione di una protezione in materassi metallici. Peraltro allo scopo di garantire un migliore inserimento ambientale e per evitare che il pietrame di riempimento possa costituire un elemento

di permeabilità dell'argine, si è previsto adottare una soluzione con materassi "rinverdibili", sostituendo il riempimento in pietrame con terreno miscelato con pietrame, previo rivestimento interno del materasso con ritentore antisvuotamento che viene pre-accoppiato in stabilimento; la rete di copertura sarà costituita da un geocomposito preaccoppiato, costituito da una rete metallica a doppia torsione, avente le stesse caratteristiche della rete del materasso di base, accoppiata meccanicamente per punti metallici con un biotessile costituito da biorete tessuta in agave, per favorire il rapido rinverdimento della scarpata. L'intervento presenta una lunghezza complessiva pari a circa 75 m.

15.8. OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Per ridurre l'impronta del rilevato stradale realizzato presso la sponda sinistra, oltre via Molinara, e sostenere la rampa di accesso alla pista ciclopedonale sul lato est del ponte sono state previste come soluzione migliorativa opere di contenimento della scarpata realizzate mediante le tecniche dell'ingegneria naturalistica quali le **palificate a parete semplice**.

Le tecniche appartenenti all'ingegneria naturalistica permettono di realizzare strutture migliori dal punto di vista estetico, della cantierabilità e della leggerezza, rappresentando degli interventi attivi sulla superficie meno impattanti e meglio integrabili con il contesto ambientale in cui andranno ad inserirsi. Le palificate di sostegno ad una parete sono una tecnica atta alla stabilizzazione di coltri di terreno superficiali tramite una struttura a celle costituita a elementi in legname disposti longitudinalmente in qualità di correnti e da elementi trasversali infissi nel terreno che assumono il nome di traversi.

La palificata in legname a parete singola, con base in contropendenza è costituita da tondame scortecciato infisso per almeno 2/3, sopra cui è previsto il posizionamento di tondame orizzontale, fissati tra loro con tondino di ferro e successivo riempimento della struttura con inerte terroso per l'eventuale messa a dimora di talee di salice e/o piantine radicate di specie arboree e arbustive idonee. I principali parametri di riferimento da utilizzare sono: altezza dell'opera circa 1,80 m in contropendenza del 10%, tondame di castagno (pali infissi ad intervalli di 1,5 m di lunghezza 1,5 m e diametro 15 cm), diametro tondino di ferro 14 mm. Nella parte sommitale delle palificate, al fine di creare una cortina verde con funzione di mascheramento e corretto inserimento paesaggistico si prevede la messa a dimora di siepi lineari di soli esemplari arbustivi.

Nell'immagine successiva si propone una simulazione dell'ambito di intervento ad est del ponte.

FIGURA 15-33 – PARTICOLARE DELLE PALIFICATE RINVERDITE (SPONDA NORD-LATO EST)

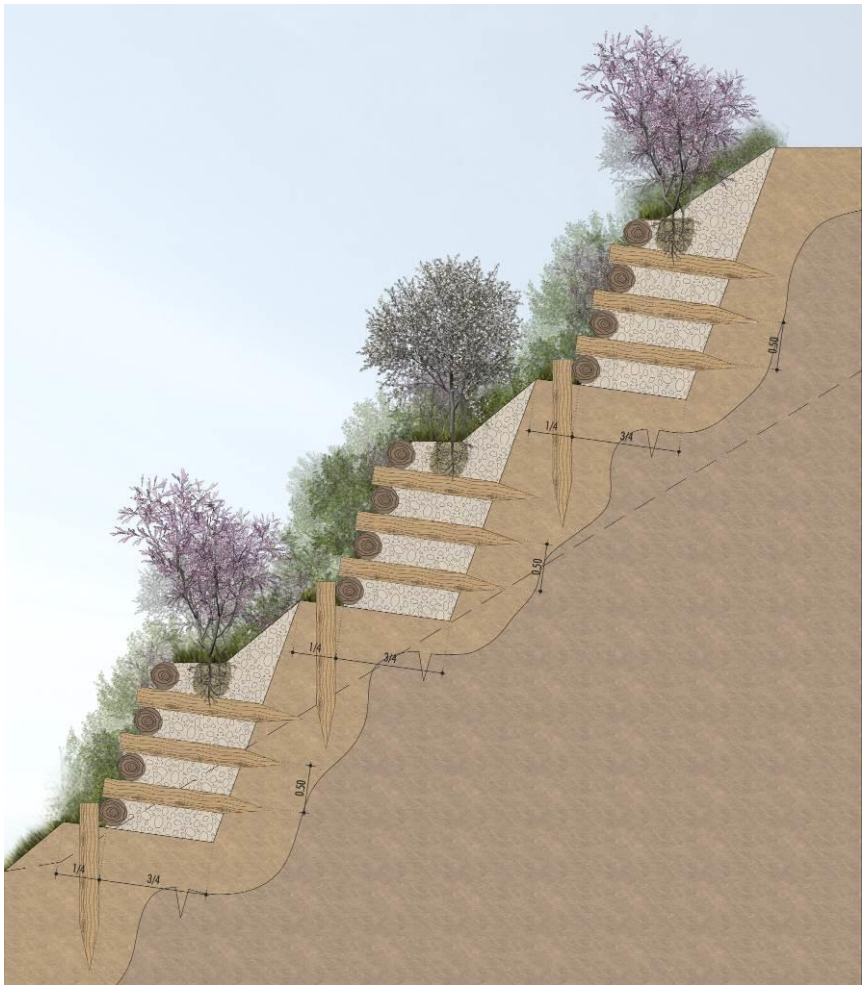


FIGURA 15-34 PARTICOLARE DELLA PALIFICATA RINVERDITA

15.9. OPERE DI RACCOLTA E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

In generale è di fondamentale importanza per le opere stradali in genere e per le relative opere d'arte prevedere un adeguato sistema di captazione delle acque meteoriche che, se non correttamente convogliate, possono comportare gravi danni per le opere stesse.

In particolare, per le opere d'arte, siano esse in calcestruzzo o in acciaio, fondamentale risulta il corretto allontanamento delle acque dal piano viario per evitare e/o contenere le aggressioni chimiche che le stesse provocano sia alle strutture in genere che alle pavimentazioni stradali (vedi l'impiego di prodotti disgelanti nelle stagioni fredde che incrementa ulteriormente i fenomeni corrosivi derivanti da una non corretta gestione delle acque di piattaforma).

Il trattamento di tali acque risulta altresì di fondamentale importanza per la salvaguardia della qualità ambientale dei corpi d'acqua superficiali e profondi, per la presenza nelle acque di dilavamento della piattaforma stradale di sabbia, terriccio ed oli minerali leggeri. Pertanto le aree pavimentate aperte al traffico interessate da precipitazioni meteoriche devono essere opportunamente predisposte per favorire il convogliamento delle stesse in un unico punto in cui verrà posizionato un impianto di trattamento, affinché il loro convogliamento al ricettore finale avvenga nei limiti di accettabilità previsti dalla normativa vigente.

Il nuovo ponte, congruentemente alle ipotesi progettuali contenute nel progetto preliminare posto a base di gara, sarà pertanto dotato di un sistema di raccolta e di collettamento delle acque meteoriche relative al nuovo impalcato; rispetto alla soluzione posta a base di gara, in cui era previsto il trattamento delle sole acque relative all'arcata di destra idraulica, si è previsto di portare a trattamento anche le acque di prima pioggia relative alla porzione di ponte in sinistra idraulica, realizzando una vasca di trattamento in corrispondenza della spalla SP1 (vasca V1).

La vasca di trattamento in sponda destra (vasca V2) è stata invece dimensionata per trattare in futuro, a seguito dell'intervento di ristrutturazione escluso dal presente appalto, anche le superfici della piattaforma del ponte esistente, che attualmente "sgrondano" a terra mediante pluviali non collettati. In coerenza con gli assunti progettuali, è infine stato previsto il collettamento delle acque della nuova pista ciclabile.

Gli elementi della rete di drenaggio e collettamento a servizio della piattaforma stradale sono stati dimensionati, congruentemente con le assunzioni del progetto preliminare posto a base di gara, con riferimento alla portata venticinquennale.

15.9.1. Descrizione della rete di raccolta delle acque di piattaforma e di trattamento della prima pioggia

La rete di raccolta è costituita da un sistema di caditoie, tubazioni di raccolta, pozzetti di ispezione, condotte di convogliamento, sistemi di sfioro, vasche e manufatti di trattamento, manufatti finali di scarico che viene nel seguito descritto. Il criterio adottato nella individuazione delle opere che costituiscono il sistema di collettamento delle acque di piattaforma e di trattamento della porzione relativa alla prima pioggia è il seguente:

- tutte le acque relative alle nuove opere (sia quelle relative al nuovo ponte, che quelle relative alla nuova passerella ciclopedonale) vengono collettate mediante tubazioni e canalette ubicate al di sotto dell'impalcato e portate a recapito, evitando (come avviene invece ora) la percolazione diretta al suolo;

- viste le caratteristiche del ponte in progetto, che presenta un profilo longitudinale con una cuspide in corrispondenza alla unica pila in alveo, sono state previste due differenti condotte di raccolta delle acque meteoriche, che scaricano rispettivamente verso la sponda in sinistra e in destra idraulica del fiume;
- le acque relative al nuovo ponte vengono convogliate, per il trattamento, a due impianti di prima pioggia in continuo, ubicati il primo in sponda sinistra in prossimità della nuova spalla SP1 ed il secondo in sponda destra in prossimità della pila P6;
- il dimensionamento delle opere di collettamento è stato condotto, in ragione dell'importanza dell'opera e congruentemente con le assunzioni del progetto preliminare posto a base di gara, adottando la portata con tempo di ritorno TR pari a 25 anni;
- il recepito finale delle acque trattate avverrà nei corsi d'acqua naturali intercettati, scelti in modo da rispettare la compatibilità idraulica dei deflussi scaricati con le massime portate convogliate dai corsi d'acqua stessi.

In ragione di quanto suesposto, l'impalcato del nuovo ponte verrà drenato attraverso un sistema di tubazioni in PRFV turbocentrifugato, colore RAL 8016, conforme alla norma EN 1796, SN 5000, PN1, appeso all'impalcato mediante collari in acciaio INOX. Il giunto di montaggio sarà costituito da una fascia in INOX con viti di serraggio e guarnizione in EPDM.

La bocchetta di drenaggio presenterà una griglia in ghisa GGG a mezzo di fissaggio a 4 bulloni, classe D400 secondo la UNI EN 124, con corpo di scarico in acciaio Inox AISI 430 e scarico verticale DN 100 (110 mm) fissato alla lastra ortotropa dell'impalcato.

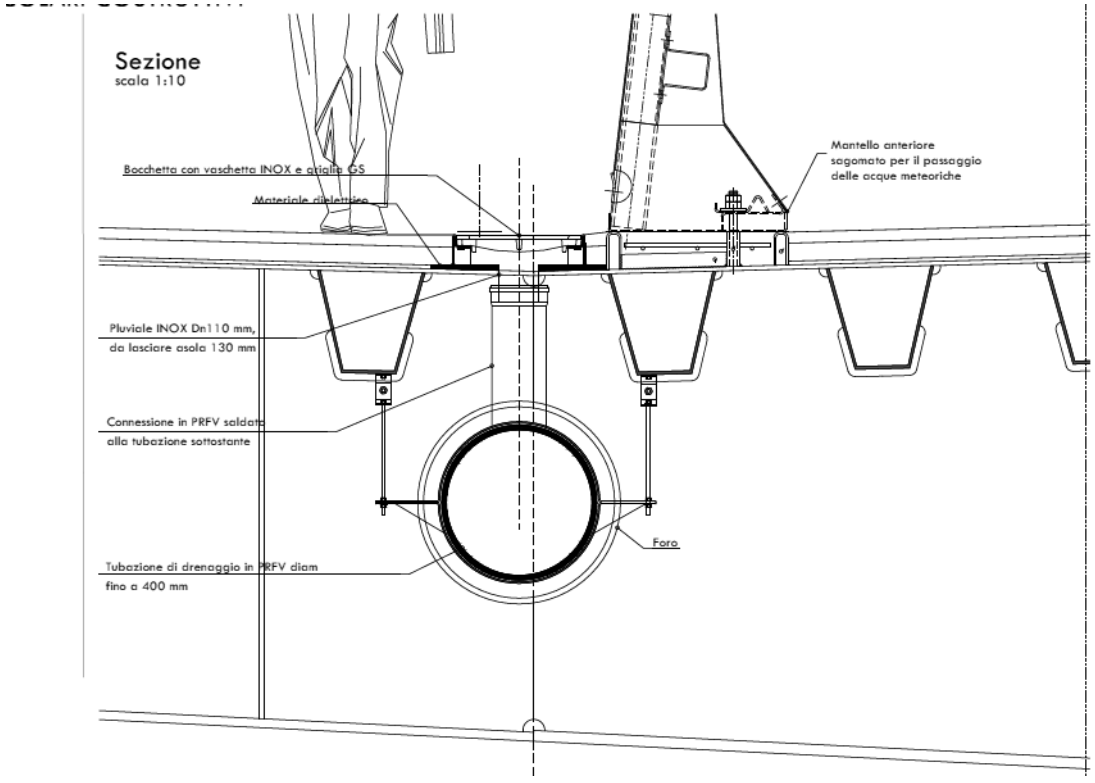


FIGURA 15-35 SISTEMA DI DRENAGGIO E DI COLLETTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA LUNGO L'IMPALCATO DEL NUOVO PONTE

In sponda sinistra il sistema di drenaggio dell'impalcato del ponte proseguirà con un sistema di tubazioni in PeAD – SN8 KN/mq secondo la UNI ENV 1046, corrugate esternamente e con parete interna liscia.

Le tubazioni saranno dotate di sistema di giunzione a bicchiere o manicotto e rispettiva guarnizione elastomerica di tenuta EPDM a norma. La bocchetta di drenaggio presenterà una griglia in ghisa sferoidale classe D400 secondo la UNI EN 124, a sottostante canaletta in PeAD rinfiancata in SCC Rck 45 e scarico in PeAD verticale DN 100 (110 mm).

Con riferimento alla pista ciclabile, la raccolta delle acque meteoriche avverrà mediante la predisposizione di chiusini in GG sifonati a campana, che scaricheranno nella sottostante tubazione in PRFV avente caratteristiche analoghe a quelle utilizzate in corrispondenza dell'impalcato del ponte stradale. Le tubazioni verranno convogliate a terra mediante pluviali staffati alle pile del nuovo ponte.

Le tubazioni verranno convogliate a terra mediante pluviali staffati alle pile del nuovo ponte.

Il trattamento delle acque di prima pioggia avverrà all'interno di due impianti prefabbricati costruiti per il trattamento in continuo. Gli impianti saranno marcati CE, e dimensionati secondo la norma UNI EN 858, parte 1 e 2, per il rispetto dei parametri di accettabilità previsti dal D.Lgs. 152/06, dalla L.R. Lombardia n° 26 del 12.12.2003 e dal Regolamento della Regione Lombardia n°4 del 24.03.2006 per lo scarico in acque superficiali. I due impianti presenteranno le seguenti portate nominali:

- Vasca V1 (sinistra idraulica): Portata nominale pari a 40 l/s,
- Vasca V2 (destra idraulica): Portata nominale pari a 100 l/s.

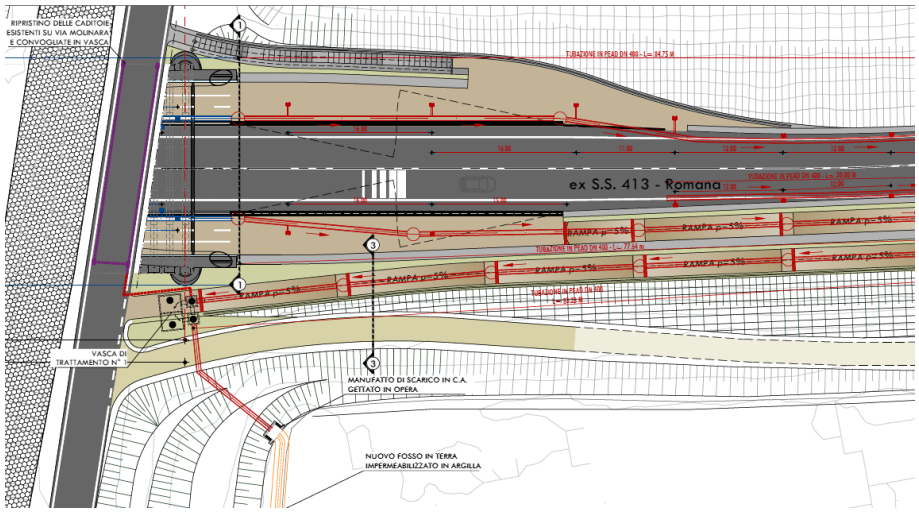


FIGURA 15-36 LOCALIZZAZIONE DELLA VASCA V1 IN SPONDA SINISTRA

Gli impianti saranno costituiti da vasche monoblocco parallelepipede, con fondo piano in calcestruzzo armato ad alta resistenza, dimensionate per sopportare carichi di prima categoria, in accordo con le NTC.08, per garantire la assenza totale di perdite e di infiltrazioni, con la possibilità di installazione anche in presenza di acqua di falda.

Ogni impianto sarà suddiviso al suo interno in due comparti, uno di dissabbiatura e uno di separazione oli, completo di deflettori in acciaio inox, filtro a coalescenza, dispositivo di scarico munito di otturatore a galleggiante, per impedire la fuoriuscita di oli quando la camera di raccolta è completamente riempita. La copertura è dotata di ispezioni a passo d'uomo, con chiusini classe D400 UNI EN 124.

Le acque di pioggia iniziano il trattamento nella sezione di dissabbiatura per un tempo ottimale per consentire la separazione dalle sostanze sedimentabili. Le acque così pretrattate vengono avviate attraverso la sezione di separazione oli, dove subiscono una flottazione delle sostanze leggere.

Per la separazione degli oli è prevista la installazione di un filtro a coalescenza. Con questo sistema le microparticelle di olio aderiscono ad un particolare materiale coalescente (effetto di assorbimento) e, dopo essersi unite tra loro, aumentano la loro dimensione (effetto di coalescenza), e quindi ne viene favorita la flottazione in superficie.

Lo scarico del separatore viene automaticamente chiuso da un otturatore a galleggiante per impedire la fuoriuscita dell'olio quando quest'ultimo arriva ad un determinato livello nella camera di raccolta.

Con riferimento ai recapiti finali delle acque trattate, si evidenzia che, in congruenza a quanto indicato nel Progetto Preliminare posto a base di gara:

- le portate relative alla arcata sinistra, dopo essere state trattate, verranno restituite nel corso d'acqua ricettore che è posto ad Est, a breve distanza, per il tramite di un fosso che sarà realizzato parallelamente e ad opportuna distanza dal piede dell'argine esistente (all'interno dell'area di cui si prevede appositamente l'esproprio), così da raccogliere anche le eccedenze della superficie dell'argine stesso. Il recapito è stato mantenuto quello indicato nel progetto a base di gare, a miglioramento di quanto previsto nel progetto preliminare posto a base di gara, è stata prevista la impermeabilizzazione del fosso in argilla;
- le portate relative alla arcata destra, dopo essere state trattate, verranno fatte confluire in corrispondenza di un fosso appositamente realizzato al di sotto del ponte esistente (in modo da permettere la raccolta, nella fase transitoria fino alla ristrutturazione del ponte, delle portate attualmente che invece attualmente scaricano a terra mediante i pluviali esistenti), e tramite questo all'interno dell'alveo del fiume Po. Anche questo fosso verrà completamente rivestito in argilla.

In ragione della collocazione della vasca V2 all'interno dell'area golenale (in linea con quanto già previsto nel progetto preliminare posto a base di gara), il manufatto è stato inserito alla stessa quota già prevista nel progetto, per cui la vasca di prima pioggia risentirà delle possibili esondazioni del fiume. Lo scarico sarà pertanto munito di una valvola a clapèt anti-rigurgito.

Per i criteri ed i risultati del dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma si rimanda a quanto illustrato nella specifica relazione (elab. 0236E_ 02040001A).

16. ASPETTI ARCHITETTONICI DELL'OPERA, INTERVENTI DI IMPLEMENTAZIONE DELLA FRUIBILITA', DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO, AMBIENTALE E COMPENSATIVO

Le soluzioni progettuali operate in fase di progettazione esecutiva, sia dal punto di vista architettonico che strutturale, perseguono il duplice obiettivo di:

- ***implementare la fruibilità e la conoscenza del territorio di riferimento;***
- ***perseguire un armonico inserimento paesaggistico ed ambientale dell'opera.***

Così come per i contenuti di dettaglio relativi agli aspetti architettonici dell'opera, agli interventi di implementazione della fruibilità, di inserimento paesaggistico, ambientale e compensativo, si rimanda all'elaborato 0236E_02060001A "Relazione descrittiva".

16.1. IMPLEMENTAZIONE DELLA FRUIBILITÀ E CONOSCENZA DEL TERRITORIO

16.1.1. Implementazione della fruibilità e delle connessioni ciclopedonali di contesto

L'interconnessione ciclopedonale tra i Comuni di San Benedetto Po e Bagnolo San Vito rappresenta un obiettivo strategico a livello provinciale (*Piano dei percorsi e delle piste ciclo-pedonali della Provincia di Mantova*) ancorché europeo (connessione con l'itinerario *Eurovelo 8*).

In occasione della *Conferenza dei Servizi* del 15/10/2014 la Regione Lombardia ha rilevato nei confronti delle soluzioni progettuali proposte nel Progetto Preliminare il permanere di difficoltà di collegamento fra le piste ciclabili previste ed i percorsi esistenti, legate principalmente alla presenza di interferenze con il traffico veicolare e di discontinuità nelle connessioni.

FIGURA 16-1 PROVINCIA MANTOVA - PROGRAMMI E PROGETTI DI INTERVENTO

Le scelte progettuali operate in fase di progettazione definitiva ed esecutiva e relative ai percorsi ciclo-pedonali vogliono dunque configurare un sistema di mobilità lenta unitario e continuo, fruibile da tutte le tipologie di utenti. In particolare si è perseguito l'obiettivo primario di raccordare gli itinerari ciclabili esistenti su sponda idrografica sinistra e destra, attraverso la realizzazione di due piste ciclopedonale su entrambi i lati del ponte, il tutto integrato attraverso la realizzazione di un sottopasso pedonale capace di garantire la continuità dei collegamenti e della fruizione relativa alla mobilità lenta di contesto.

In destra idrografica la nuova soluzione sviluppata prevede la connessione tra il nuovo impalcato ed il percorso ciclopedonale esistente, localizzato in sommità arginale, tramite una passerella ciclopedonale in affiancamento, lato valle, alla porzione di ponte esistente che rimarrà inalterata. Tale passerella presenta schema statico a sbalzo nella parte terminale, per evitare di interessare il nucleo centrale dell'argine (*Direttiva 4 - Infrastrutture*, del *PAI*), ed è connessa al sistema ciclopedonale esistente (Via Argine Po) tramite una rampa di pendenza ridotta (1.5%).

Per quanto riguarda la sponda idrografica sinistra, la pista ciclopedonale esistente su Via Molinara è raccordata a quella di nuova realizzazione su ponte attraverso due rampe realizzate in aderenza alla scarpata del rilevato stradale in prossimità della spalla nord del nuovo impalcato:

- lato monte la soluzione prevede una gradonata dotata di scivolo di accompagnamento per biciclette e trattamento antiscivolo sulle pedate;
- lato valle la proposta consiste in una rampa ciclabile progettata in coerenza con la normativa in materia di piste ciclabili, trattata con pavimentazione antiscivolo, caratterizzata da tratti dell'estensione pari a 15m con pendenza massima del 5%, interrotti da tratti piani aventi lunghezza pari a 1,5m.

Si evidenzia poi come la pista ciclopedonale lato monte sul nuovo impalcato si concluda, lato San Benedetto Po, una volta terminato il ponte. In ottemperanza alle specifiche prescrizioni della Regione Lombardia è stato quindi approfondito lo studio di una soluzione che permettesse il collegamento, sul nuovo impalcato, tra la pista a monte e quella a valle. La soluzione progettuale proposta consiste in un sottopasso di 2,20 m di altezza, dotato di scale con scivolo di accompagnamento per le biciclette e servoscala, che permette la continuità del percorso ciclabile anche per gli utenti della pista ciclo-pedonale lato monte: tramite il sottopasso è possibile raggiungere in totale sicurezza la pista ciclo-pedonale lato valle e da li raggiungere alternativamente, a seconda delle necessità, le piste ciclabili esistenti di Via Molinara o di Via Argine sul Po.

Per la descrizione tecnica ed architettonica di tali elementi si rimanda al paragrafo 15.3 della presente relazione.

16.1.2. Implementazione della conoscenza del territorio

Le piste ciclopedonali rappresentano un importante elemento, non solo di fruizione territoriale, ma anche di conoscenza delle opportunità offerte dal contesto circostante. Attraverso i vari percorsi di mobilità lenta l'utente dell'opera può entrare in contatto con un sistema territoriale ricco di valori ambientali, naturalistici e storico-culturali. Per divulgare i caratteri del paesaggio e per raccontarlo nelle sue polarità ed opportunità, i parapetti bordo ponte sono stati reinterpretati funzionalmente quali elementi di fruizione e conoscenza del territorio. Entrando nel merito degli aspetti architettonici dei parapetti bordo ponte, essi vengono interpretati secondo 3 tipologici differenti a seconda della pista ciclopedonale e del contesto paesaggistico di localizzazione:

Tipologia A: tale tipologia di parapetto prevede tre diverse tipologie la A1, A2a A2b e sono localizzati sul margine esterno delle piste ciclabili progettate sul nuovo ponte, sia lato monte che lato valle, di altezza pari a 1,70 m per la tipologia A1 e 1,10 m per le tipolgie A2a e A2b. La struttura principale dell'elemento è così definita:

- una parte inferiore costituita da pannelli in lamiera serigrafata composita di alluminio tipo alucobond, di colore RAL 9010 40 GLOSS removibile, integrata con un corpo illuminante segnapassi e da un pannello di manutenzione;
- una parte superiore vetrata, per la tipologia A1 anch'essa serigrafata di altezza pari a circa 65 cm (tipologia A1). L'elemento vetrato, con finalità sia decorativa che mitigativa e protettiva per evitare il fenomeno della collisione dell'avifauna, permette la visione del paesaggio fluviale attraversato ed evocato dalle immagini presenti sui pannelli comunicativi. Si evidenzia come in prossimità dei punti di visuale significativi tale elemento viene utilizzato il parapetto tipo A1 al fine di permettere una migliore visuale.

Lungo l'intero parapetto è prevista un'alternanza di pannelli comunicativi, di larghezza pari a 12 m, grazie ai quali l'utente può trovare indicazioni mirate circa le opportunità turistiche, le bellezze naturali, gli elementi storico-culturali con cui ha la possibilità di entrare in contatto lungo gli itinerari ciclopedonali locali. In corrispondenza del pannello informativo sono previste sedute, di larghezza pari a 0,50 cm, in lamiera composita di alluminio e nucleo minerale, con microforatura e finitura in acciaio cor-ten.

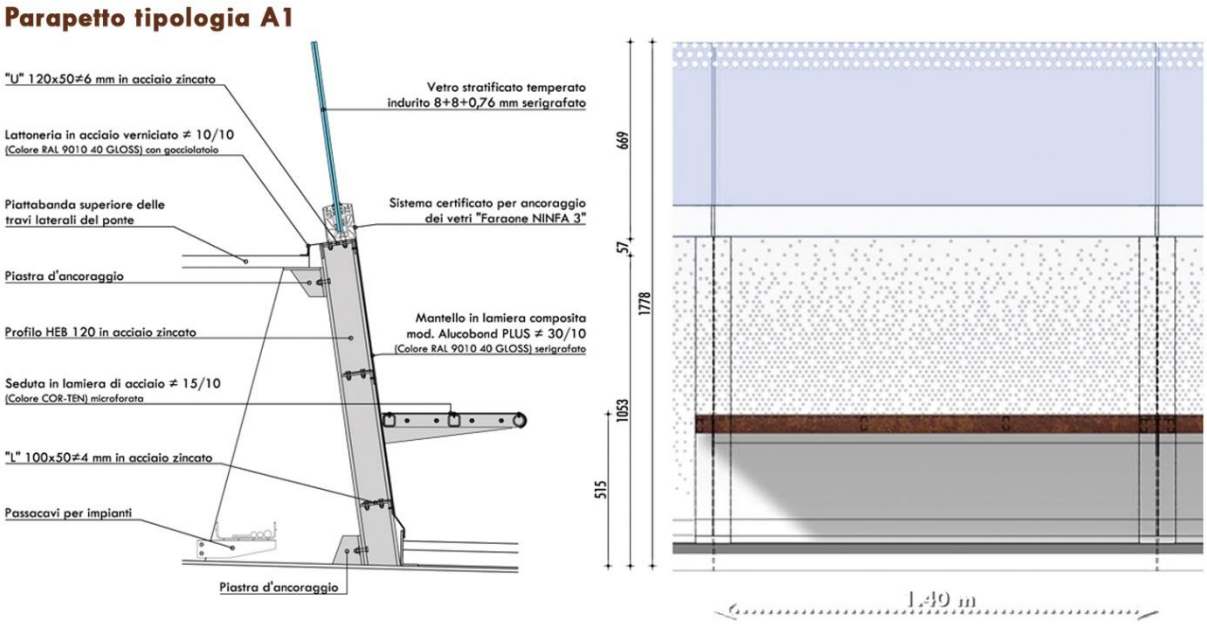


FIGURA 16-2 SEZIONI TIPOLOGICHE PANNELLI – TIPOLOGIA A1

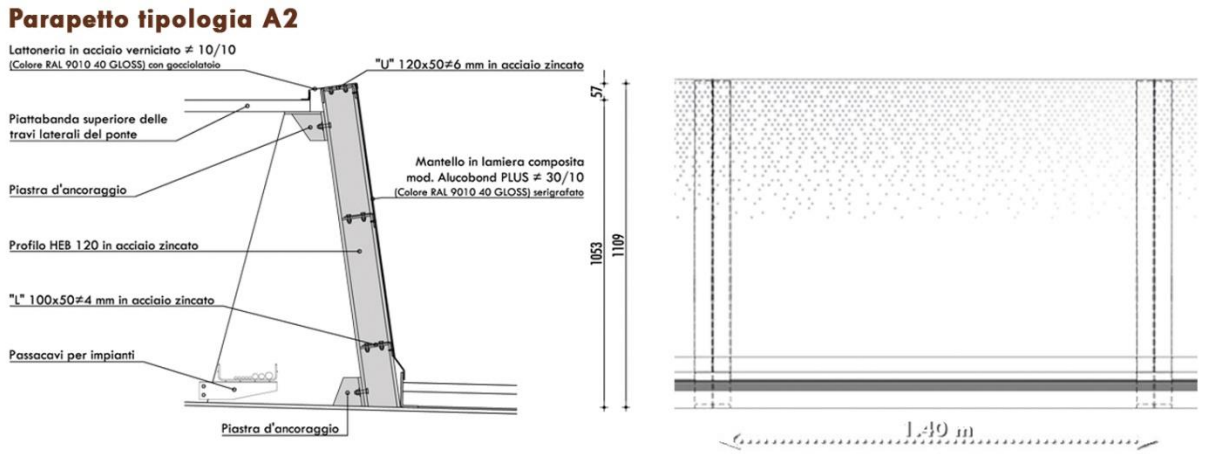


FIGURA 16-3 SEZIONI TIPOLOGICHE PANNELLI – TIPOLOGIA A1

Tipologia B: tali parapetti sono localizzati sulla passerella ciclopedonale di progetto lato valle, di altezza pari a 1,50 m. Per quanto riguarda la struttura principale dell'elemento essa è così definita:

- una parte inferiore costituita da pannelli in lamiera serigrafata composita di alluminio tipo alucobond, di colore RAL 9010 40 GLOSS, integrata con un corpo illuminante segnapassi e da un pannello di manutenzione. Su tali pannelli si prevede la predisposizione di informazioni chilometriche e direzionali;

- una parte superiore vetrata, anch'essa serigrafata di altezza pari a circa 50 cm.

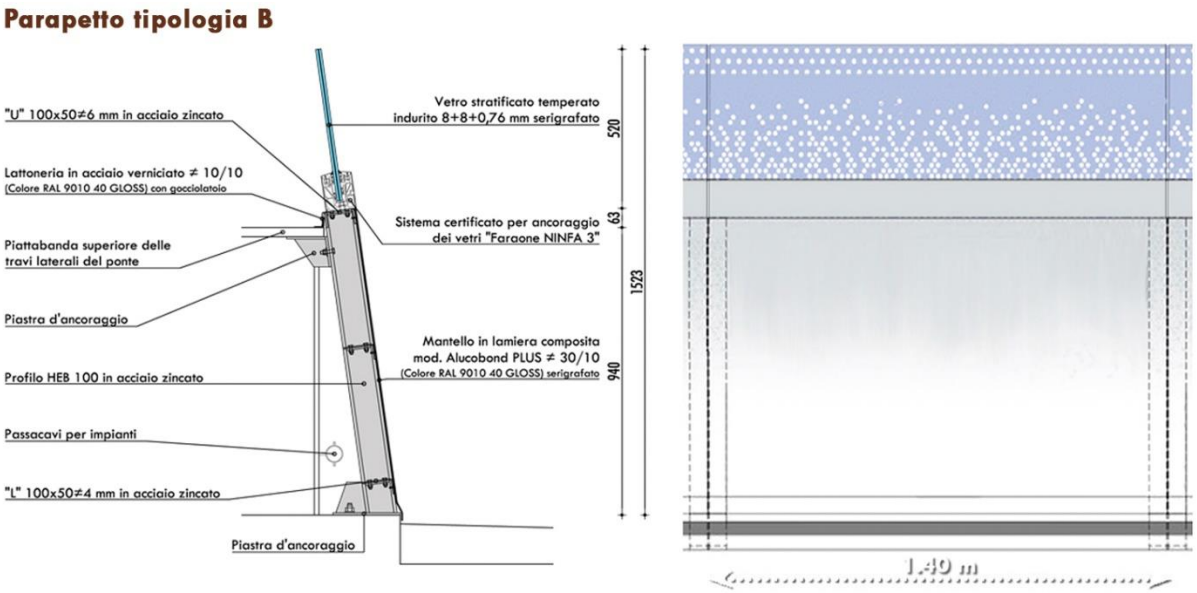


FIGURA 16-4 SEZIONI TIPOLOGICHE PANNELLI – TIPOLOGIA B

Tipologia C: tali parapetti sono localizzati sulla passerella ciclopedonale di progetto lato ponte esistente, di altezza pari a 1,50 m; essi hanno una funzione meramente protettiva e presentano una struttura principale in lamiera microforata composita di alluminio tipo alucobond, di colore RAL 9010 40 GLOSS, integrata con un corpo illuminante segnapassi. Viene inoltre previsto il posizionamento di un retro-pannello finalizzato ad incrementare i requisiti di comfort per l'utente ciclopedonale rispetto alle condizioni generate dal traffico stradale. Anche in questo caso è previsto l'inserimento di informazioni chilometriche e direzionali.

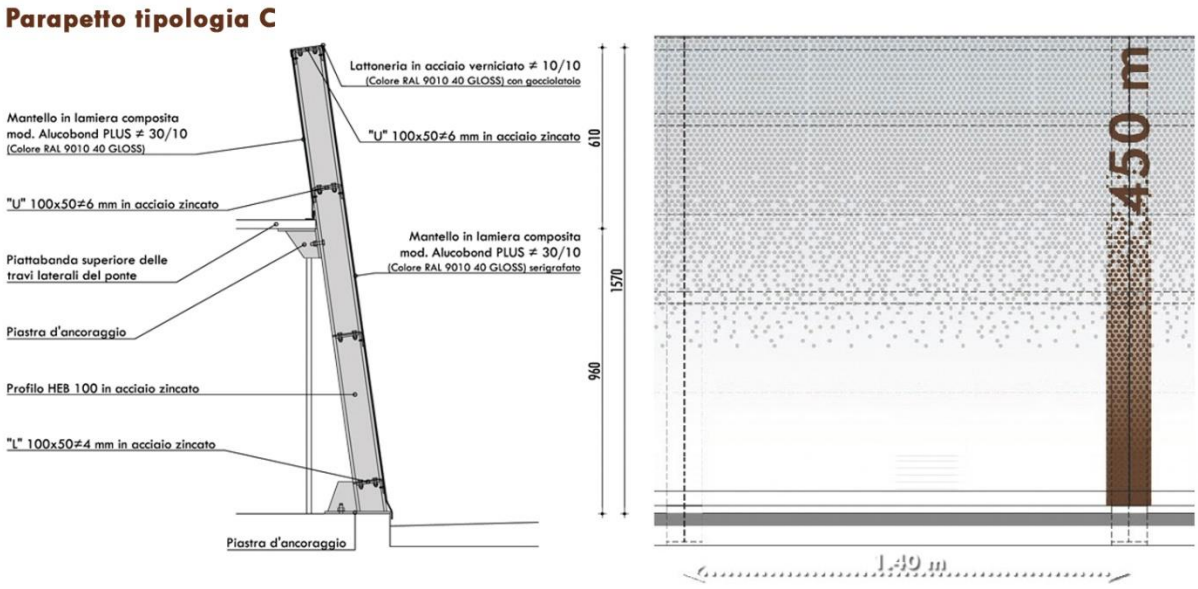


FIGURA 16-5 SEZIONI TIPOLOGICHE PANNELLI – TIPOLOGIA C

Nello sviluppo della soluzione progettuale sono state inoltre localizzate alcune aree particolarmente adatte alla fruizione visiva del contesto paesaggistico circostante. Nello specifico, in corrispondenza dello storico punto di attraversamento del Po in sponda destra per mezzo di un vecchio ponte di barche, è stata prevista la collocazione di un'area di sosta rinverdita, attrezzata con tavoli da picnic, cestini e pannelli informativi che ripercorrono la storia del ponte galleggiante. Si sottolinea come dal punto di vista percettivo l'area è stata studiata sulla base dei coni e delle visuali principali, in modo tale che l'utente possa avere scorci e viste panoramiche del nuovo ponte e delle principali emergenze naturalistiche (fiume Po).

FIGURA 16-6 – PLANIMETRIA GENERALE – STUDIO DEI CONI VISIVI

Dal punto di vista della sua configurazione progettuale, l'area sarà costituita da un unico percorso principale, delimitato da due piazzole pavimentate delle dimensioni di 5x5 m. Su ognuna delle due piazzole verranno collocati 2 portarifiuti con contenitore interno in lamiera zincata a fuoco e parte esterna in legno stagionato di origine locale o europea, un tavolo combinato con sedute in blocco unico, di 200 cm di lunghezza, 160 cm di larghezza, e sempre in legno stagionato, con possibilità di utilizzo anche per disabili con carrozzina.

All'interno di ciascuna piazzola verranno inoltre localizzate alcune bacheche informative in legno ed evocative della storia del ponte di barche galleggiante, oggi dismesso e non più percepibile, ma comunque elemento simbolico-evocativo caratterizzante l'area di interesse progettuale, nonché alcune informazioni naturalistiche e aneddoti locali e storici inerenti il fiume Po.

FIGURA 16-7 SIMULAZIONE AREA ATTREZZATA

Si evidenzia infine come la pista ciclopedonale sul lato ovest del nuovo impalcato si concluda, lato San Benedetto Po, una volta terminato il ponte; a livello architettonico tale situazione viene risolta con la progettazione di una terrazza panoramica con sedute, da cui poter ammirare il panorama fluviale ed agricolo di contesto il tutto comunque realizzato con le soluzioni tipologiche di parapetti sopra menzionati e con le relative sedute così come progettualmente previste negli elaborati specifici.

16.2. INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELL'OPERA

La descrizione degli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale è stata articolata in modo tale da fornire una visione complessiva degli interventi di mitigazione ambientale che implementano il progetto, così da poter cogliere i molteplici effetti positivi conseguiti attraverso ogni singola scelta effettuata. Le azioni mitigative proposte agiscono contestualmente ed in modo integrato sulle varie componenti biotiche, abiotiche ed antropiche, rilevate nel contesto territoriale interessato dalla nuova viabilità.

Si è agito, pertanto, operando una **progettazione integrata**, informata alla sostenibilità forte della nuova infrastruttura nei confronti dell'ambientale, del paesaggio e finanche dei valori culturali e storico testimoniali del territorio e delle comunità in esso insediate.

L'approccio integrato che ha guidato la progettazione definitiva e la successiva progettazione esecutiva ha permesso lo studio di soluzioni tecnico-architettoniche che potessero ridurre al minimo le pressioni antropiche sull'ambiente ed il paesaggio circostante, nonché sulle utenze più deboli.

In particolare si sottolinea come le azioni di mitigazione e inserimento paesaggistico/ambientale dell'opera abbiano interessato principalmente le seguenti componenti:

- *comfort acustico:* per i contenuti di dettaglio si rimanda al paragrafo 11 – Studio acustico - della presente Relazione Generale;
- *ambiente idrico;*
- *vegetazione;*
- *paesaggio;*
- *illuminazione.*

16.2.1. Ambiente idrico

In accordo con il D.Lgs. 152/06 ss. mm. ii, con la L.R. n°26/2003 e con il R.R. n°4/2006, si prevede la realizzazione di un sistema di raccolta delle acque di piattaforma mediante la installazione di tubazioni in PRFV, materiale dalle ottime caratteristiche idrauliche (perfetta tenuta, scabrezza ridotta, facile manutenibilità).

In aggiunta, si prevede di destinare a trattamento le acque di prima pioggia anche per la porzione di ponte in sinistra idraulica, realizzando una vasca di trattamento in corrispondenza della spalla SP1*; la vasca di sponda destra (prevista nel PBG all'interno della pila P2*) sarà invece arretrata in corrispondenza della pila P6 della pista ciclabile, per un migliore inserimento architettonico dell'opera in progetto e per incrementarne la sicurezza idraulica in caso di piena.

Gli impianti di trattamento proposti funzioneranno in continuo ed a gravità, con significativa riduzione dei costi di esercizio ed impegni manutentivi rispetto alla soluzione del PBG (impianto di sollevamento). La vasca ubicata in sponda destra è stata dimensionata per trattare in futuro, a seguito dell'intervento di ristrutturazione escluso dal presente appalto, anche le superfici della piattaforma del ponte esistente, che attualmente "sgrondano" a terra mediante pluviali non collettati.

Per quanto riguarda gli interventi per la difesa spondale, in destra idrografica è previsto il ripristino della massicciata in pietrame a seguito della demolizione della pila P5 del ponte esistente: la nuova realizzazione, in analogia con l'opera esistente, sarà costituita da una fondazione in burghe metalliche e da una mantellata in pietrame di cava di idonea pezzatura.

In sponda sinistra si prevede la realizzazione di una barriera strutturale realizzata nel corpo arginale di sommità in grado di assolvere alle prescrizioni impartite in sede di conferenza dei servizi da parte di AIPO in sostituzione della soluzione prevista in progetto definitivo costituita da diaframmi plastici. Tale barriera sarà realizzata mediante pali trivellati secanti diametro 1000mm ed interasse 800mm trivellati a partire dalla sommità arginale in fasi distinte in modo da interessare anche la zona sottostante il nuovo ponte e poter essere in qualsiasi momento successivo proseguiti. Il tutto viene integrato da una mantellata realizzata con materassi reno. Per garantire un adeguato ricoprimento della superficie della mantellata con il terreno vegetale di riporto, è previsto l'inserimento di una georete tridimensionale. A lato campagna è previsto la realizzazione della protezione della scarpata mediante l'impiego di materassi metallici rinverdibili e pre-assemblati, con riempimento in terreno vegetale o miscela di pietrame/terreno contenuto da un geocomposito preaccoppiato (rete metallica a doppia torsione e biorete tessuta in agave) che garantisce la presa dell'idrosemina, ritenzione dell'umidità ed agevolazione della crescita.

16.2.2. Opere a verde

La sistemazione a verde delle aree di pertinenza del progetto di ristrutturazione del ponte, così come già individuato nelle diverse fasi di progettazione, segue una filosofia relativamente semplice che peraltro garantisce una più facile esecuzione delle attività previste. Ciascun intervento infatti viene ricondotto a poche tipologie applicative che, combinate fra loro, possono tuttavia descrivere l'intero complesso degli interventi programmati, valorizzando due aspetti preminenti, ovvero quello dell'armonizzazione con il contesto paesaggistico locale e quello di un puntuale miglioramento, in termini di funzionalità della permeabilità per la fauna terrestre, lungo il corridoio primario golenale del Po.

In sponda sinistra del fiume l'ampiezza della fascia golenale è estremamente ridotta e si chiude a nord con il rilevato arginale, struttura idraulica di interesse primario che per motivi di sicurezza ed ispezionabilità non può essere interessata da azioni di piantumazione di entità arboreo arbustive. L'obiettivo in questo contesto è limitato alla necessità di garantire la permeabilità faunistica per la fauna terrestre utilizzando per i motivi anzidetti, come asse di piantumazione, la sola sponda del fiume.

Diversa e più articolata è la situazione per la sponda in destra orografica dove l'ampiezza della golena risulta maggiore e le funzioni da garantire risultano più complesse. Oltre infatti alla permeabilità faunistica, è stata prevista la ricostituzione della struttura vegetazionale parallela all'impalcato che sostituirà quella esistente, oggetto di taglio in fase di cantierizzazione, e che introduce un elemento di mitigazione percettiva dell'ampia area di cantiere posta a valle del ponte. Secondo le previsioni dell'attuale fase progettuale questa struttura dovrà anche garantire la permeabilità fra le aree extragolenali e la sponda del fiume, in una sezione a forte disturbo da parte di attività antropiche di tipo produttivo, sociale e residenziale, e anche la possibilità di conservazione integrale della struttura di progetto in occasione di una futura e probabile fase di ristrutturazione della porzione golenale del ponte, non oggetto del presente intervento.

Nella definizione degli interventi tipologici è' stato necessario inoltre recepire il quadro prescrittivo, nei suoi vari aspetti, emerso dalla Valutazione di Incidenza acquisita, che nel complesso prevede l'utilizzo di sole specie autoctone certificate ai sensi del D. Lgs 386/03 e del D.Lgs 214/05, per le quali non vi siano delle restrizioni fitosanitarie legate alla presenza di particolari organismi nocivi oggetto di lotta obbligatoria. Inoltre la fase di progetto definitivo rappresenta la proposta conclusiva da sottoporre, in fase esecutiva, al soggetto gestore del sito Natura 2000 interessato (Provincia di Mantova). In proposito il progetto esecutivo va a recepire totalmente le indicazioni del definitivo visto il parere approvativo allegato alla conferenza dei servizi del progetto definitivo, da parte dell'ente gestore. Per ridurre l'impronta del rilevato stradale realizzato presso la sponda sinistra, oltre via Molinara, e sostenere la rampa ciclopedonale sono state previste opere di contenimento della scarpata realizzate mediante le tecniche dell'ingegneria naturalistica quali palificate a parete semplice. Nella parte sommitale delle palificate, al fine di creare una cortina verde con funzione di mascheramento e corretto inserimento paesaggistico si prevede la messa a dimora di siepi lineari di soli esemplari arbustivi. Inoltre tutti i muri di sostegno realizzati in prossimità della spalla in sinistra idraulica del nuovo ponte saranno rivestiti con edera rampicante mentre solamente lungo il muro rivolto a nord, è stato possibile anche inserire una siepe di mascheramento. Tutte le strutture vegetazionali sopra citate trovano una descrizione all'interno della documentazione di progetto esecutivo.

Complessivamente le tipologie di intervento previste sono pertanto le seguenti:

IN SPONDA SUD

- Triplo filare arboreo arbustivo di mitigazione, collocato a est e parallelamente all'impalcato del tratto golenale del ponte;
- Fascia ecotonale di congiunzione, collocata a lato del fiume;

IN SPONDA NORD

- Fascia ecotonale di congiunzione, collocata a lato del fiume;
- Siepi arbustive di rinverdimento delle palificate/muri;
- Rinverdimento dei muri con edera rampicante.

In sponda sud, sempre in ottemperanza alle prescrizioni del Decreto di Valutazione di Incidenza, verranno inserite nella fascia ecotonale cataste di legno morto utili sia allo spostamento in particolare di piccoli mammiferi e rettili, ma anche a proporre risorse per l'articolato gruppo di organismi che trova nel legno morto risorse indispensabili per lo svolgimento del loro ciclo biologico. Di seguito si riportano gli schemi associativi di impianto degli interventi più consistenti:

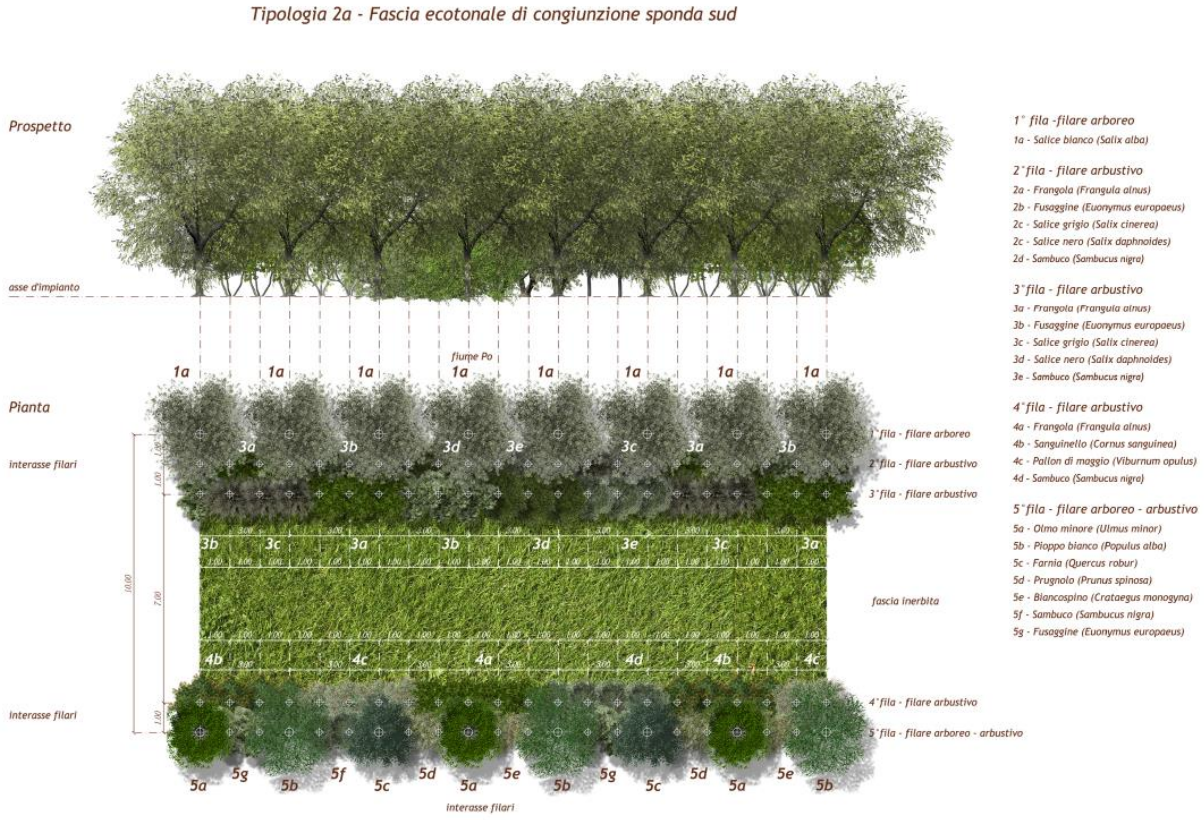


FIGURA 16-8– SCHEMA STRUTTURALE DELLA FASCIA ECOTONALE DI CONGIUNZIONE IN SPONDA SUD

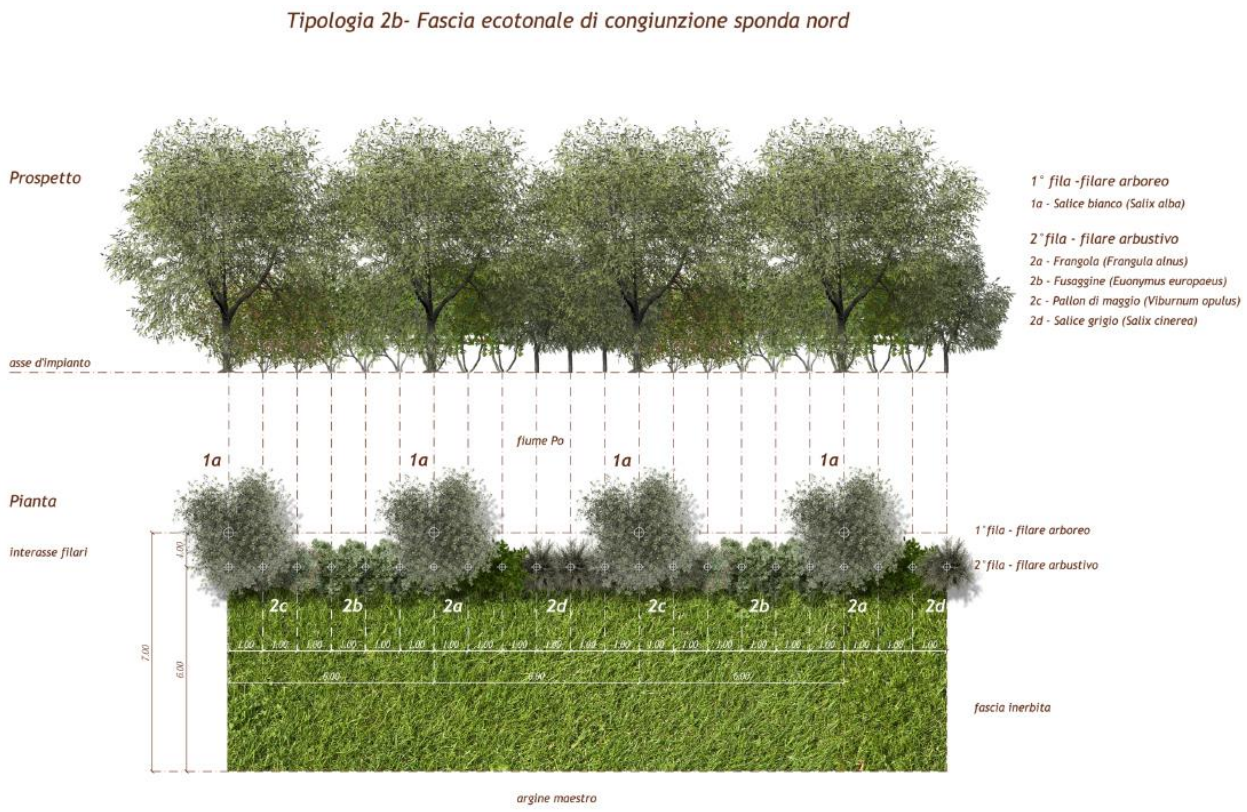


FIGURA 16-9SCHEMA STRUTTURALE DELLA FASCIA ECOTONALE DI CONGIUNZIONE IN SPONDA NORD

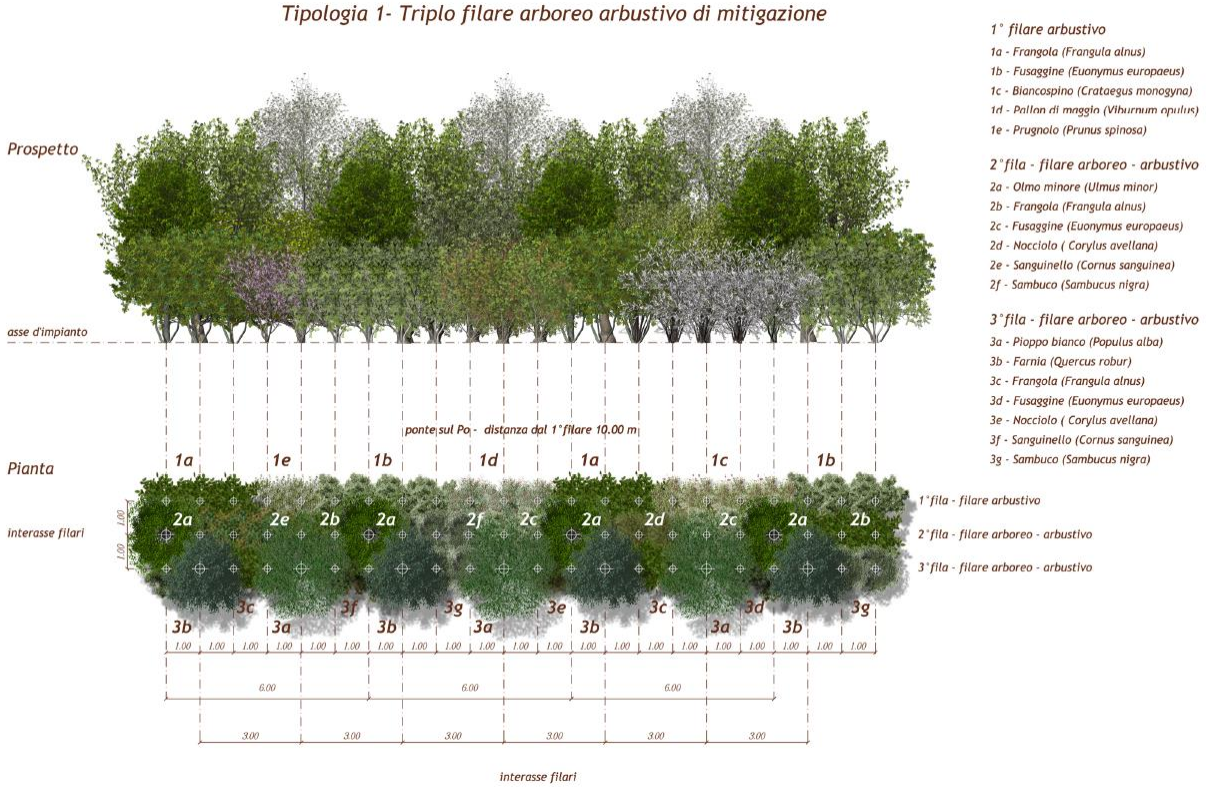


FIGURA 16-10 SCHEMA STRUTTURALE DEL TRIPLO FILARE ARBOREO ARBUSTIVO

16.2.3. Paesaggio

Per quanto riguarda l'inserimento paesaggistico dell'opera è stata individuata la necessità di sviluppare opportuni approfondimenti che non si limitino alla definizione di mitigazioni vegetazionali e finiture per le opere d'arte, ma che, all'interno di un innovativo approccio culturale di relazione e armonizzazione fra infrastruttura e paesaggio, siano in grado di conferire elevata qualità architettonica all'intera opera , rendendo la nuova viabilità un elemento evocativo e fortemente caratterizzante il territorio.

Le soluzioni di integrazione ed armonizzazione paesaggistica volte a conferire uniformità percettiva all'opera infrastrutturale risultano dunque definite sulla base di:

- *analisi relative alla percezione visiva*, al fine di definire gli ambiti sensibili dal punto di vista vedutistico e quindi mitigare i possibili effetti visivi dell'infrastruttura non solo sull'utenza stradale ma anche su ambiti territoriali sensibili;
- *attenzione al rapporto con il contesto esistente*, utilizzando materiali e ipotesi compositive capaci di integrare perfettamente l'opera nel paesaggio e territorio di riferimento, in un'interpretazione innovativa che vede il paesaggio come risultante di elementi profondi e delicati, non esclusivamente confinati alla sfera percettiva.

FIGURA 16-11 STUDIO PAESAGGISTICO E ANALISI MATERICO-CROMATICO

La ricerca di una coerente armonizzazione nel paesaggio dell'opera di progetto è stata interpretata mediante il tentativo di perseguire soluzioni architettoniche progettuali di uniformità morfologica e di linguaggio, al fine di rimuovere la percezione di manufatti giustapposti in favore della definizione di un unico sistema infrastrutturale fortemente integrato sia nelle sue differenti componenti, sia con il contesto paesaggistico di riferimento. Si sottolinea quindi come le scelte stilistiche ed architettoniche descritte nel dettaglio nel paragrafo 15.4.1. - Caratteristiche architettoniche – consentano, integrate tra di loro, di traguardare un'opera capace di inserirsi armonicamente nel paesaggio di contesto configurando il nuovo Ponte sul fiume Po quale *landmark* territoriale dal valore simbolico ed identitario.

Il presente sviluppo progettuale non può altro che recepire le soluzioni esposte nel precedente livello progettuale che sono state sostanzialmente approvate in fase di conferenza dei servizi e quindi assunte a soluzione esecutiva.

16.2.4. Illuminazione e percezione dell'opera

Nello sviluppo delle soluzioni per le barriere laterali (parapetti) si è promossa una progettazione integrata che ha tenuto conto delle indicazioni del documento "*Schmid, H., P. Waldburger & D. Heynen (2008): Costruire con vetro e luce rispettando gli uccelli. Stazione ornitologica svizzera, Sempach*", contenendo lo sviluppo verticale della parte trasparente e selezionando vetri a bassa riflettenza (<15%) dotati di elementi opacizzanti (serigrafie e cornici) in grado di renderli percepibili all'avifauna.

In ottemperanza al quadro prescrittivo in merito all'attenzione da porre rispetto alla tematica delle collisioni con l'avifauna, viene prevista l'istallazione di elementi luminosi sui pendini degli archi, al fine di illuminare e segnalare il ponte in condizioni notturne. Tale scelta risponde inoltre alla volontà di evidenziare gli elementi morfologici di maggior valenza architettonica e percettiva.

La progettazione definitiva dell'impianto recepita nello sviluppo progettuale esecutivo di illuminazione ha inoltre ottemperato alle prescrizioni degli studi di incidenza che suggerivano la scelta di luci con bassa emissione nello spettro UV e bassa produzione di emissioni di lunghezza d'onda corrispondenti al blu, ma soprattutto ha limitato l'illuminazione al solo piano di calpestio, senza quindi introdurre fasci illuminanti, con la sola esclusione dei tiranti per i quali è stata confermata la previsione originaria legata alla necessità di renderli percepibili all'avifauna in transito. Inoltre si è ottemperato alle esigenze delle vie di navigazione aeree e fluviali, mediante elementi di segnalazione dell'ingombro del ponte e della pila in alveo.

I segnalatori catarifrangenti collocati sulle barriere stradali costituiscono un chiaro segnale di delimitazione di bordo strada e quindi riferimento per l'utente in caso di nebbia.

16.2.5. Manutenzione e gestione delle emergenze

È prevista l'installazione di barriere mobili omologate che permettano la parzializzazione della carreggiata deviando il traffico sulle piste ciclabili, a garanzia di adeguati livelli di servizio e sicurezza per gli utenti in caso di emergenza o manutenzione.

Per motivi di certificazione i varchi apribili sono collocati in corrispondenza al rilevato di accesso al ponte in sponda Sx idraulica in quanto sull'impalcato a piastra ortotropa del ponte non sussistono le condizioni per una installazione certificata di tale prodotto. Le fasce laterali ciclabili sono quindi accessibili dai varchi in Sx idraulica per le attività di manutenzione dell'opera mentre un diverso utilizzo può essere certamente attuato sulla base di interventi programmati mediante asportazione delle barriere new-jersey metalliche ove necessario ed imponendo un limite di velocità dei mezzi in transito di 30Km/h.

17. SOLUZIONI ADOTTATE PER IL SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Per barriere architettoniche si intendono, così come definito dall'art. 1 del Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996 n. 503, gli "ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque e in particolare di coloro che per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea".

Attualmente la filosofia che sottende all'idea di superamento delle barriere architettoniche, rispetto alle prime norme degli anni settanta, si basa su un concetto globale di mobilità comprendendo un sempre maggiore numero di persone a cui consentire una accessibilità diffusa ed indistinta.

I riferimenti normativi fondamentali in ambito italiano sono:

- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503: "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici." Con il presente decreto si abroga la precedente norma in campo di edilizia pubblica costituita dal DPR 384/1978, si adeguano gli standard dell'edilizia pubblica a quella privata e si inseriscono specifiche norme sull'accessibilità degli spazi pubblici e dell'arredo urbano.
- D.M.LL.PP. 14 giugno 1989, n. 236: "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche". Costituisce il regolamento di applicazione della Legge 13/1989 adottato poi anche per il DPR 503/1996.

La Regione Lombardia si è inoltre dotata di una specifica legislazione per la regolamentazione della materia:

- LEGGE REGIONALE 20 febbraio 1989, n. 6: "Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche e prescrizioni tecniche di attuazione".

Dalla lettura del quadro normativo appare chiaro come in un qualsiasi spazio pubblico diventa fondamentale la fruizione dell'offerta dei servizi e quindi dello spazio in cui essi sono collocati per ogni tipo di utenza e in modo indistinto per persone normodotate o persone con disabilità motorie e/o sensoriali.

Quindi assume particolare importanza una progettazione attenta che offra la più ampia accessibilità e fruizione senza che possano generarsi situazioni discriminanti. Proprio in quest'ottica le soluzioni sviluppate tendono ad una completa interpretazione dell'art. 4 del DPR 503/96 che recita: "I progetti relativi agli spazi pubblici e alle opere di urbanizzazione a prevalente fruizione pedonale devono prevedere almeno un percorso accessibile in grado di consentire… l'uso dei servizi, le relazioni sociali e la fruizione ambientale anche alle persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale".

La soluzione progettuale sviluppata prevede la creazione di un sistema di collegamento tra le due sponde in grado di consentire un percorso preferenziale e sicuro anche per cicli e pedoni. Tali percorsi oltre a garantire l'attraversamento del corso d'acqua sono raccordati al sistema viabilistico esistente dotato di spazi per il transito ciclopedonale.

I percorsi pedonali, affiancati a quelli ciclabili, previsti dal progetto, prevedono tracciati che si sviluppano con pendenze contenute nel limite del 5% e con adeguati spazi di sosta in piano per il riposo, predisposti con cadenza regolare sempre inferiore a 15 m.

Il sottopasso di collegamento ciclopedonale, collocato in prossimità della sponda destra in grado di mettere in collegamento i percorsi ciclopedonali di monte e di valle, è dotato di sistemi per il superamento dei dislivelli predisposti in affiancamento alle

rampe di scale. Le scale offrono un'ampiezza complessiva di 160 cm, comprensiva dello scivolo per le biciclette, tale dimensione consente la collocazione di montascale a piattaforma che, in fase di impiego, garantiscono comunque un adeguato passaggio a chi percorre le scale senza costituire un reciproco intralcio.

La progettazione esecutiva recepisce le indicazioni del precedente livello progettuale con sviluppo degli elaborati grafici in ottemperanza anche alle osservazioni e raccomandazioni esposte in sede di conferenza di servizi del progetto definitivo.

18. IMPIANTI

Tale dizione generica non consente una unica trattazione dei vari impianti sottesi al progetto per cui se ne prevede la distinzione in due grandi categorie:

- Impianti strettamente funzionali all'esercizio dell'opera in progetto;
- Impianti di cantiere temporanei funzionali alla realizzazione dell'opera.

18.1. IMPIANTI STRETTAMENTE FUNZIONALI ALL'ESERCIZIO DELL'OPERA IN PROGETTO

Questi impianti rispondono a varie esigenze già dichiarate nei vari livelli progettuali, oppure derivanti da prescrizioni della Conferenza di Servizi oppure frutto delle migliorie progettuali offerte.

Per tutti questi impianti si rinvia, per maggiore dettaglio, alla specifica "Relazione Tecnica Impianti" ed ai relativi elaborati grafici.

Tutti questi impianti hanno comunque in comune un unico impianto di alimentazione elettrica nonché di allacciamento alla linea DSL per trasmissione dati, entrambe poste in DX idraulica in zona non esondabile in corrispondenza al sottopasso con via Argine Po.

Tutte le linee sottese a tali impianti usufruiscono delle vie cavo in cunicolo esistenti sul vecchio ponte fino a raggiungere i vari vassoi porta cavi posizionati come in progetto fra la trave di bordo ed il parapetto connesso.

18.1.1. Rete impianto elettrico

Si intende l'insieme di tutti i cavi di potenza e di messa a terra che alimentano i vari quadri elettrici cui sono sottesi i diversi impianti oltre a tutte le tubazioni e vassoi porta cavo.

Sono inoltre comprese tutte le corde di rame necessarie per la messa a terra di tutta la struttura metallica del ponte che sarà quindi connessa alle gabbie di armatura di pile fondazioni e pali di sottofondazione al fine di garantire un unico sistema equipotenziale.

Si intende compreso anche il quadro elettrico alimentato dalla rete ENEL con un impegno di potenza previsto di circa 20 KW.

18.1.2. Illuminazione di segnalazione stradale

Sulla rete di viabilità carrabile non è previsto uno specifico impianto di illuminazione che per vari motivi, e non ultimo di inquinamento luminoso, è assente sull'intera opera attuale, bensì un impianto di segnalazione luminosa che delimita il bordo strada.

La segnalazione luminosa di bordo strada è affidata a segnali catarifrangenti posti sul guard-rail metallico che conferiscono una chiara evidenza al bordo strada utile al guidatore in caso di nebbia.

18.1.3. Illuminazione ciclabile

L'intero percorso della ciclabile sia sul ponte che sulle rampe e gradinate di raccordo con la viabilità ciclabile esistente (via Molinara e via Argine Po) viene indicato con lampade segna passi basse che delineano chiaramente il percorso.

Il solo tratto di ciclabile sul ponte usufruisce anche dell'apporto luminoso delle lampade dei pendini che permette di ottenere, sul piano ciclabile, il livello minimo di 15 lumen al suolo.

Nei restanti tratti, pur non raggiungendo tale livello luminoso, si conferisce un chiaro messaggio agli utenti sull'andamento del percorso.

Il tipo di lampade usate ed il loro posizionamento garantisce il rispetto della L.R. 17/2000 sull'inquinamento luminoso.

Il sottopasso di collegamento delle ciclabili a monte e a valle del nuovo ponte viene illuminato dall'alto al basso e le lampade sono azionate mediante sensori di movimento al fine di garantire un efficace risparmio energetico oltre al risparmio conseguente all'impiego di lampade a led.

18.1.4. Impianto di illuminazione dei pendini

Tale impianto è strettamente funzionale ad evidenziare, con luce a bassa frequenza (2.700-4.000 HZ), la presenza degli stessi, così come da prescrizione della Conferenza dei Servizi.

Vista la tipologia di lampade a disposizione, comunque a led, ed ai relativi filtri, è inevitabile attribuire ai proiettori impiegati una ulteriore funzione complementare di illuminazione anche del piano ciclabile garantendo così all'utente debole una adeguata illuminazione a terra.

Per vincoli normativi i prodotti utilizzati dovranno dirigere il fascio luminoso dall'alto verso il basso e quindi posizionati in quota sull'arco ogni 8,00 metri in corrispondenza ai pendini ed alimentati elettricamente con idoneo cavo che sarà protetto da carter in acciaio corten, come da particolare esecutivo.

L'alimentazione elettrica è garantita dal cavidotto posizionato nel cavedio impianti fra parapetto e trave di bordo.

18.1.5. Illuminazione di segnalazione fluviale

Ai fini della navigazione fluviale si è provveduto a garantire la segnalazione luminosa richiesta dall'ente gestore inserita nella medesima attuale posizione e costituita da unico faro a luce gialla posizionato sul prospetto di monte e di valle.

Si è provveduto inoltre ad illuminare l'unica pila presente in alveo mediante proiettori che con fascio luminoso dall'alto verso il basso ne evidenziano l'intero fusto.

Il sistema di segnalazione luminosa indicato è completato con la cartellonistica fluviale prescritta per normativa e da sensore luminoso che ne attiva l'accensione/spegnimento.

18.1.6. Segnalatori ostacoli al volo

Visto l'ingombro altimetrico degli archi di supporto del piano viario, si provvede in ottemperanza alle indicazioni fornite dai vari livelli di progettazione, alla installazione di lampade per la segnalazione notturna, a luci rosse, dell'ingombro altimetrico dell'opera in progetto.

Queste sono posizionate all'estradosso di entrambi gli archi, sia a monte che a valle, in numero di 20 lampade per sola visione notturna ed alimentate con cavi elettrici dedicati che usufruiscono dello stesso carter porta cavi delle lampade per pendini.

18.1.7. Impianto di rilevamento meteo

Si prevede, a titolo di miglioria, la installazione di stazione di rilevamento meteo in quanto strumentazione complementare agli impianti di monitoraggio strutturale e idraulici.

In particolare la stazione permette il rilevamento in continuo della temperatura, della velocità del vento, della luminosità dell'atmosfera e dei livelli di precipitazione idrica.

Questi dati vengono trasmessi in remoto all'ufficio manutenzione della viabilità del committente e ciò permette una corretta tabulazione di tutti i dati sensibili ed utili ad attivare le azioni di intervento in sito ai fini di garantire un livello di sicurezza stradale adeguato all'importanza dell'opera.

18.1.8. Impianto di videosorveglianza

Questo impianto è pure inserito a titolo di miglioria in quanto da ritenersi funzione complementare al monitoraggio strutturale e idraulico oltre a costituire presidio in termini di pubblica sicurezza generale.

Tale impianto è costituito da un sistema di telecamere ad infrarossi nonché da telecamera termica in grado di dare copertura visiva sull'intero ponte (sia parte vecchia che nuova) oltre al videocontrollo degli accessi al sottopasso ciclopedonale.

Questo tipo di controllo costituisce anche deterrente per un improprio utilizzo dell'opera sia in termini di limiti di fruibilità stradale (carichi ed ingombri) nonché a manovre improprie ed atti di vandalismo in genere.

Permette inoltre l'attivazione, in tempi rapidi, di qualsiasi azione di soccorso in caso di incidente, interruzione del traffico e l'attivazione di pronti interventi di segnalazione e deviazione del traffico.

Costituisce inoltre supporto alle varie forme di monitoraggio sia per comportamenti anomali della struttura (abbinamento causa/effetto) nonché riscontro visivo dei livelli idrici del fiume.

L'intero sistema è collegato in rete con il centro operativo di manutenzione della viabilità provinciale e unitamente agli ulteriori dati sensibili rilevati costituisce un adeguato strumento di analisi.

18.1.9. Impianto di automazione e supervisione

Questo impianto è funzionale a tutta la restante impiantistica installata sia per la regolazione della stessa che per la trasmissione dati per la quale si usufruisce di borchia DSL già presente in testa al ponte in DX idraulica.

18.1.10. Impianto di monitoraggio fluviale

18.1.10.1 Stazione di misura livelli idrometrici e trasporto solido

Il Piano di gestione dei sedimenti (PGSPO) dell'Autorità di bacino del fiume Po indica per l'assetto morfologico attuale dell'alveo di magra nel tratto interessato da ponte una tendenza prevalente all'erosione sia per quanto concerne le forme emerse (sponde, barre) sia per il bilancio del traporto solido e definisce di conseguenza una tendenza all'abbassamento del fondo alveo.

Attualmente il manufatto di attraversamento esistente non è dotato di una strumentazione di misura dei livelli idrometrici, gli stessi vengono rilevati in corrispondenza dei ponti di Borgoforte (sulla SS62 – 18 km più a monte) e di Sermide (SP34bis – 37 km più a valle).

In tale contesto risulta opportuno dotare la nuova infrastruttura di una stazione per la misura del trasporto solido, in modo da confermare nel medio e lungo periodo le indicazioni contenute nel PSGO. Nell'ambito della progettazione esecutiva verrà peraltro condotta una specifica campagna di misurazione diretta del valore della portata (mediante mulinello) in corrispondenza di differenti stati idrometrici, in modo da dotare la stazione idrometrica di una scala di deflusso che permetta di valutare oltre al livello idrico, la relativa portata transitante.

L'implementazione della nuova stazione sarà dotata inoltre di profilatori Doppler ubicati in posizioni opportune, in grado di fornire direttamente il valore della portata attraversa la misura della velocità media di corrente; la stazione sarà inoltre dotata di un torbidimetro per misurare in modo diretto la portata solida in sospensione.

Pertanto nell'ambito delle opere impiantistiche proposte nell'ambito del presente progetto esecutivo, è prevista la fornitura e la installazione di una stazione di monitoraggio costituita da:

- 1 idrometro radar da collocare in corrispondenza della campata n° 2;
- 2 misuratori di portata (velocità) uno per campata;
- 1 misuratore di torbidità;
- 1 centralina di acquisizione, conservazione e trasmissione dati;
- 1 software per la visualizzazione e la trasmissione dei dati in ambiente WEB.

La stazione sarà ovviamente compatibile ed interfacciabile con la rete idrometrica gestita da AIPo. Per la localizzazione e le caratteristiche della strumentazione proposta si rimanda allo specifico elaborato allegato al presente progetto esecutivo.

18.1.11. Impianto di monitoraggio strutturale

Tecnicamente il sistema di monitoraggio è costituito da reti di sensori comprendenti servoinclinometri, accelerometri, strain gages (deformometri), sensori di temperatura dell'aria e superficiale, celle di carico ai pendini. I sensori convogliano le misure a sistemi di acquisizione distribuiti nell'arco e nella trave catena, collegati tra loro attraverso una rete dati. I dati vengono raccolti ed elaborati in tempo reale da un server installato in un apposito vano tecnico con cui srà possibile interfacciarsi in remoto.

Tutto il sistema potrebbe essere infine collegato agli uffici del gestore dell'opera in modo che sia possibile l'interrogazione remota e la ricezione di eventuali messaggi di attenzione.

In esso vengono acquisite direttamente, mediante gli strumenti, le seguenti grandezze:

- Rotazioni di 19 punti notevoli della struttura, mediante servoinclinometri di altissima accuratezza e precisione.
- Sollecitazioni di trazione ai pendini di sospensione dell'impalcato, mediante n°28 celle di carico utilizzate anche per la tesatura e regolazione degli stessi in fase di costruzione.
- Accelerazioni nelle tre direzioni dello spazio in 8 punti notevoli collocati sugli archi e sulle catene.
- Distorsioni termiche mediante 12 termoresistenze collocate in 3 sezioni notevoli individuate sull'impalcato da 180 m (una su ciascun arco e una su ciascuna trave catena).

Un apposito software acquisisce le informazioni dalle diverse tipologie di sensore.

Con queste informazioni sarà possibile:

- Verificare che i dati misurati siano coerenti con i dati calcolati.
- Determinare gli spostamenti e le accelerazioni nei punti non strumentati della struttura.
- Segnalare eventuali anomalie tra le misure sperimentali e i valori derivanti dal modello meccanico (anche mediante l'invio di email o sms);
- Verificare che tutte le grandezze siano rispettose di valori di soglia assoluti.

Grazie al sistema, ad esempio, si potrà verificare che l'entità della freccia permanente e massima sotto carico dell'impalcato sia entro i limiti ammissibili o analogamente che sia ammissibile l'entità dello spostamento massimo fuori piano degli archi o dell'impalcato.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati 0229D_02020104 "Relazione monitoraggio opere maggiori in fase di esercizio" e 0229D_02020105 "Elaborato grafico monitoraggio opere maggiori in fase di esercizio".

19. MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DELL'OPERA

19.1. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

Il Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti è redatto in conformità all'art. 38 del D.P.R. 207/2010.

Occorre tener presente che, per una corretta manutenzione di un'opera, è necessario partire da una pianificazione esaustiva e completa, che contempli sia l'opera nel suo insieme, sia tutti i componenti e gli elementi tecnici manutenibili; ed ecco pertanto la necessità di redigere, già in fase progettuale, un Piano di Manutenzione che possiamo definire dinamico in quanto deve seguire il manufatto in tutto il suo ciclo di vita.

Il ciclo di vita di un'opera, e dei suoi elementi tecnici manutenibili, viene definito dalla norma UNI 10839 come il "periodo di tempo, noto o ipotizzato, in cui il prodotto, qualora venga sottoposto ad una adeguata manutenzione, si presenta in grado di corrispondere alle funzioni per le quali è stato ideato, progettato e realizzato, permanendo all'aspetto in buone condizioni".

Il Piano di manutenzione, riportato nel Cap. 4 degli Elaborati progettuali, è parte complementare ed integrante del progetto esecutivo, ha come scopo quello di regolamentare l'attività di manutenzione al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico dell'opera. Esso è costituito dai seguenti documenti operativi:

- Manuale d'uso
- Manuale di Manutenzione
- Programma di manutenzione

Quest'ultimo è stato suddiviso nelle tre categorie di sottoprogrammi:

1) il sottoprogramma delle prestazioni;
2) il sottoprogramma dei controlli;
3) il sottoprogramma degli interventi.

19.2. MONITORAGGIO DELL'OPERA

I ponti sono strutture complesse che richiedono un programma di monitoraggio con un'adeguata pianificazione, progettazione ed esecuzione, per aumentare la sicurezza generale e ottimizzare le attività operative e la manutenzione. Funzione primaria del monitoraggio è quella di garantire la longevità e la sicurezza del ponte, nonché ottimizzarne la gestione.

Negli ultimi anni il monitoraggio di ponti e viadotti di particolare rilevanza risulta una pratica consolidata la cui programmazione dovrebbe avvenire contestualmente alla progettazione dell'opera. Tuttavia, la reale efficacia e utilità dei sistemi di monitoraggio risulta spesso ridotta per il limitato numero di informazioni raccolte o per la mancanza di alcuni parametri, fondamentali nello stabilire un'esatta correlazione tra le varie grandezze misurate e l'effettiva risposta strutturale dell'opera stessa.

Il sistema di monitoraggio previsto, per quanto riguarda la struttura fisica del sistema di acquisizione, alla categoria dei monitoraggi permanenti: è quindi in grado di memorizzare in continuo tutte le informazioni relative alle grandezze misurate e compararle con i limiti imposti dal progettista e/o dalle normative vigenti.

Le caratteristiche del sistema sono le seguenti:

- implementazione di sistemi per la rilevazione della attivazione di meccanismi di crisi particolarmente importanti, comprendenti il controllo dei pendini e la deformazione degli elementi strutturali principali.
- studio delle integrazioni dei dati elaborati dal sistema di monitoraggio all'interno delle procedure di ispezione periodica del ponte e della relativa documentazione. Ciò al fine di migliorare sia la qualità delle informazioni contenute nei reports di manutenzione sia di ottimizzare la tempistica delle visite ispettive.

Tecnicamente il sistema di monitoraggio è costituito da reti di sensori comprendenti servoinclinometri, accelerometri, strain gages (deformometri), sensori di temperatura dell'aria e superficiale e celle di carico collegate ai pendini. Tali dispositivi convogliano le misurazioni a sistemi di acquisizione distribuiti lungo l'arco e nella trave catena e collegati tra loro attraverso una rete dati. I dati vengono raccolti ed elaborati in tempo reale da un server, consultabile in remoto, installato in un apposito vano tecnico.

Tutto il sistema potrebbe essere successivamente collegato agli uffici del gestore dell'opera in modo da rendere possibile l'interrogazione remota e la ricezione di eventuali messaggi di attenzione. Il sistema di monitoraggio segue quindi un moderno approccio al monitoraggio strutturale, che ha come obiettivo non solo la raccolta dei dati fine a se stessa bensì un acquisizione mirata predisposta ad una sua corretta elaborazione ed alla restituzione in termini tecnici e ingegneristici di informazioni essenziali sullo stato dell'opera.

Una certa ridondanza della strumentazione assicura la possibilità di garantire il controllo dei dati anche in caso di malfunzionamenti di alcuni sensori o dei cablaggi, garantendo la necessaria affidabilità del sistema di monitoraggio.

Il sistema risulta quindi concepito per coadiuvare il personale tecnico nella verifica dello stato dell'opera in fase manutentiva e per individuare velocemente eventuali anomalie nel comportamento strutturale.

20. INTERFERENZE CON SERVIZI E SOTTOSERVIZI

Lo sviluppo del presente documento non può che partire dalle rilevazioni e indicazioni fornite in durante le diverse fasi di progettazione ed implementate con la soluzione delle interferenze.

Va evidenziato che in fase di conferenza dei servizi del progetto definitivo i vari enti gestori hanno evidenziato la presenza di impianti che hanno interferenza con i manufatti in progetto ed altri che possono interferire con gli impianti di cantiere. In questa sede si relaziona in merito alle interferenze con i manufatti in progetto in quanto eventuali interferenze con il cantiee vengono valutate negli elaborati specifici inerenti l'accantieramento.

Di fatto i servizi di rete interferenti con il progetto sono così elencati:

1) impianti elettrici;
2) impianti sottesi alla navigazione fluviale;
3) impianti fognari;
4) rete distribuzione gas.

Il presente livello progettuale ne prevede la localizzazione, individuazione della consistenza e delle funzioni sottese nonché alla definizione delle soluzioni definitiva.

In occasione degli specifici interventi si provvederà inoltre ad adeguamento normativo dei medesimi nella fase di impianto definitivo.

20.1. INDIVIDUAZIONE DEGLI ENTI E DELLE RETI INTERFERITE

20.1.1. Impianto elettrico

Come già rilevato, l'unico impianto elettrico esistente sul ponte è quello sotteso alla segnalazione luminosa necessaria per la navigazione fluviale e costituita da n. 2 fari posti in mezzeria fra le Pile n. 3 e n. 4, fissate all'impalcato del ponte sia a monte che a valle.

FIGURA 20-1 CAMPATA DI NAVIGAZIONE – LATO MONTE

FIGURA 20-2 CAMPATA DI NAVIGAZIONE – LATO VALLE

Oltre alle lampade sono presenti, su ambo i lati del ponte, prese per alimentazione elettrica nonché cartellonistica dedicata alla navigazione.

L'alimentazione avviene mediante quadro in corrispondenza della spalla in dx idraulica dal quale parte un cavo interrato che arriva alla sommità del rilevato, raggiunge la struttura in calcestruzzo della spalla ed entra nel cunicolo porta impianti.

Nella specifica relazione di progetto esecutivo viene data soluzione a tale interferenza nonché alla implementazione del nuovo impianto che alimenterà elettricamente tutte le utenze in progetto.

FIGURA 20-3 QUADRI ENEL E TELECOM

FIGURA 20-4 QUADRI ELETTRICI SPALLA IN DX IDRAULICA

20.1.2. Impianti sottesi alla navigazione fluviale

La navigazione fluviale richiede la presenza di segnaletica luminosa e cartellonistica, come già indicato e rappresentato al punto precedente.

Oltre a questa, le norme di navigazione, che si allegano, richiedono la presenza di aste riflettenti ai radar per indicare, soprattutto in caso di nebbia, la campata di transito e vanno montate in pila di sx idraulica.

Attualmente tali aste sono montate sulla Pila n. 3 e saranno lì mantenute fino alle operazioni di varo che interferiscono con le stesse.

Il progetto esecutivo prevede il riposizionamento di tale strumentazione sull'unica pila in alveo e si rinvia alla specifica documentazione di progetto.

20.1.3. Impianti fognari

Il manufatto esistente risulta privo di impianti fognari di raccolta delle acque di piattaforma che scaricano direttamente a fiume o a campagna.

In realtà sussiste un sistema fognario di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche in corrispondenza al sottopassaggio di Via Molinara con il ponte in progetto.

Tale impianto evita l'accumulo di acqua nel punto più depresso del sottopassaggio e la scarica direttamente a campagna.

Questa rete, costituita da n. 4 pozzetti con le relative tubazioni di collegamento, risulta chiaramente interferente con il cantiere e con le opere in progetto.

Il progetto esecutivo prevede il rifacimento del tratto di Via Molinara interferente con le nuove opere e conseguentemente il riposizionamento del nuovo sistema fognario di raccolta delle acque in tale zona che saranno convogliate al nuovo impianto di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma.

FIGURA 20-5 POZZETTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE

FIGURA 20-6 POZZETTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE

FIGURA 20-7 POZZETTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE

FIGURA 20-8 POZZETTI DI RACCOLTA DELLE ACQUE

20.1.4. Rete distribuzione gas

Viene riscontrata l'interferenza della rete di distribuzione gas metano che, in sponda dx idraulica, a valle del manufatto, risulta interferire con la sede della ciclabile nel ramo di allacciamento a Via Argine Po.

Di fatto tale interferenza è emersa in tutta la sua entità in fase di conferenza dei servizi del progetto definitivo ove l'ente gestore ha individuato il percorso di tale linea, che va ad alimentare le utenze in golena, e l'entita della interferenza non risulta limitata alla sola pista ciclabile in sommità arginale.

Tale percorso è segnalato dai paletti gialli che sono visibili nelle documentazione fotografica.

FIGURA 20-9 METANODOTTO TEA

20.2. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

20.2.1. Risoluzione interferenza elettrica

20.2.1.1 Funzionamento in fase provvisoria

Queste modalità di funzionamento devono garantire il servizio dal momento del varo del ponte fino al posizionamento definitivo dello stesso.

Tale esigenza implica:

- applicazione di nuove lampade sulla campata da 180 m prima del varo ed alimentazione provvisoria subito dopo il varo, della lampada a valle;
- mantenere in funzione l'impianto esistente fino alla demolizione del ponte nel tratto compreso fra la Pila n. 3 e n. 4 o delle pile precedenti lato sponda dx idraulica. In base alle modalità di demolizione potrà essere necessaria una alimentazione provvisoria anche della lampada a monte;
- completate le demolizioni del ponte esistente, risulteranno attive le lampade sul nuovo ponte ancora in configurazione provvisoria;
- durante le fasi di traslazione in posizione definitiva del nuovo ponte le lampade di segnalazione saranno in funzione ancorchè alimentate provvisoriamente.

In tutte le fasi sopra menzionate la segnalazione luminosa sarà sempre accompagnata anche dalla cartellonistica dedicata.

20.2.1.2 Funzionamento in configurazione definitiva

In questa configurazione il ponte risulta già completamente allestito di lampade e cartellonistica, mentre l'alimentazione provvisoria, con generatore, verrà sostituita con alimentazione definitiva che partirà dal nuovo quadro elettrico, in dx idraulica e, con nuovo cavo inserito nelle vecchie e nuove canalizzazioni, darà alimentazione sia alle lampade che alle prese di corrente.

La segnalazione luminosa e cartellonistica saranno mantenute nelle posizioni attuali, così come il punto di alimentazione e la titolarità dell'utenza.

20.2.2. Risoluzione interferenza impianti sottesi alla navigazione fluviale

In questa fase si provvederà al montaggio provvisorio sul lato a valle del nuovo ponte in allineamento con la Pila n. 3 ed analogamente si provvederà per la demolizione della pila le cui fasi lavorative richiederanno specifiche procedure operative condivise con l'ente gestore AIPO che faranno parte del PSC ed armonizzate in fase esecutiva con l'ente gestore del servizio.

Nella configurazione anche definitiva sarà presente una sola pila in alveo posizionata fra le attuali Pile n. 2 e n. 3 per cui, rispetto all'attuale linea di navigazione, gli spazi che saranno messi a disposizione risulteranno nettamente superiori agli attuali.

In questa configurazione quindi le aste riflettenti i segnali radar saranno posizionate a monte e a valle dell'unica pila presente in alveo.

Nella fasi di demolizione del ponte e del relativo varo, viste le interferenze con la navigazione, saranno nello specifico definite le segnalazioni luminose e cartellonistiche necessarie che risulteranno dettagliatamente specificate nei Piani di Sicurezza e Coordinamento e nei Piani Operativi ai quali si rimanda.

FIGURA 20-10 CAMPATA DI NAVIGAZIONE – LATO MONTE

FIGURA 20-11 CAMPATA DI NAVIGAZIONE – LATO VALLE

20.2.3. Risoluzione interferenza impianti fognari

Durante le fasi di cantiere si provvederà alla demolizione di pozzetti, caditoie e tubazioni interessate dall'intervento.

In questa fase si provvederà all'apertura di canalette provvisorie per smaltire gli accumuli di acqua convogliandoli momentaneamente a campagna.

Una volta completate le opere in progetto, si provvederà al ripristino delle caditoie come da indicazioni del progetto esecutivo che prevede la realizzazione di nuova livelletta stradale su Via Molinara, convogliando però le acque di piattaforma alla vicina vasca di trattamento.

20.2.4. Risoluzione interferenza rete distribuzione gas

Questa linea risulta interrata nel corpo arginale per cui, visto che altimetricamente il piano viario della ciclopedonale viene leggermente alzato rispetto alla attuale quota arginale, tale nuovo pacchetto costituirà specifica ulteriore protezione al tubo, evidenziando comunque che i carichi in superficie risultano modesti e con il maggior reinterro meglio distribuiti.

Visti gli sviluppi emersi in fase di conferenza dei servizi, di tale interferenza, l'ente gestore TEASEI srl dovrà provvedere, su specifica richiesta del committente, ad intervenire per il riposizionamento di tale linea nelle zone golenali. Tale operazione potrà essere meglio coordinata anche in base agli sviluppi del progetto esecutivo e con l'apporto informativo dello stesso appaltatore dei lavori.

Gli oneri di tale intervento risultano a carico del committente e gestiti in sede di "richiesta di spostamento" che il committente deve presentare.

21. ESPROPRI

21.1. PREMESSA

Per la realizzazione dell'opera in progetto verranno effettuate espropriazioni per Pubblica Utilità, secondo le procedure previste dalle vigenti disposizioni di legge (D.P.R. 08.06.2001 n. 327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità" e s.m.i.), mediante ricorso all'istituto dell'occupazione preordinata all'esproprio ai sensi dell'art. 22 bis del D.P.R. 08.06.2001 n. 327.

Le aree soggette ad esproprio e ad occupazione, necessarie per la realizzazione della nuova opera, sono state individuate nell'elaborato specifico (Planimetria catastale con disponibilità per l'acquisizione e/o occupazione temporanea delle aree di intervento) del presente Progetto Esecutivo

Le ditte intestatarie dei fondi interessati da occupazioni temporanee o da esproprio, sono state desunte mediante apposite visure catastali. Con nota 44106 PG del 25.09.2014, la Provincia di Mantova ha provveduto ad inviare a tutti i proprietari interessati un'apposita comunicazione di avvio del procedimento, ai sensi agli articoli 7 e segg. della Legge 07.08.1990 n° 241 e s.m.i..

Ai fini della dichiarazione di pubblica utilità, a tutte le ditte interessate dai lavori, sarà inviata, dalla Provincia di Mantova, una nuova comunicazione di avvio del Procedimento Espropriativo, ai sensi del già citato "T.U. delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità" (DPR 327/2001).

Si precisa che l'esecuzione di tutti gli interventi dovranno essere comunque coordinati e concertati con i proprietari delle aree nel rispetto dei progetti approvati.

21.2. CLASSIFICAZIONE E PREVISIONI DEI PGT PER I TERRENI INTERESSATI DALL'OPERA IN PROGETTO

Al fine di indennizzare i proprietari delle aree soggette ad esproprio e ad occupazioni anche temporanee, sono state effettuate le visure catastali, allegate all'elaborato specifico (Elenco ditte) e sono state prese in considerazione le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti nei Comuni di Bagnolo San Vito e di San Benedetto Po.

21.3. STIMA DEI COSTI DI ESPROPRIAZIONE E DI OCCUPAZIONE

Per la stima delle indennità d'espropriazione si è fatto riferimento a quanto già indicato nell'elaborato specifico – Relazione di stima delle espropriazioni dei precedenti livelli progettuali considerando congrui i prezzi di mercato dei terreni, che si ritiene non abbiano subito significative variazioni.

Le indennità aggiuntive di coltivazione sono state calcolate ai sensi dell'art. 40, comma 4 DPR n. 327/2001 in base al tipo di coltura in atto e saranno da verificare in sede di occupazione dei terreni in relazione al tipo di coltura effettivamente praticata sui fondi e alla eventuale qualifica di coltivatore diretto del proprietario ovvero in relazione alla eventuale presenza di un fittavolo (art. 42 DPR n. 327/2001).

Per la stima delle indennità di occupazione, si è utilizzata la formula di cui all'art. 50 DPR n. 327/2001:

$$Co = (V.E. \cdot Sup.) \cdot (1 / 12) \cdot t$$

dove i termini dell'espressione precedente assumono il seguente significato:

- V.E. è il valore di esproprio (valore di mercato);
- Sup. rappresenta la superficie dell'area da occupare;
- t , infine, rappresenta la durata del periodo di occupazione in anni.

21.4. IMPORTO PER INDENNIZZI, FRUTTI PENDENTI, ARROTONDAMENTI, NOMINA DI TECNICI E STIPULE DI CONVENZIONI

Poiché l'art. 21 del DPR 327/2001 «Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità» prevede che l'espropriato, dopo la determinazione provvisoria dell'indennità da parte dell'ente espropriante, possa avvalersi della stima di tre tecnici, tra cui uno designato da lui stesso, per la determinazione definitiva dell'indennità di esproprio e le spese per la nomina di tali tecnici sono liquidate dall'autorità espropriante in base alle tariffe professionali e sono poste a carico della stessa, qualora la stima dei tecnici superi di un decimo l'indennità provvisoria offerta dall'ente espropriante, nel Quadro Economico del Progetto Esecutivo si mantiene una apposita somma destinata appunto alle "Spese di nomina dei tecnici ex art. n° 21 DPR 327/2001".

Si confermano anche le somme per eventuali indennizzi relativi a particolari situazioni volti a favorire la conclusione di accordi bonari.

21.5. ALTRE AREE DI OCCUPAZIONE TEMPORANEA

Lo sviluppo del presente Progetto Esecutivo, nel quale si è cercato di ottimizzare la fabbricazione del manufatto, nonché di ottemperare alle prescrizioni effettuate nelle Conferenze dei Servizi, ha portato alla necessità di ampliare le aree in occupazione temporanea utili alla realizzazione delle nuove soluzioni elaborate.

Le maggiori aree in occupazione temporanea, indicate con apposita campitura nell'elaborato di progetto esecutivo (Planimetria catastale con disponibilità per l'acquisizione e/o occupazione temporanea delle aree di intervento) saranno reperite direttamente dall'appaltatore.

22. GESTIONE DELLE MATERIE

L'intero processo di gestione delle materie è illustrato nel cap. 02.09.00 degli Elaborati progettuali.

Il processo di gestione dei materiali è stato delineato in maniera da migliorare la gestione complessiva innanzitutto dei materiale di demolizione, che rappresentano la parte preminente, con particolare riferimento a modalità di smaltimento che assicurino la minor ricaduta sul territorio ed il miglior riutilizzo dei materiali stessi

I temi sviluppati sono stati approfonditi, inoltre, mediante una specifica sezione grafica

Nel Piano sono definite ed individuate:

- Le diverse tipologie di rifiuti producibili dalle attività di cantiere, fissandone preliminarmente le principali caratteristiche quali-quantitative;
- La definizione delle attività di gestione dei rifiuti;
- I soggetti interessati nelle attività di gestione dei rifiuti derivanti dall'esecuzione del progetto;
- Gli adempimenti normativi in capo ai soggetti responsabili individuati;
- Indicazioni tecniche per la corretta gestione dei rifiuti prodotti nella fase di esecuzione dell'opera.

In particolare gli obiettivi cardine, sono stati sono informati:

- al pieno rispetto del quadro autorizzativo e/o pareri espressi con atti pubblici per l'approvazione del progetto preliminare;
- al conseguimento di un'organica articolazione del processo di gestione dei materiali proveniente dalle lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'infrastruttura in relazione al maggiore dettaglio ed approfondimento operato nell'ambito delle scelte costruttive e progettuali;
- all'attuazione di un programma operativo in grado di migliorare significativamente l'impronta ambientale ed emissiva delle proprie fasi costruttive, nel rispetto delle caratteristiche dimensionali, prestazionali e strutturali delle opere e delle relative tempistiche costruttive.

22.1. GESTIONE DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE

E' prevista la demolizione del solo tratto di scavalcamento dell'alveo inciso del fiume, mentre la restante parte che si sviluppa in golena, in destra idrografica, viene confermata nella configurazione attuale.

I materiali derivanti dalle demolizioni sono costituiti principalmente da:

- componenti in acciaio (guard rail, parapetti, segnaletica verticale, giunti di dilatazione, acciaio strutturale di armatura ordinaria e di precompressione);
- conglomerato bituminoso delle pavimentazioni;
- conglomerato cementizi ed armati costituenti travi, pile e fondazioni.

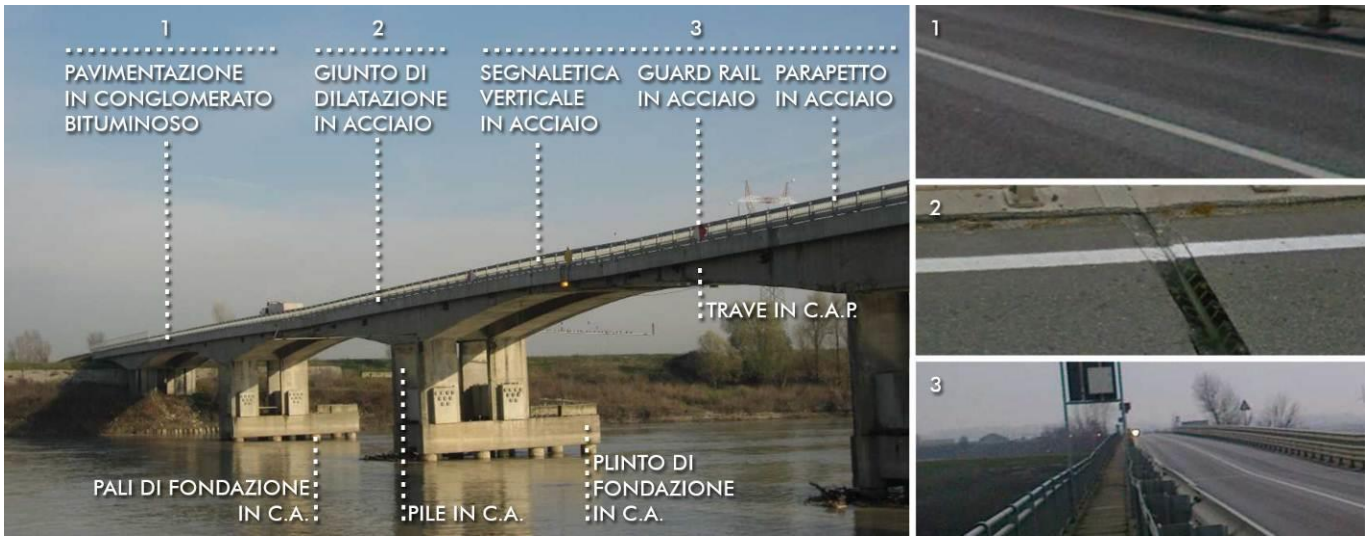


FIGURA 22-1 INDIVIDUAZIONE DEL MATERIALE DA DEMOLIZIONE DEL PONTE ESISTENTE

La gestione di tutto il materiale proveniente dalle lavorazioni di ristrutturazione del ponte sul Po, è schematizzato nell'ambito dell'elaborato 036ED_02090003A (*Planimetria con indicazione delle aree interessate dalle attività di demolizione, di scavo, stoccaggio temporaneo e lavorazione dei materiali prodotti durante l'attività di cantiere*), di cui si riporta uno stralcio nella successiva Figura 22-2

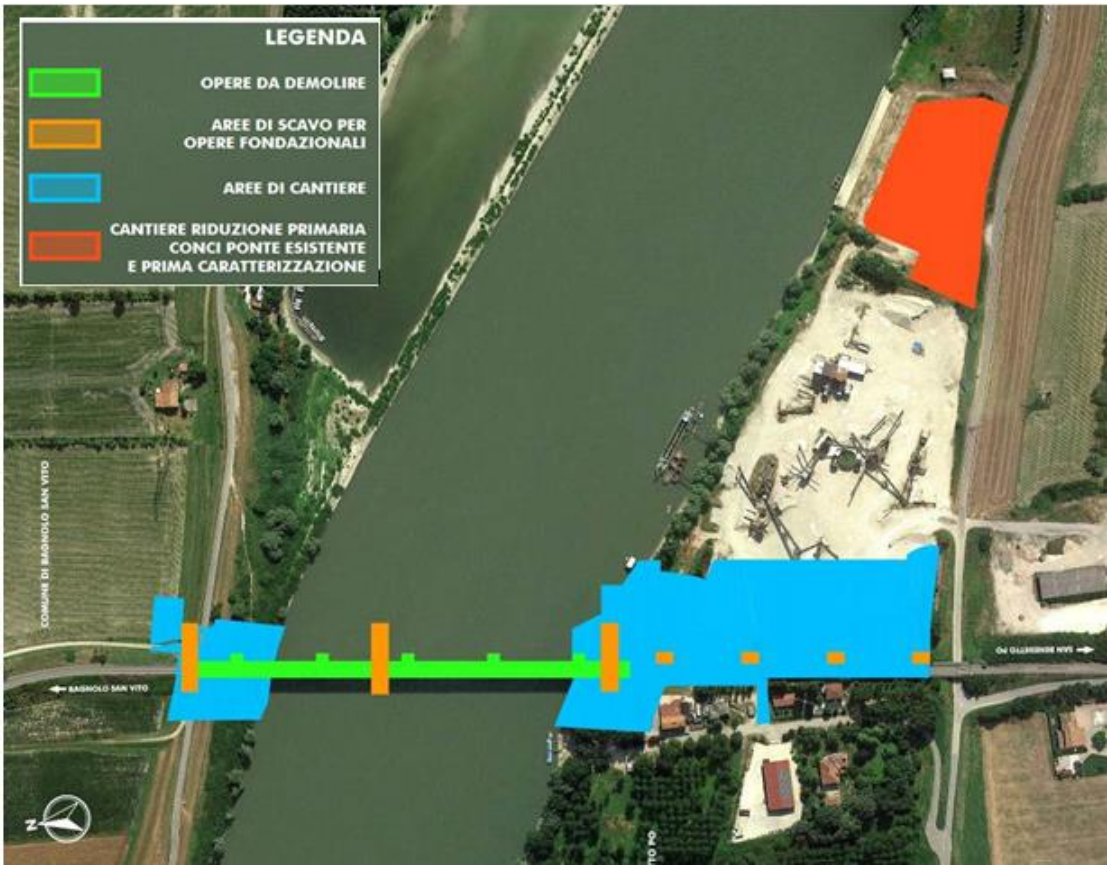


FIGURA 22-2 AREE INTERESSATE DALLE LAVORAZIONI E RELATIVI CANTIERI (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0236E_02090003A)

Tutto il materiale ferroso smantellato prima della demolizione dell'impalcato (giunti, guard-rail, segnaletica) ed anche i parapetti e i ferri di armatura, smantellati successivamente nell'area di qualificazione primaria, saranno immediatamente conferiti, tramite trasportatori autorizzati, presso le molteplici acciaierie presenti sul territorio, al fine di garantire il completo recupero del materiale.

Tutto il conglomerato bituminoso derivante dalla fresatura del ponte sarà accompagnato, con relativo formulario, presso il polo autorizzato di conferimento materiali di risulta di Pegognaga (MN) di proprietà della Vezzola Spa tramite trasportatori autorizzati, come rappresentato nell'elaborato 0236E_02090002A "*Planimetria con evidenziati i flussi e movimentazioni dei materiali all'esterno del cantiere*".

Il materiale derivante dal sezionamento dell'impalcato (effettuato con seghe a filo diamantato), delle pile e delle fondazioni (effettuato con pinze sezionatrici), costituito prevalentemente da calcestruzzo armato e conglomerato cementizio, sarà trasportato tramite pontone nell'area 4 dove sarà eseguita una prima riduzione volumetrica (sempre attraverso l'utilizzo di seghe a filo diamantato) ed uno stoccaggio temporaneo.

22.2. GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI

In merito al materiale di risulta dagli scavi questo verrà stoccato nell'area dedicata del cantiere (banchina) in cumuli non superiori a 3.000 m^3, identificati da idonea cartellonistica che ne identifica la descrizione ed il numero del mucchio dai quali verranno ricavati campioni rappresentativi (aliquote) che andranno a comporre tramite quartatura un campione rappresentativo del cumulo che verrà consegnato al laboratorio chimico terzo autorizzato per le analisi con verifica del rispetto dei limiti della colonna A/B tabella 1 allegato 5 parte IV del D.Lgs 152/2006 (il numero di aliquote e la quantità da sottoporre a quartatura dipenderà dalla pezzatura massima del materiale da campionare in base alla relativa norma UNI sul campionamento dei materiali).

In base a quanto emerso dalle analisi il materiale verrà destinato a centri autorizzati alla ricezione dei materiali in base ai limiti sopra citati o a discarica qualora ci sia un superamento dei valori di riferimento.

23. CANTIERIZZAZIONE

Il processo di cantierizzazione è inserito nel cap. 02 degli Elaborati progettuali, nella specifica sezione "***10 – Processo di Cantierizzazione***".

Lo studio di dettaglio è stato improntato essenzialmente:

- al pieno rispetto del quadro autorizzativo e/o pareri espressi con atti pubblici per l'approvazione del Progetto preliminare e delle risultanze della C.d.S. per l'approvazione del Progetto Definitivo;
- al conseguimento di un'organica articolazione del processo di cantierizzazione dell'infrastruttura in relazione al maggiore dettaglio ed approfondimento operato nell'ambito delle scelte costruttive;
- all'attuazione di un programma operativo dei lavori in grado di migliorare significativamente l'impronta ambientale ed emissiva delle proprie fasi costruttive, nel rispetto delle caratteristiche dimensionali, prestazionali e strutturali delle opere e delle relative tempistiche costruttive, ed altresì in grado di accogliere ed incentivare le più innovative tecnologie afferenti ai presidi di salvaguardia e di tutela ambientale nei confronti delle componenti biotiche, abiotiche ed antropiche potenzialmente interferite dalle azioni di cantierizzazione, nonché efficace nella riduzione significativa delle molteplici e diffuse interferenze dei lavori con la mobilità locale e con tutte le tipologie di utenti;

23.1. ASPETTI GENERALI DEL PROCESSO DI COSTRUZIONE

La sequenza realizzativa riportata nella successiva Figura 23-1 è caratterizzata da una durata complessiva dei lavori pari a 630 giorni naturali e consecutivi.

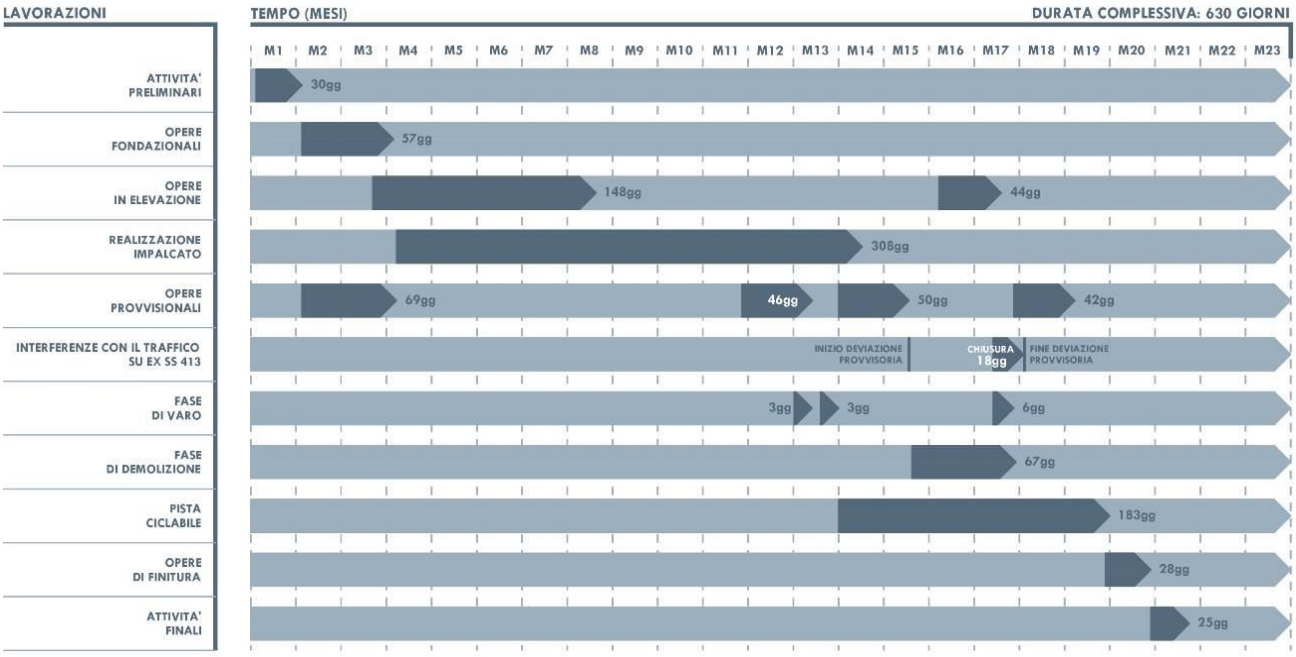


FIGURA 23-1 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Le prime attività afferiscono alla realizzazione delle opere di accantieramento con individuazione delle aree di cantiere che prevede la seguente organizzazione funzionale (vedasi anche successiva Figura 23-2):

- ✓ area 1 – campo base;
- ✓ area 2 – cantiere per assemblaggio campate del ponte e relativo varo;
- ✓ area 3 – cantiere destinato alla logistica dei sub-appaltatori;
- ✓ area 4 – cantiere destinato alla riduzione primaria dei conci del ponte esistente e prima caratterizzazione degli stessi;
- ✓ area 5 – cantiere logistico in sponda sinistra;
- ✓ area 6 – cantiere operativo in sponda sinistra;
- ✓ area 7 – cantiere per frantumazione e caratterizzazione dei materiali provenienti dalle demolizioni.

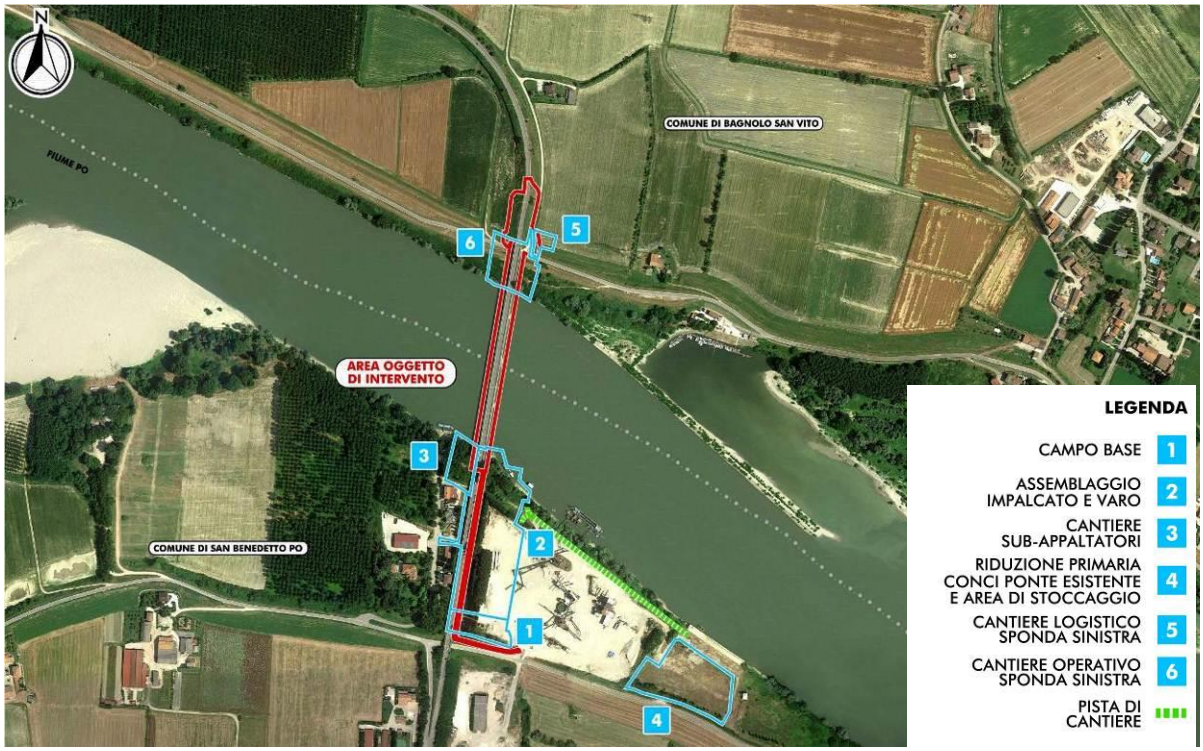


FIGURA 23-2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELLE AREE DI CANTIERE

Dal suddetto cronoprogramma è possibile evincere una sequenza operativa articolata nelle seguenti 12 fasi caratteristiche:

1. esecuzione delle opere fondazionali delle strutture definitive e contestuale realizzazione delle pile provvisorie (in sponda sinistra, in golena ed in alveo). Oltre a quanto sopra si provvederà alla predisposizione della banchina propedeutica al varo del nuovo ponte, in prossimità dell'area 2 (vedasi successiva Figura 23-3);

FIGURA 23-3 VISTA GENERALE DELL'AREA DI CANTIERE DURANTE L'ESECUZIONE DELLE OPERE FONDAZIONALI IN ALVEO

2. esecuzione delle opere in elevazione delle strutture definitive (spalla SP1*, pila P1* e pila P2*) ed inizio dell'assemblaggio delle due campate del ponte;

3. varo della campata da 149 m del ponte in posizione provvisoria, allargamento del rilevato della ex SS413 in sponda sinistra, propedeutico alla relativa deviazione provvisoria del traffico veicolare in esercizio sulla ex SS413 (vedasi successiva Figura 23-4);

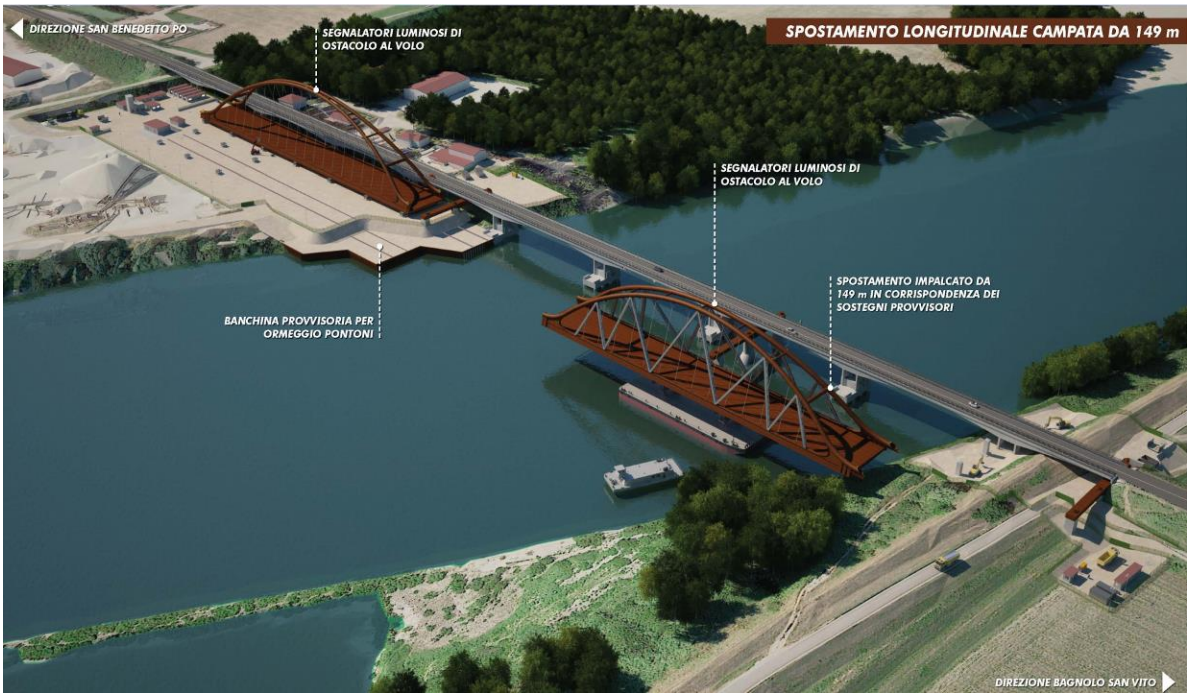


FIGURA 23-4 VISTA GENERALE DELL'AREA DI CANTIERE DURANTE LA FASE DI VARO DELLA CAMPATA DA 149 M DEL NUOVO PONTE

4. completamento e successivo varo della campata da 180 m del ponte in posizione provvisoria (Figura 23-5);

FIGURA 23-5 VISTA GENERALE DELL'AREA DI CANTIERE DURANTE LA FASE DI VARO DELLA CAMPATA DA 180 M DEL NUOVO PONTE

5. esecuzione della piastra di collegamento sul lato sud del nuovo ponte, propedeutica alla deviazione provvisoria della ex SS413. Contestuale realizzazione del nuovo percorso ciclabile in affiancamento al ponte esistente (pali ed opere fondazionali);

6. deviazione del traffico in esercizio della ex SS413 sul nuovo ponte in posizione provvisoria ed inizio delle attività di demolizione del ponte esistente nel tratto tra la spalla sinistra e la pila 5 (vedasi successiva Figura 23-6);

FIGURA 23-6 VISTA GENERALE DELL'AREA DI CANTIERE CON DEVIAZIONE PROVVISORIA DEL TRAFFICO IN ESERCIZIO SULLA EX S.S. 413

7. completamento della pila in alveo P1* (pulvino) e della spalla sinistra SP1* (muro paraghiaia) e contestuale esecuzione delle demolizioni di tutte le strutture del ponte esistente nel tratto di cui al punto precedente;
8. chiusura della ex SS413 limitatamente alle operazioni di spinta laterale del nuovo ponte nella sua sede definitiva ed al completamento del raccordo con l'impalcato della porzione di ponte esistente nel tratto sud (vedasi successiva Figura 23-7);

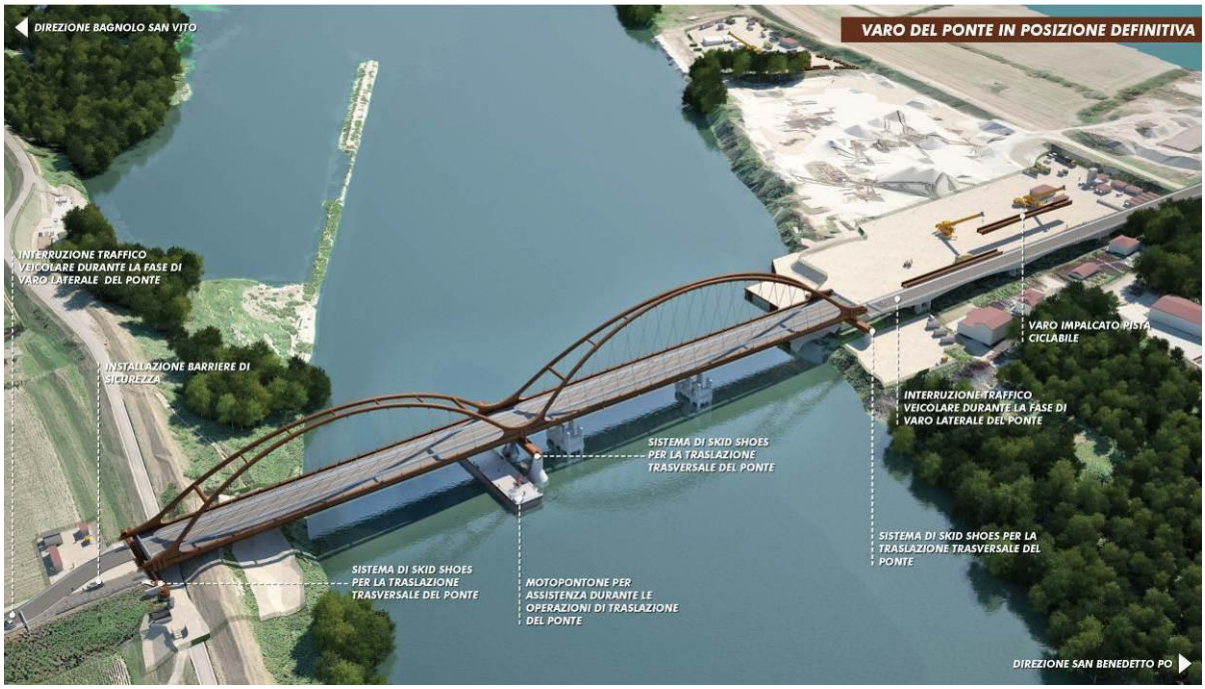


FIGURA 23-7 VISTA GENERALE DELL'AREA DI CANTIERE DURANTE IL VARO LATERALE DEL NUOVO PONTE IN POSIZIONE DEFINITIVA

9. completamento della pista ciclabile nel tratto sud ed esecuzione del raccordo della pista medesima nella zona a nord, in prossimità della spalla SP1*;
10. esecuzione delle opere di finitura quali pavimentazione definitiva, segnaletica ed opere di mitigazione;
11. esecuzione delle opere di dismissione delle aree di cantiere, ripristino dei luoghi alla vocazione originaria ed alle nuove funzioni ecosistemiche.

23.2. OTTIMIZZAZIONI DEL PROCESSO REALIZZATIVO

Le ottimizzazioni della sequenza realizzativa sono state orientate a ridurre il numero e la durata delle fasi necessarie per il completamento delle opere in progetto, in particolare si prevede:

1) la programmazione delle attività in modo tale che le fasi di varo del nuovo ponte e la demolizione del ponte esistente avvengano nei periodi più opportuni, in base ai cicli di magra o di piena del fiume Po, gestendo all'uopo i margini temporali disponibili;
2) l'esecuzione delle opere fondazionali (definitive e provvisorie) del nuovo ponte, contestualmente alle opere provvisionali propedeutiche al varo (esecuzione del palancolato in sponda destra per la creazione delle banchine di attracco dei pontoni ed adeguamento delle quote per il piano di lavoro del piazzale di assemblaggio degli impalcati);

3) l'assemblaggio contestuale, sul piazzale di cantiere (**area 2**), delle due campate del ponte (vedasi successiva Figura 23-8);

FIGURA 23-8 VISTA GENERALE DELL'AREA DI CANTIERE DURANTE LA FASE DI ASSEMBLAGGIO DEGLI IMPALCATI DEL NUOVO PONTE

4) l'esecuzione delle opere in elevazione (definitive e provvisorie) del nuovo ponte, contestualmente all'esecuzione dell'assemblaggio degli impalcati;

5) l'esecuzione delle operazioni di varo, potenzialmente interferenti con il traffico fluviale, concentrate in due precise sezioni temporali, con limitato impatto temporale sulla navigazione;

6) il completamento della pila P1* e della spalla SP1* entro il termine della demolizione del ponte esistente;

7) la realizzazione della pista ciclabile in golena contestualmente alle fasi di demolizione.

La sequenza proposta e le soluzioni tecniche adottate, consentono di **ridurre le interferenze con le sommità arginali e le viabilità locali** poste in prossimità delle aree d'intervento. In particolare:

1. la realizzazione delle opere di cui al precedente punto 2 consentono di:
   - ✓ deviazione temporaneamente il traffico di via Molinara per l'accesso al borgo Correggio Micheli nel periodo interessato dalla demolizione dell'impalcato in prossimità della pila P1 esistente (cfr. elab cod. 0236E_02100024 "Deviazione provvisoria del traffico di via Molinara per l'accesso al Borgo Correggio Micheli);
   - ✓ rendere nuovamente transitabile via Molinara non appena terminata la demolizione dell'impalcato in prossimità della pila P1 esistente;
   - ✓ garantire una deviazione provvisoria della viabilità privata di accesso, compatibile con l'intera durata del cantiere in prossimità della spalla SP1*;

2. l'ultima campata della pista ciclabile in sponda destra, prevista a sbalzo dalla pila 9, consente di realizzare in tempi rapidi un raccordo con la sommità arginale riducendo le interferenze con la percorribilità del percorso esistente;
3. il sistema di accesso alle aree di cantiere in sponda destra avverrà principalmente dall'argine senza necessità di creare ulteriori ingressi oltre a quello già esistente, ubicato in prossimità dell'attività di trattamento inerti attualmente in essere (in prossimità dell'area 1).

23.3. MODALITÀ DI ASSEMBLAGGIO E VARO DEL NUOVO PONTE

23.3.1. Modalità di assemblaggio delle strutture del ponte

Le modalità realizzative del nuovo doppio ponte ad arco a via inferiore in carpenteria metallica prevedono l'assemblaggio a terra dei due conci (denominati "concio 1" L=149 m e "concio 2" L=180 m) costituenti la struttura principale, in sponda idrografica destra, presso l'area di cantiere allestita ad hoc in corrispondenza dell'attuale area di trattamento inerti dismessa (vedasi anche successiva Figura 23-9).

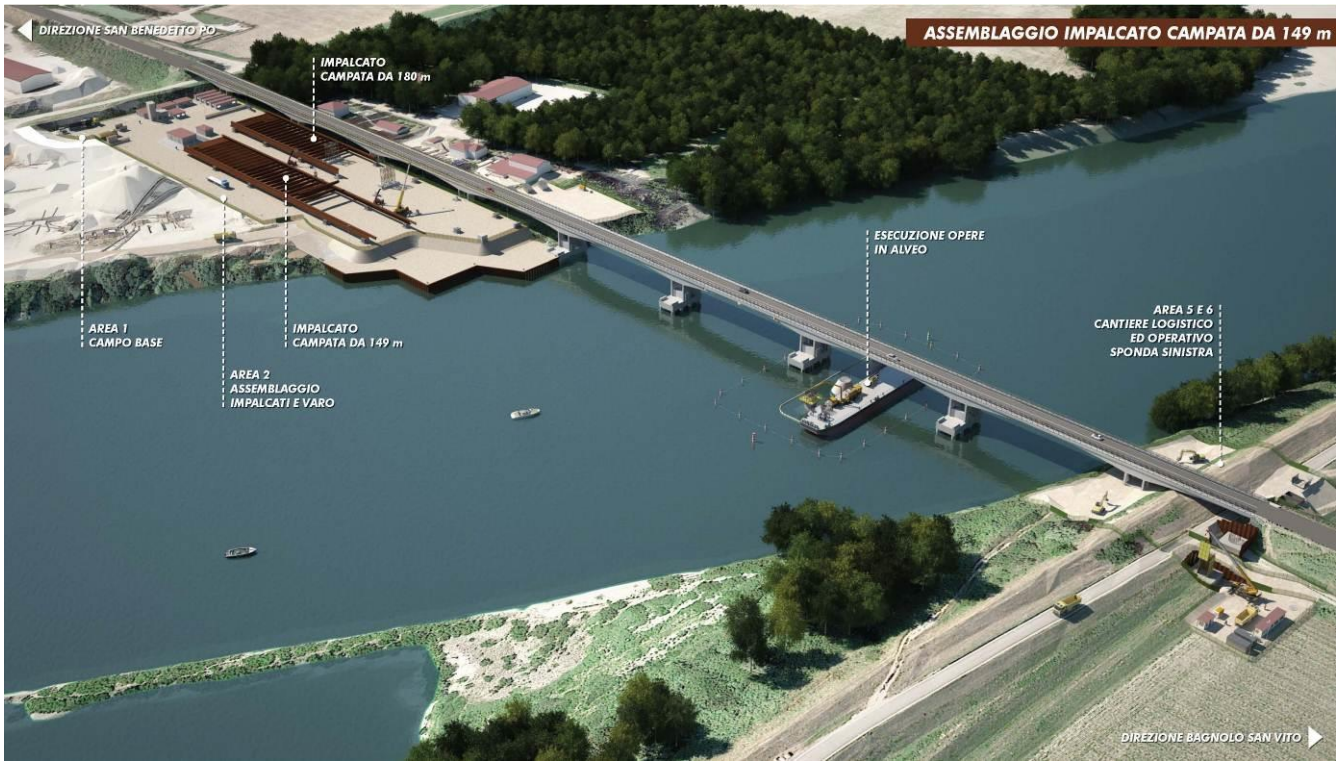


FIGURA 23-9 AREA DI CANTIERE DURANTE L'ASSEMBLAGGIO DEI DUE CONCI DEL NUOVO PONTE.

L'assemblaggio avverrà attraverso saldatura ed imbullonatura delle varie sezioni dei due impalcati, preventivamente trasportate presso l'area di stoccaggio/pre-assemblaggio prevista in sponda destra, poco a valle dell'area di cantiere propriamente detta, nei pressi dell'attuale banchina di ormeggio. Le varie sezioni saranno quindi trasportate mediante automezzi verso l'area di cantiere per le operazioni di realizzazione delle strutture. In tal senso si procederà, su sostegni provvisori, ad assemblare, grazie all'ausilio

di autogrù, l'impalcato (travi tirante, traversi, elementi della piastra ortotropa), gli archi, i pendini ed i dispositivi di controventatura provvisori necessari per le operazioni di movimentazione del ponte e che saranno rimossi al termine delle fasi di varo. Le strutture saranno realizzate mantenendo separati i manufatti relativi alle due campate e prevedendone il posizionamento, in questa fase, parallelamente all'attuale ponte. L'organizzazione sopra illustrata, a fronte di una migliore fruibilità ed organizzazione delle aree di cantiere, consentirà di anticipare il pre-assemblaggio del concio 2.

23.3.2. Modalità di varo del ponte

Per agevolare le operazioni di varo delle strutture, l'area di cantiere confiderà nella esecuzione di una banchina provvisoria (posta alla quota +19.50 m slm) sostenuta da palancole, ad estensione dell'area di cantiere medesima. Tale conformazione risulta essere compatibile con i livelli di piena calcolati in riferimento alla durata delle attività di cantiere e consentirà di ottimizzare le fase di varo mediante l'utilizzo di pontoni. Giunti al completamento a terra delle strutture delle due campate ("concio 1" e "concio 2") la fasistica delle operazioni di varo, che confiderà nella realizzazione preventiva di alcuni elementi strutturali provvisori (pila P2P*, P1P*, spalla SP1P* e sostegni in sponda sinistra P3P*), risulta articolata così come di seguito esposto.

Fase di varo 1a: traslazione su pontone del "concio 1" e trasferimento in posizione provvisoria

A valle del completamento del "concio 1" su sostegni provvisori **si provvederà al suo posizionamento su binari/slitte** (vedasi successiva Figura 23-10) **per la successiva traslazione su pontone galleggiante** da 60 metri.

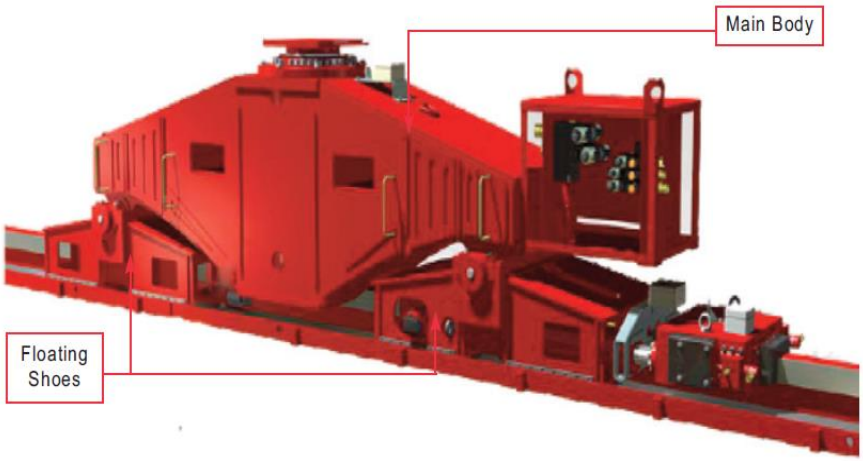


FIGURA 23-10 SISTEMA TIPO SLITTA IDRAULICA/BINARIO

L'impalcato verrà sollevato attraverso l'utilizzo di elevatori idraulici al fine di posizionare, al di sotto dell'impalcato stesso, opportune travi trasversali di sostegno/ripartizione dei carichi, le quali insisteranno su apparecchiature tipo *skid shoes* (slitte idrauliche), a loro volta posizionate su appositi binari (*skid tracks*).

Le slitte saranno corredate da dispositivi *push/pull* e da martinetti idraulici rispettivamente per la movimentazione e per il sollevamento del manufatto trasportato. Tali binari, posizionati longitudinalmente rispetto all'asse del ponte sono previsti al di sotto dell'impalcato sul piazzale principale di cantiere fino al termine della porzione di banchina provvisoria. Lo stesso pontone sarà attrezzato con la medesima tipologia di sistema binari/slitte per favorire l'avanzamento completo del concio sul pontone stesso. La movimentazione del "concio 1" avverrà attraverso un congruo numero di slitte idrauliche che si alterneranno nelle operazioni

di traslazione longitudinale; **l'avanzamento avverrà per tratte elementari** di spostamento, compatibili con il posizionamento delle slitte in relazione sia agli specifici punti di sostegno dell'impalcato che alla lunghezza utile dei vari tratti di binari (discontinuità banchina/pontone), **al fine di consentire la traslazione completa del "concio 1" interamente sul pontone** (vedasi elab. 0236E_02100015A "*Varo del ponte - schemi funzionali delle lavorazioni 1-3*" e successiva Figura 23-11).

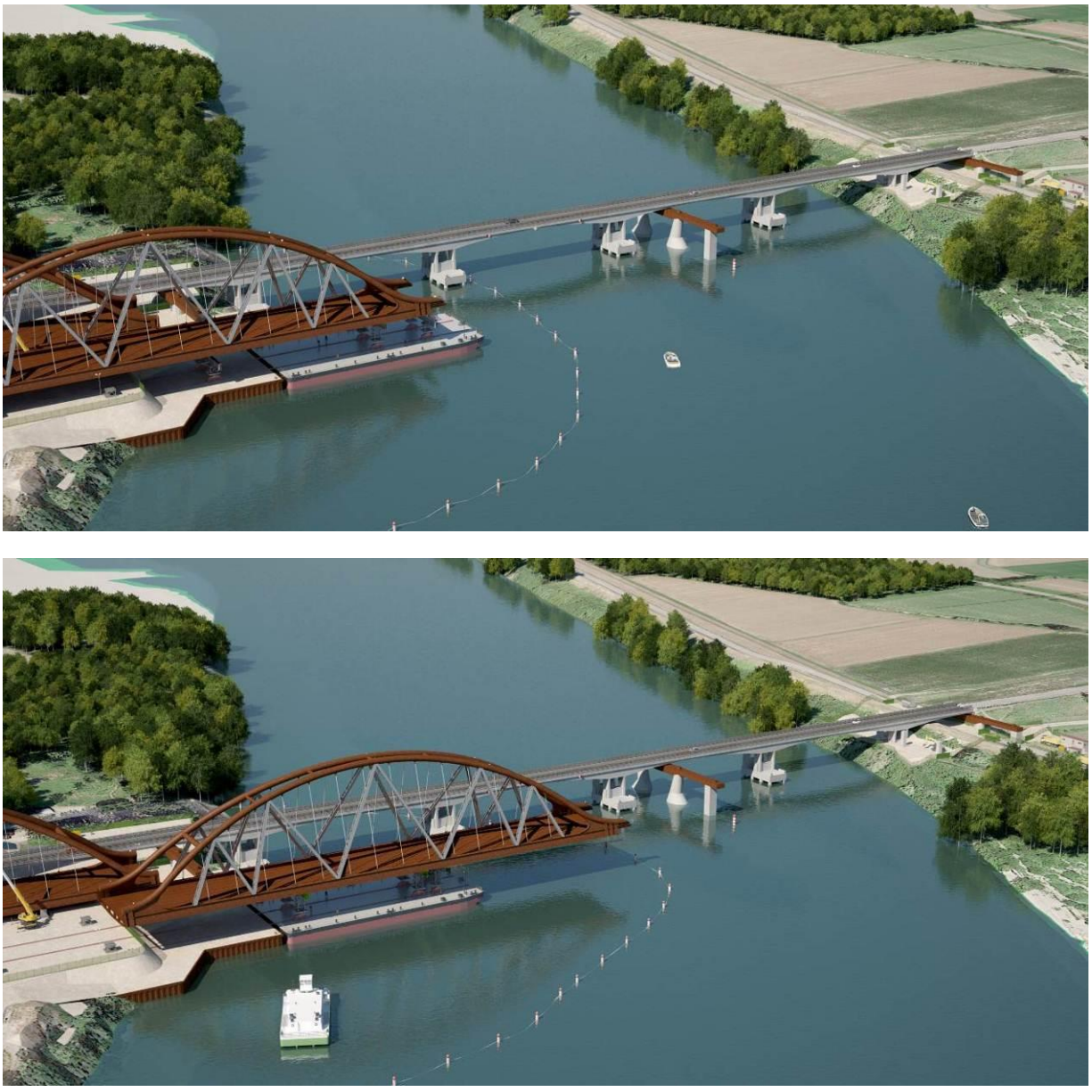


FIGURA 23-11 - FASE 1A: SUB-FASI OPERATIVE DI VARO (TRASLAZIONE DEL "CONCIO 1" SU PONTONE)

L'organizzazione delle operazioni in questa fase di varo permetterà di limitare considerevolmente i periodi di interferenza con l'alveo (rif. elab. 0236E_04010006A *"Cronoprogramma generale dei lavori"*).

Fase di varo 1b: spostamento in alveo del "concio 1", posizionamento su pila provvisoria P1 e sostegni provvisori in sponda sinistra (posizione semi-provvisoria) e traslazione longitudinale in posizione provvisoria.*

Le attività di varo del ponte proseguiranno con lo **spostamento del "concio 1", caricato su pontone, fino al suo posizionamento in posizione semi-provvisoria**. Le operazioni confideranno nel traino in alveo del sistema pontone/concio da parte di spintori fluviali (*river pusher*). **I martinetti idraulici** delle slitte che sostengono il concio sul pontone **consentiranno di regolare la quota dell'intradosso dell'impalcato,** anche in funzione dei livelli idrici, al fine di poter appoggiare la struttura alla pila P1* ed ai sostegni provvisori realizzati preventivamente in sponda sinistra (posizione semi-provvisoria). Al proposito si veda l'elaborato 0236E_02100015A "*Varo del ponte - schemi funzionali delle lavorazioni 1-3*" e la successiva Figura 23-12. **L'organizzazione delle operazioni in questa fase di varo permetterà di ridurre i tempi di limitazione/soggezione alla navigazione del Po**.

FIGURA 23-12 - FASE 1B: SUB-FASI OPERATIVE DI VARO (MOVIMENTAZIONE CONCIO/PONTONE IN ALVEO E POSIZIONAMENTO IN POSIZIONE SEMI-PROVVISORIA)

Successivamente al posizionamento del "concio 1" in posizione semi-provvisoria, esso verrà traslato longitudinalmente in posizione provvisoria, ovverosia in appoggio sulla pila P1* e sulla spalla SP1*, mediante un sistema di funi ed argani localizzati in sponda sinistra. Questa operazione consentirà al "concio 1" di essere allineato, in parallelo, alla posizione che assumerà in via definitiva.

Fase di varo 2: traslazione longitudinale "concio 2" su pontone e spostamento in posizione provvisoria

Contestualmente, **il "concio 2"**, il cui assemblaggio sarà stato nel frattempo terminato, **sarà movimentato mediante lo stesso sistema di slitte/binari** in modo tale da poterne perfezionare il varo longitudinale su pontone da 90 metri. **L'organizzazione delle operazioni in questa fase di varo permetterà di rendere indipendente il varo dei due conci.** Per quanto attiene al "concio 2" si precisa che l'interferenza della porzione provvisoria della pila P2* che realizza il sostegno del concio in sponda destra e che si trova sulla traiettoria che andrà a descrivere l'impalcato sarà superata grazie alla disposizione delle slitte ed alla corsa dei relativi martinetti idraulici consentiranno la movimentazione ed il sollevamento del concio ad una quota tale da non interferire con la struttura della pila. **Il "concio 2" verrà quindi varato longitudinalmente, analogamente a quanto fatto per "concio 1"** mediante un adeguato numero di slitte, fino a che si trovi sostenuto, in corrispondenza dell'appoggio nord, da slitte posizionate sul pontone e, dell'appoggio sud, da slitte posizionate sulla banchina provvisoria (vedasi successiva Figura 23-13).

FIGURA 23-13 - FASE 2: SUB-FASI OPERATIVE DI VARO (TRASLAZIONE LONGITUDINALE "CONCIO 2" SU PONTONE E TRASLAZIONE IN POSIZIONE PROVVISORIA)

Tale configurazione è dettata **dall'ubicazione della pila P2*** nei pressi della sponda, esternamente all'alveo attivo, **rendendo pertanto non necessaria la traslazione completa del manufatto sul pontone.** L'avanzamento del "concio 2" avrà termine con l'appoggio dello stesso sulle strutture provvisorie delle pile P1*e P2*, in adiacenza alla posizione che assumerà in via definitiva (rif. elab. 0236E_02100016A "*Varo del ponte - schemi funzionali delle lavorazioni 2-3*").

Fase di varo 3: traslazione laterale "concio 1" e "concio 2" in posizione definitiva

Al termine della movimentazione del "concio 1" e del "concio 2", essi verranno resi solidali e sarà possibile provvedere alla realizzazione dei raccordi della viabilità ordinaria ex S.S. 413 (vedasi anche successiva Figura 23-14).

FIGURA 23-14 - FASE 3: SUB-FASI OPERATIVE DI VARO (DEVIAZIONE TRAFFICO SU NUOVO PONTE E TRASLAZIONE LATERALE PONTE IN POSIZIONE DEFINITIVA - FOCUS DEVIAZIONE TRAFFICO)

A questo punto potrà realizzarsi la deviazione del traffico su metà carreggiata del nuovo ponte, ancorché in modalità provvisoria, senza che venga mai interrotto il traffico veicolare fra le due sponde del fiume (vedasi successiva Figura 23-15) e potranno essere avviate le operazioni di demolizione della struttura del ponte esistente (vedasi anche successivo paragrafo 23.4) con successivo completamento del pulvino della pila P1* e della spalla SP1*, una volta rimosse le interferenze generate dall'impalcato esistente.

FIGURA 23-15 – RAPPRESENTAZIONE VIRTUALE DELLA DEVIAZIONE PROVVISORIA DELLA EX S.S.413 LATO NORD

L'ultima fase di varo del ponte si realizzerà istituendo l'interruzione del traffico sulla ex S.S. 413 per una durata prevista di 18 giorni. In assenza del traffico veicolare si provvederà alla rimozione dei collegamenti provvisori del nuovo impalcato con la viabilità e potrà essere avviata la fase di varo laterale del ponte in posizione definitiva. Tale operazione confiderà nel posizionamento preventivo di sistemi di binari/slitte sui pulvini provvisori/definitivi. A valle dello spostamento in asse alle nuove pile ed alla nuova spalla, l'impalcato sarà calato sugli appoggi definitivi.

Infine si procederà alla demolizione delle strutture provvisorie di pile e spalla (denominate P1P*, P2P* e SP1P*) ed alla rimozione delle controventature provvisorie, al posizionamento della trave tampone per il raccordo fra il lato sud del nuovo ponte e l'impalcato esistente in sponda destra (campata n.6), **ed alle opere di finitura del ponte stesso** (pavimentazioni definitive, segnaletica, illuminazione,...), **con possibilità di riapertura al traffico della ex S.S. 413** (rif. elab. 0236E_02100017A "*Varo del ponte - schemi funzionali delle lavorazioni 3-3*")**.** L'organizzazione delle operazioni in questa fase di varo permetterà, come detto, una **sensibile riduzione dell'impatto sul traffico medio-leggero, che continuerà ad essere assicurato per quasi tutto il periodo dei lavori**, ancorché in condizioni di limitazione della velocità ma in assoluta sicurezza della circolazione stradale.

Per quanto attiene al **ponte ciclopedonale** in affiancamento al ponte attuale ed in prosecuzione del percorso ciclopedonale del nuovo ponte, questo verrà realizzato a piè d'opera all'interno dell'area di cantiere e **varato lateralmente mediante autogrù previa realizzazione delle pile dedicate**, allineate con le pile del ponte stradale esistente così da non incrementare l'ostacolo al deflusso della piena in golena.

23.4. DEMOLIZIONE DEL PONTE ESISTENTE

La demolizione del ponte esistente afferisce alla parte compresa fra la spalla 1 (in sinistra idrografica) e la pila P5 (prima pila in golena sulla destra idrografica del fiume).

Tale fase operativa potrà iniziare solo dopo il varo del ponte di progetto in posizione provvisoria, in affiancamento dell'impalcato esistente, ed il completamento dei raccordi della viabilità ordinaria ex S.S. 413. Raggiunta tale configurazione provvisionale, sarà possibile realizzare la deviazione del traffico veicolare sul nuovo ponte con la conseguente chiusura dell'omologo tratto da demolire.

Si procederà quindi alla fresatura di tutto il conglomerato bituminoso, all'asportazione dei giunti di dilatazione, del guard-rail e della segnaletica verticale, mentre, per questioni di sicurezza, il parapetto verrà rimosso in progress con l'avanzamento dello smantellamento dell'impalcato stesso.

Successivamente si darà inizio alla demolizione ed asportazione dell'impalcato iniziando dalla sponda in sinistra idrografica (lato Bagnolo San Vito), procedendo verso la golena in destra idrografica (lato San Benedetto Po). La durata complessiva della demolizione del ponte è stata stimata in 67 giorni lavorativi (vedasi anche elab. 0236E_06020002 del Progetto Esecutivo "*Cronoprogramma delle fasi di smantellamento*").

Fase 1: Rimozione trave tampone e demolizione impalcato e fusto - Pila 1.

L'asportazione della trave tampone fra le pile P1 e P2 avverrà mediante l'ormeggio, ad intradosso della stessa, del pontone sul quale troveranno collocazione quattro **torrette telescopiche** (Figura 23-16), aventi lo scopo di sorreggere le porzioni oggetto di demolizione.

Grazie all'ancoraggio alle torrette, la movimentazione del materiale sezionato risulterà più sicura, in quanto è garantito il contro-bilanciamento dei carichi.

La stessa movimentazione diventerà più agevole ed efficace, in quanto la torretta estendendosi, fino a 8.60m dal piano del pontone, permetterà il sollevamento della trave tampone; il successivo abbassamento sarà garantito fino ad una quota inferiore rispetto all'intradosso del ponte di progetto, permettendo di sottopassarlo senza il rischio di alcuna interferenza. Il materiale una volta sezionato sarà trasportato, tramite pontone, nell'area di caratterizzazione.

FIGURA 23-16: POSIZIONE PROVVISORIA NUOVO PONTE E DEMOLIZIONE PONTE ESISTENTE FASE 1 (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100011A)

L'operazione proseguirà con la demolizione delle travi a cassone a sbalzo (lato fiume) operando con sega a filo diamantato (Figura 23-17) in grado di sezionare, direttamente dall'impalcato del vecchio ponte, una porzione di trave, precedentemente messa in sicurezza con autogru a traliccio. Questa tecnologia sostituisce la pinza idraulica a cesoia, con il grande vantaggio di ottenere del materiale sezionato, limitato al minimo necessario per essere trasportato via fiume.

FIGURA 23-17: TORRETTE TELESCOPICHE E SEZIONAMENTO CON SEGA A FILO DIAMANTATO (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100012A)

La demolizione di queste travi a sbalzo sarà preceduta da un puntellamento provvisorio del controsbalzo a terra, in prossimità dell'argine, in modo tale da evitare carichi eccessivi non controbilanciati. Inoltre, l'eventuale materiale da demolizione che potrebbe cadere in acqua, comunque minimizzato grazie alla tecnica di sezionamento con filo diamantato, sarà intercettato grazie alla realizzazione di un impalcato provvisionale posizionato tra sponda e pontone (Figura 23-18).

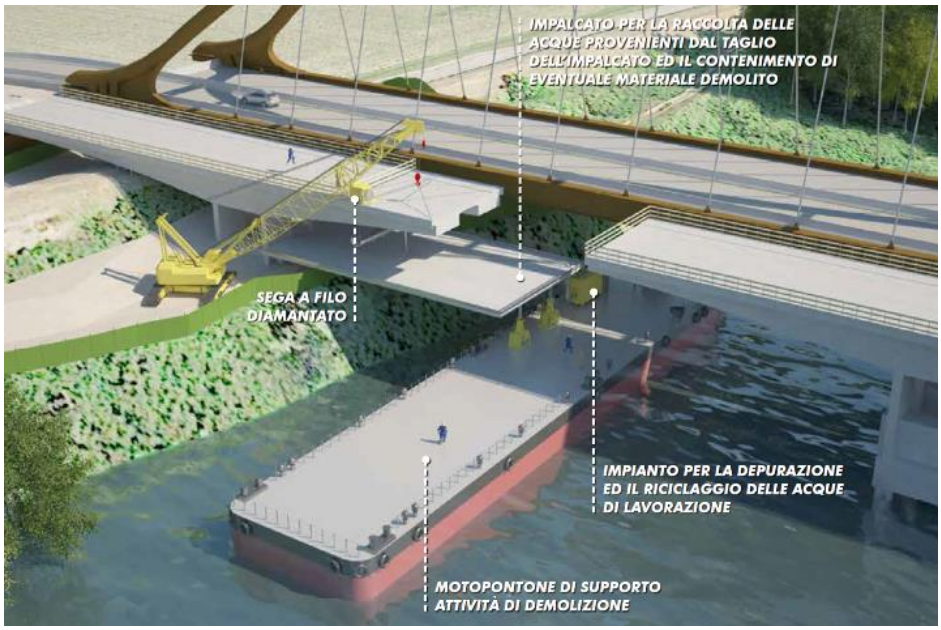


FIGURA 23-18 DEMOLIZIONE TRAVE A CASSONE A SBALZO CON SEGA A FILO DIAMANTATO (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100018A)

Alle operazioni di sezionamento e riduzione volumetrica svolte tramite filo diamantato sarà associata la bagnatura continua dell'area di taglio, tecnica che minimizza sensibilmente la formazione di polveri.

Inoltre i conci risultanti, di grosse dimensioni, verranno opportunamente irrorati con acqua nebulizzata in caso di condizioni atmosferiche sfavorevoli.

Le acque di lavorazione, generate dalle operazioni di sezionamento dell'impalcato con filo diamantato, saranno raccolte e convogliate all'interno dell'impianto mobile di trattamento acque collocato sul pontone che permetterà, tramite un processo di separazione delle particelle solide, di chiarificare le acque di lavorazione entro i limiti imposti da normativa (Figura 23-19).

Infine per contenere eventuali sversamenti accidentali, verranno predisposte panne assorbenti nell'area di intervento in alveo, grazie alle quali sarà possibile intercettare rapidamente l'eventuale rilascio di sostanze potenzialmente inquinanti. Inoltre, per ulteriore sicurezza, saranno posate boe delimitanti l'area di intervento in alveo (Figura 23-21).

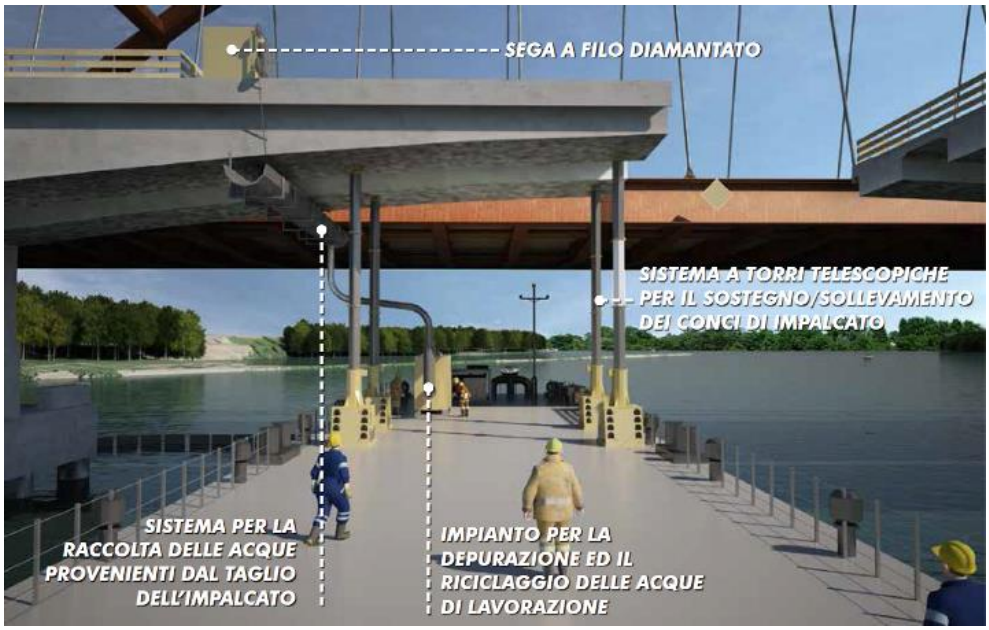


FIGURA 23-19: RACCOLTA E COLLETTAMENTO DELLE ACQUE DI LAVORAZIONE ALL'INTERNO DELL'IMPIANTO MOBILE DI TRATTAMENTO (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100012A)

Fase 2: Rimozione trave tampone e demolizione impalcato - Pila 2

L'asportazione della trave tampone fra Pila 2 e Pila 3 (Figura 23-20) sarà effettuato con la medesima procedura già indicata nella fase 1. Relativamente all'impalcato, la demolizione sarà eseguita con sezionamento ed asportazione per porzioni successive delle travi a cassone dell'impalcato più la relativa soletta, in porzioni di peso non superiore ai 180 ton, procedendo in parallelo sia a dx che a sx pila in modo simmetrico con due pontoni, al fine di controbilanciare i carichi (Figura 23-21).

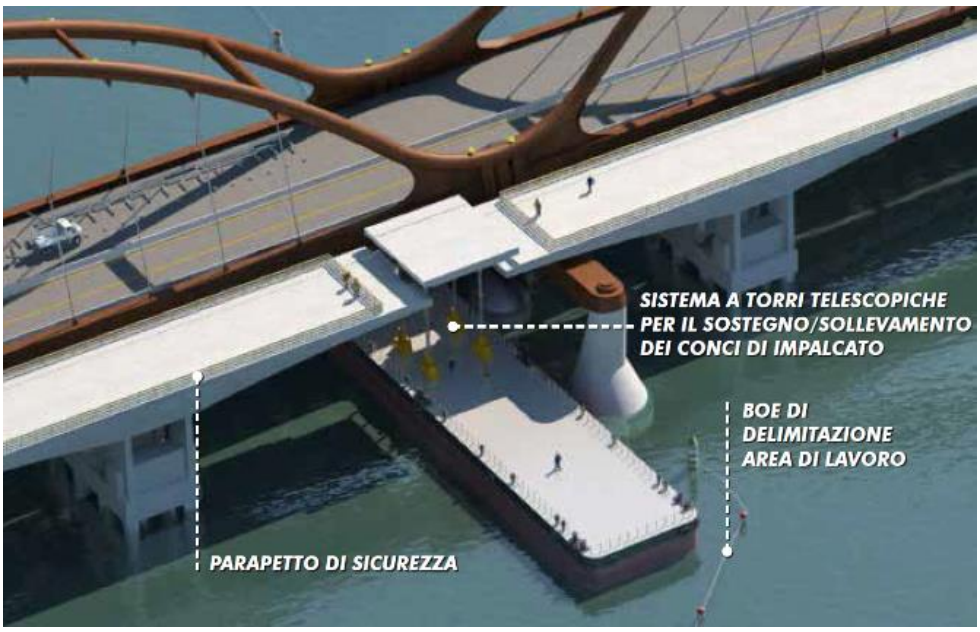


FIGURA 23-20: RIMOZIONE TRAVE TAMPONE IN ALVEO (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100019A)

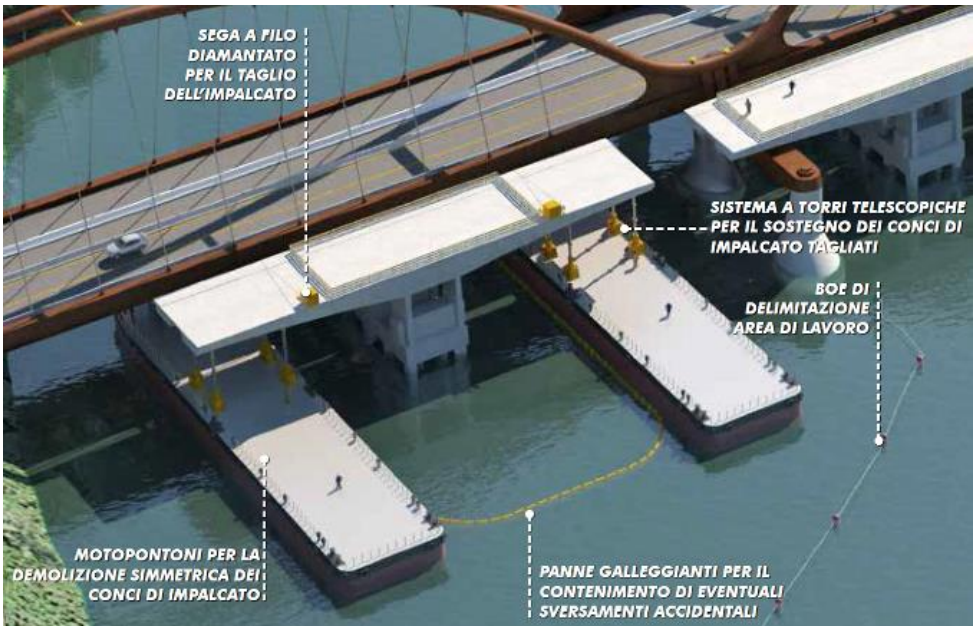


FIGURA 23-21: DEMOLIZIONE DELLE TRAVI A CASSONE CON DUE PONTONI IN PARALLELO (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0236E_02100019A)

Ciascun pontone sarà attrezzato con quattro torrette telescopiche per la messa in contrasto della porzione da sezionare; l'operazione proseguirà con il sezionamento tramite sega a filo diamantato e successiva asportazione che sarà eseguita abbassando gli organi estendibili della torretta in modo contemporaneo a dx e sx, al fine di evitare squilibrio negli sbalzi. Questa operazione sarà ripetuta fino alla rimozione completa delle travi a cassone. Per quanto riguarda il sezionamento della soletta centrale dell'impalcato.

Fase 3: Rimozione trave tampone e demolizione impalcato - Pila 3

L'asportazione della trave tampone fra Pila 3 e Pila 4 sarà effettuata con la medesima procedura già indicata nella fase 1. Il sezionamento e l'asportazione della prima porzione di impalcato in destra idrografica sarà realizzato mediante l'impiego di sega a filo diamantato e di pontone attrezzato con le solite quattro torrette. L'operazione di sezionamento sarà preceduta dal puntellamento provvisorio del controsbalzo sulla nuova pila in alveo P1*, già parzialmente realizzata in questa fase dei lavori; questo consentirà di evitare carichi eccessivi non controbilanciati (Figura 23-22).

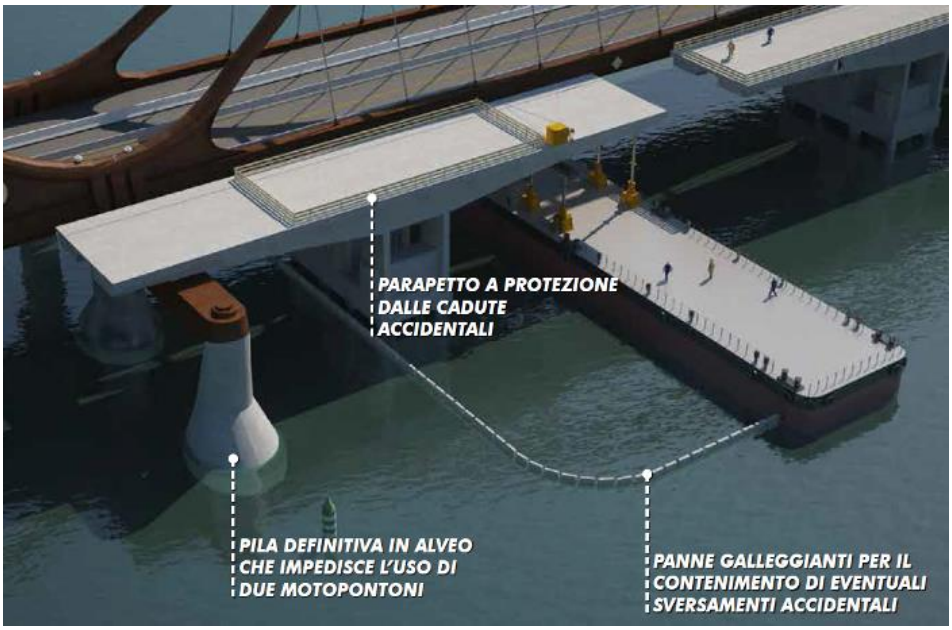


FIGURA 23-22: SEZIONAMENTO PRIMA PORZIONE D'IMPALCATO IN DESTRA IDROGRAFICA (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0236E_02100019A)

Le lavorazioni potranno continuare con la demolizione della porzione di impalcato che ricade in corrispondenza della nuova pila P1*, la presenza della quale richiede la predisposizione di due pontoni da affiancare alla pila stessa e da collegare con impalcato metallico provvisionale. Questo assolverà la funzione di trattenere anche quella porzione limitata di materiale che altrimenti potrebbe cadere in acqua durante la fase di taglio. La presenza della pila P1* impedisce, in questa particolare fase, di utilizzare le torrette telescopiche per ancorare e movimentare il materiale sezionato, quindi, tale limite sarà superato utilizzando una gru caricata sul pontone, posto in sinistra idrografica rispetto alla pila stessa. L'ausilio della gru permetterà inizialmente di trattenere, in posizione stabile, la porzione di impalcato durante la fase di taglio che avverrà sempre con sega a filo diamantato e, successivamente, di calare in sicurezza il materiale sezionato sul pontone. A questo punto la porzione di implacato e di soletta centrale ancora da demolire risulteranno simmetrici rispetto alla Pila 3, quindi si provvederà ad operare come già descritto per la precedente fase 2, in cui si presenta la medesima situazione.

Fase 4: Rimozione trave tampone e demolizione impalcato - Pila 4

Le operazioni previste in questa fase rispecchiano precisamente quelle descritte per la fase 2, in quanto la porzione di impalcato da demolire risulta identico a quello della Pila 2.

Fase 5: Rimozione trave tampone, demolizione impalcato, fusto, fondazioni e pali - Pila 5

Le operazioni di questa fase rispecchiano in modo speculare quelle della fase 1, relativamente alla demolizione della trave tampone e dell'impalcato (Figura 23-23), per lo stesso motivo pocanzi citato. Invece, per quanto riguarda la demolizione del fusto, del basamento di fondazione e dei pali di sottofondazione si opererà inizialmente imbragando l'elemento da sezionare mediante autogru a traliccio, successivamente sezionando con pinza idraulica a cesoia ed in fine caricando su pontone per il conferimento via fiume all'area di caratterizzazione. Per la demolizione dei pali di sottofondazione si eviterà l'impiego di micro cariche esplosive taglianti.

I pali di sottofondazione saranno tagliati poco al di sotto della superficie della scarpata spondale, per poi essere ricoperti dalla difesa in massi, come presidio idraulico della scarpata stessa. Anche in questa fase, tutto il materiale sarà conferito via fiume all'area di prima caratterizzazione.

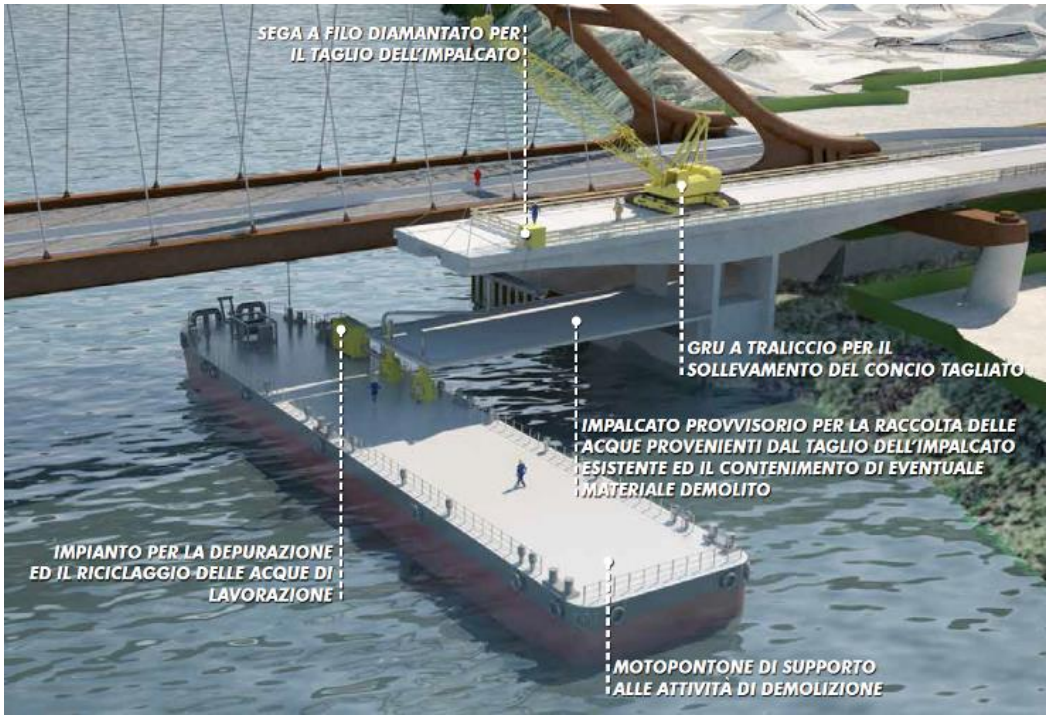


FIGURA 23-23: DEMOLIZIONE IMPALCATO DELLA CAMPATA 5 (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100020A)

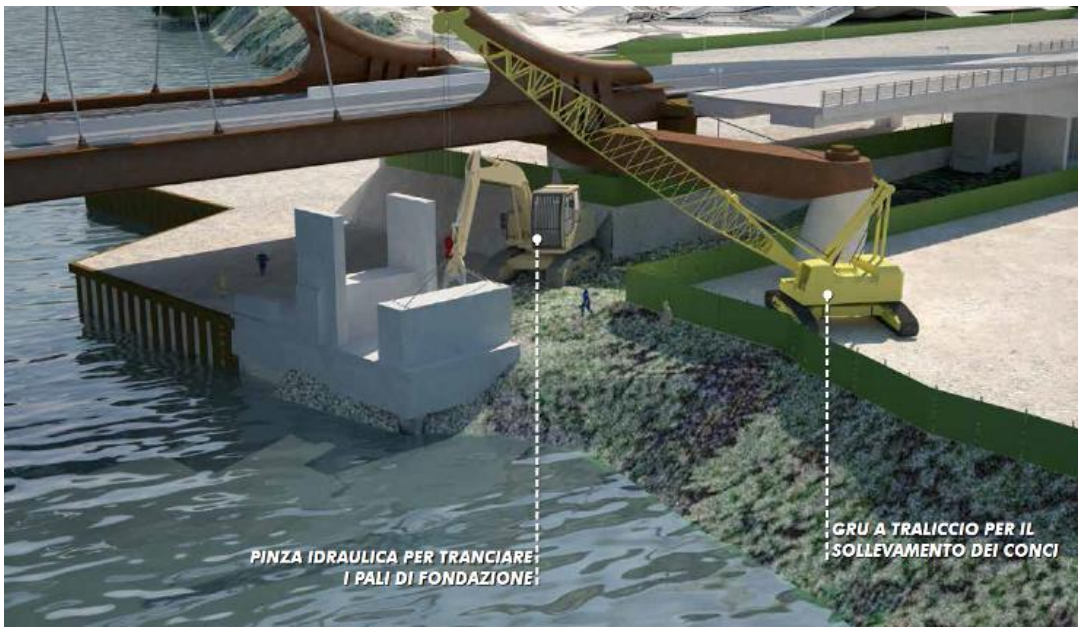


FIGURA 23-24: DEMOLIZIONE DEL FUSTO, DEL BASAMENTO DI FONDAZIONE E DEI PALI DELLA PILA 5 (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100020A)

Fase 6: Demolizione fusti, fondazioni e pali – Pila 2, 3 e 4

Successivamente al calo sugli appoggi del nuovo ponte, saranno riprese le operazioni di smantellamento della parte residua delle pile. La demolizione dei fusti sarà realizzato previo carotaggio degli stessi nella parte alta, con formazione di foro F80 cm per il passaggio di putrelle a doppio T in appoggio alle torrette telescopiche, predisposte sui due pontoni posti lateralmente. Questi ultimi provvederanno al trasferimento a terra dei fusti a seguito della separazione dai traversi di collegamento ed al taglio al piede dei montanti.

Preliminarmente alla rimozione dei fusti, essi dovranno essere separati dai traversi di collegamento. Quindi una volta rimossi i fusti, sempre operando con due pontoni opportunamente ormeggiati affiancati, si imbragheranno i traversi per il trasporto nell'area di caratterizzazione.

La demolizione del basamento di fondazione (Figura 23-25) e dei pali di sottofondazione (Figura 23-26) sarà realizzato come descritto nella fase 5: imbragaggio dell'elemento da sezionare mediante autogru a traliccio, successivo taglio con pinza idraulica a cesoia ed in fine caricamento su pontone per conferimento via fiume all'area 4.

FIGURA 23-25 DEMOLIZIONE DEL BASAMENTO DI FONDAZIONE (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100021A)

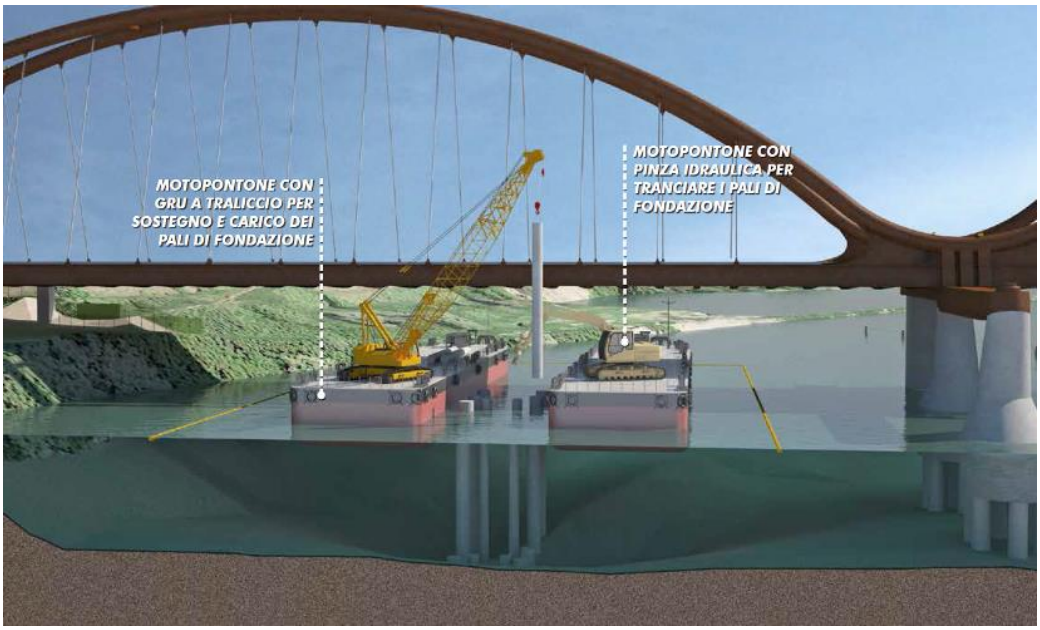


FIGURA 23-26 DEMOLIZIONE DEI PALI DI SOTTOFONDAZIONE (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100021A)

Anche in questo caso sarà evitato l'utilizzo di micro cariche esplosive taglianti certamente impattanti sull'ambiente acquatico. I pali di sottofondazione saranno demoliti al di sotto del fondo alveo, lasciando comunque in loco la porzione più profonda. Questa scelta garantirà, in breve tempo, il rimodellamento naturale del fondo a seguito del trasporto solido della sabbia compiuto dalla corrente.

Le operazioni descritte sono puntualmente confermate anche per la rimozione delle pile n. 2, 3 e 4 fino alla demolizione totale del tratto di ponte oggetto di demolizione.

23.4.1. Trasporto e smaltimento del materiale da demolizione

Il materiale derivante dal sezionamento dell'impalcato, delle pile e delle fondazioni, costituito prevalentemente da calcestruzzo armato e conglomerato cementizio sarà trasportato tramite pontone (Figura 23-27 e Figura 23-28) nell'area 4 dove sarà eseguita una prima riduzione volumetrica.

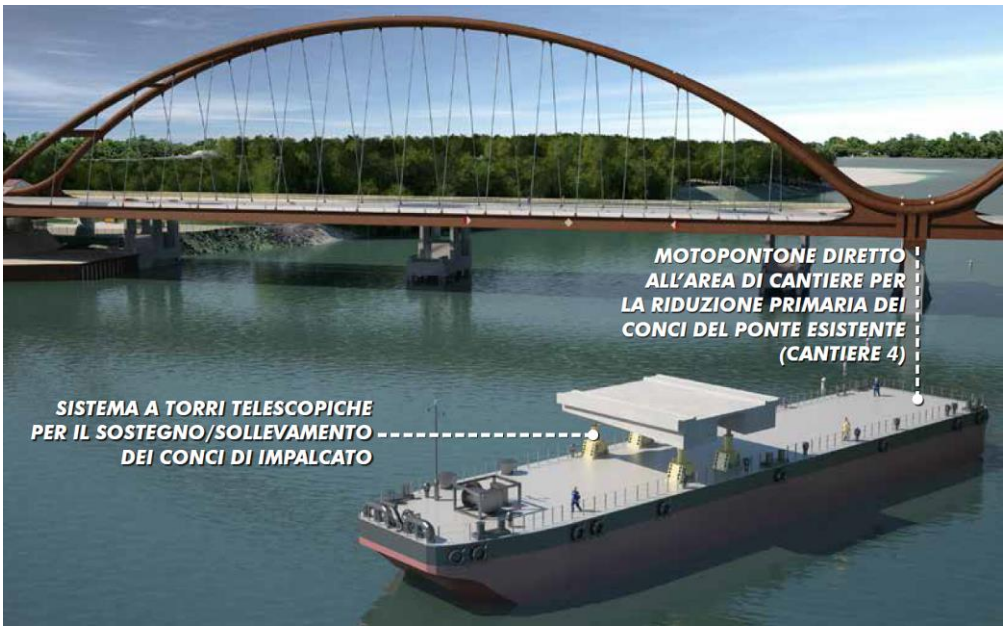


FIGURA 23-27: TRASPORTO VIA FIUME PRESSO L'AREA 4 (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100013A)

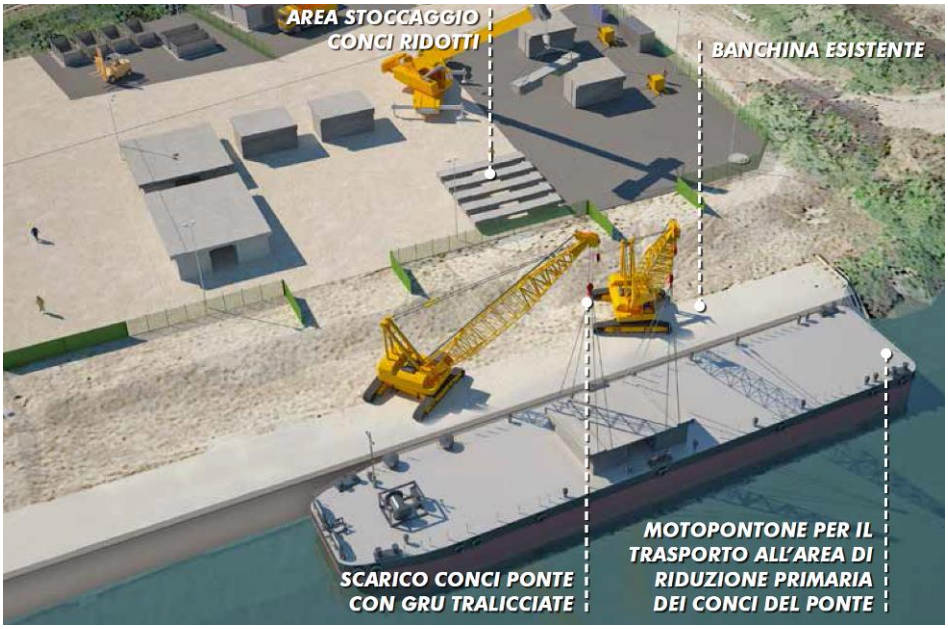


FIGURA 23-28: DETTAGLIO ATTRACCO BANCHINA CON PONTONE (ESTRATTO DALL'ELABORATO 0229D_02100022A)

Le modalità di gestione del materiale derivante dalle lavorazioni sono dettagliate nel precedente capitolo 22