Fiume Mincio
Opere idrauliche di II categoria
MN-E-394-M
CUP: **B64H15000070002**
CIG:

AIPo
Agenzia Interregionale per il fiume Po

Regione Lombardia

Progetto Definitivo / Esecutivo

Lotto **A**

ELABORATO
Relazione generale

UBICAZIONE OPERE
Comune di Mantova
Località Ponte dei Mulini

DATA: Agosto 2018
AGG. -

SCALA:
-

COMMITTENTE
AIPO - Ufficio operativo di Mantova
Vicolo Canove, 26 - 46100 Mantova
tel. + 39 0376320461
fax. + 39 0376320464
e-mail: ufficio-mn@agenziapo.it

Lavori di ripristino funzionale del manufatto a sostegno del Lago Superiore denominato "Vasarone", a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012

Raggruppamento temporaneo d'impresa
POLARIS - STUDIO ASSOCIATO
HYDRODATA S.p.a.
ENGEO S.r.l.
SAP S.r.l.

Legale rappresentante della Capogruppo R.T.I.
Ugo Bel
Dott. Ing.
N. 646

Responsabile unico del procedimento
Ing. Ivano Galvani

Il Coordinatore alla Progettazione
Ing. Marcello Moretti

Assistente
Dott. Paolo Michelini

1

SOMMARIO

1. Premesse e motivazioni dell'intervento 3

2. Cenni storici 6

3. Inquadramento urbanistico, vincoli, conformità urbanistica e paesaggistica 8

3.1. Inquadramento del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano di Gestione del rischio Alluvioni (PGRA) 8
3.1.1. Compatibilità idraulica del progetto 12
3.2. Piano Territoriale Regionale (PTR) e Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) 12
3.3. Piano Territoriale di Coordinamento del Parco del Mincio 13
3.4. Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova 15
3.5. Piano di Governo del Territorio del Comune di Mantova 18
3.6. Classificazioni stradali 22
3.7. Piano di Zonizzazione acustica 23
3.8. Il Sito di Interesse Nazionale 25

4. Autorizzazioni, intese, pareri, nulla osta, assensi comunque denominati preordinati alla realizzazione del progetto 27

5. Descrizione del progetto 30

5.1. Lo stato attuale 30
5.1.1. Lo stato di conservazione 35
5.1.1.1. Opere di regolazione idraulica 35
5.1.1.2. Manufatto di scarico 38
5.1.1.3. Edificio di contenimento della paratoia principale 42
5.1.1.4. Aree esterne di valle 46
5.1.1.5. Aree esterne di monte 50
5.2. Interferenze 57
5.3. Gli interventi in progetto 59
5.3.1. La fase di analisi 59
5.3.2. Le scelte progettuali 60
5.3.3. La descrizione degli interventi 60
5.3.3.1. Opere di regolazione idraulica 61
5.3.3.2. Manufatto di scarico 76
5.3.3.3. Edificio di contenimento della paratoia principale 79
5.3.3.4. Aree esterne di valle 81
5.3.3.5. Aree esterne di monte 82
5.4. Risoluzione delle interferenze 84

6. Impianto di cantiere e dotazioni di sicurezza 86

6.1. Organizzazione del cantiere – Lotto A....86
6.2. Organizzazione del cantiere – Lotto B....90
6.3. Bonifica da ordigni bellici inesplosi....94

7. Tempi presunti per la costruzione dell'opera 95

8. Stima dei costi e quadro economico....96

1. Premesse e motivazioni dell'intervento

Il manufatto di scarico denominato "Vasarone" è l'opera principale di regolazione dei livelli del Lago Superiore (17.50÷17.80 mslm) e scarico delle acque del Mincio nel Lago di Mezzo e Inferiore (14.20/14.50÷17.50 mslm) ed è opera strategica per la sicurezza della città di Mantova nel contesto dell'articolato complesso "**sistema della difesa idraulica della città di Mantova**", opera realizzata dall'ex Genio Civile poi Magistrato per il Po. Esso è classificato quale "Opera di difesa idraulica di IIª categoria" ai sensi del R.D. n. 523 del 25/07/1904.

Lo sbarramento idraulico denominato "Ponte dei Mulini" fu ideato dall'ingegnere bergamasco A. Pitentino, realizzato inizialmente tra il 1188 e il 1198 conclusosi nel 1230 era dotato di 12 mulini azionati dal salto d'acqua e coperti nel 1417. L'opera generò nelle varici del Mincio il lago Superiore ed i laghi di Mezzo e Inferiore. L'opera, restaurata nel 1600 e tra il 1744-1758 da Maria Teresa d'Austria, sopravvisse fino al 1944 quando un bombardamento aereo distrusse completamente la ferrovia e la parte iniziale e centrale del ponte costituito dai mulini. Il tratto iniziale col "Vasarone" e la ferrovia furono ricostruiti nel dopo guerra con l'intero sbarramento. Il "Vasarone" fu adeguato idraulicamente dopo la grande piena del 1951 nel contesto della succitata realizzazione del "sistema della difesa idraulica della città di Mantova".

Oggi il complesso del "Vasarone" è costituito da tre elementi principali:

- a valle, il manufatto idraulico di scarico vero e proprio, costituito da tre luci, con portate dagli ordinari 12÷20 mc/sec fino a 78÷80 mc/sec. Esso ha la configurazione conseguente all'ammodernamento realizzato dopo il bombardamento del 1944 e la piena del 1951 ed è prevalentemente in muratura. Superiormente vi transita la ex S.S. 62 "Cisa", prima ANAS attualmente di competenza del Comune di Mantova.
- centralmente il ponte ferroviario, contiguo al manufatto idraulico, di nuova realizzazione nel dopo guerra prevalentemente in c.a. e acciaio. Dalle ricerche storico – documentali emerge che anteriormente al bombardamento del 1944 il tracciato ferroviario, da sponda a sponda, era costituito un ponte tradizionale in acciaio su pile successivamente sostituito da un tracciato prevalentemente su rilevato con i due ponti a luce singola costituiti rispettivamente dal passaggio sul "Vasarone" e sulla "Vasarina" - competenza Ferrovie dello Stato, compartimento di Verona.
- a monte la passerella ciclopedonale di recentissima realizzazione (anni '90): pali in c.a. infissi, struttura in acciaio (rimovibile), competenza Comune di Mantova.

Negli anni 1998/2004, nell'ambito dei "lavori di ristrutturazione della difesa idraulica della città di Mantova" in concessione ATI Pizzarotti & C, Magistrato Po/AIPO, era già previsto nel secondo lotto l'intervento 3 - "Ristrutturazione e miglioramento Vasarino e Vasarone", al fine di consolidare e ristrutturare i due manufatti che presentavano problemi di conservazione materica, adeguamento strutturale e manutenzione agli impianti delle paratoie. Durante i sopralluoghi effettuati al "Vasarone" già allora si poté constatare un avanzato degrado materico della componente muraria con la necessità di consolidamenti e ripristini anche strutturali. In tale sede emerse anche la necessità di garantire una doppia sicurezza agli organi meccanici per assicurare in ogni evenienza la possibilità di effettuare le manovre di regolazione in sicurezza, considerata l'importanza strategica del manufatto per la sicurezza della città. L'intervento purtroppo non fu eseguito per il contenzioso scaturito con l'impresa che portò alla rescissione del contratto.

Gli eventi sismici del maggio 2012 hanno evidenziato un quadro fessurativo significativo, un malfunzionamento con blocco parziale dei movimenti delle paratoie delle luci inferiori e gravi criticità su quella di luce superiore, infine un degrado materico elevato soprattutto delle volte e delle strutture murarie.

L'evento sismico, congiuntamente con la nuova sensibilità raggiunta oltre che con il quadro normativo recente e le specificazioni normative regionali sia di settore che relative ai finanziamenti, ha evidenziato l'urgenza di mettere in sicurezza l'opera non solo dal punto di vista conservativo, materico e funzionale delle apparecchiature, come previsto dal progetto del 1998-2004 ma soprattutto la necessità inderogabile di verificarne la sicurezza sismica tramite una preventiva valutazione di vulnerabilità e classificazione al rischio sismico.

Quindi nell'ambito dei lavori di rispristino funzionale del manufatto a sostegno del Lago Superiore denominato "Vasarone", a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, ubicato in località Ponte dei Mulini in Comune di Mantova (MN-E-394-M), l'Ente gestore si è posto i seguenti obiettivi prioritari:

- ristrutturazione dell'opera, le cui condizioni di funzionalità e sicurezza sono state gravemente compromesse dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, per renderne possibile la piena funzionalità, il relativo recupero statico, idraulico ed architettonico;
- la messa in sicurezza secondo quanto prescritto dalla normativa vigente rispetto alle sollecitazioni di tipo sismico (adeguamento sismico);
- la perfetta funzionalità idraulica delle paratoie di regolazione, essenziale per il controllo dei livelli idrici del Lago Superiore, a tutela della sicurezza della città rispetto alle condizioni di piena che possono interessare il fiume Mincio e il sistema idrografico minore che in esso recapita.

Per il perseguimento degli obiettivi sopra esposti nel minor tempo possibile l'Ente gestore ha disposto il frazionamento del progetto in due lotti funzionali in modo tale da sottoporli a percorsi approvativi con tempistiche differenziate. Il primo lotto, in seguito denominato "**Lotto A**", prevede la realizzazione di tutte le opere propedeutiche al prosciugamento provvisorio dei canali di scarico e la sostituzione delle paratoie di entrambe le luci minori. Il secondo lotto, in seguito denominato "**Lotto B**", prevede la sostituzione della paratoia della luce principale, gli interventi di adeguamento sismico e di recupero materico del manufatto, oltre a tutte le opere di sistemazione esterna.

L'intervento, resosi necessario a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, è stato suddiviso in due lotti funzionali, rispettivamente il "**Lotto A**" ed il "**Lotto B**", sia per necessità operative/funzionali sia per minimizzare i tempi e le fasi esecutive.

L'intervento dovrà infatti garantire per tutta la fase realizzativa dei lavori il continuativo e costante deflusso e gestione della regimazione delle acque del fiume Mincio.

L'intervento è stato suddiviso in due lotti a seguito degli ulteriori malfunzionamenti gravi manifestatisi recentemente sulla paratoia centrale. È stato pertanto deciso di realizzare in via prioritaria e urgente il "**Lotto A**" inerente il ripristino funzionale dello scarico delle due luci minori del manufatto di sostegno mediante la sostituzione delle due paratoie, in quanto necessariamente prioritario, assai più rapido e semplice, sia dal punto di vista realizzativo che autorizzativo. In tal modo si garantisce un minimo e adeguato deflusso di sicurezza.

Il "**Lotto B**", inerente il ripristino funzionale della luce maggiore del manufatto di sostegno mediante la sostituzione della paratoia, deve necessariamente essere preceduto dagli interventi di adeguamento sismico e recupero sia del manufatto idraulico interrato che del soprastante edificio di contenimento degli organi meccanici con fasi e lavorazioni realizzative obbligatoriamente consequenziali, assai più complesse e dispersive, come più articolata risulta anche la fase autorizzativa.

L'intervento in tal modo garantisce la massima efficienza operativa oltreché rapidità esecutiva e autorizzativa.

L'opera nel suo complesso, come illustrato nella relazione generale, oltreché garantire il ripristino dei livelli di sicurezza sismica, idraulica sia di deflusso che di gestione del sostegno, risulta anche migliorativa per gli aspetti ambientali in quanto, ottimizzando qualitativamente la gestione della regimazione e regolazione delle acque dell'intero bacino sostenuto del fiume Mincio, si inducono strategici e rilevanti vantaggi ambientali sull'intero sistema fluvio-lacuale del fiume Mincio, dei laghi di Mantova e del correlato habitat naturale.

Infine si deve precisare che la frammentazione in due lotti garantisce di poter intervenire non solo nei periodi ottimali di minor rischio idraulico, ma anche in quelli a minor impatto sul sistema naturale. Il cantiere infatti può essere frammentato e garantire pertanto di non avere alcuna incidenza significativa sui SIC – ZPS interessati, anche per il fatto che esso rimarrà concentrato nelle aree attuali di competenza operativa di AIPO, tutte ricomprese tra le infrastrutture esistenti e costituite dalle due ciclabili di valle e monte oltreché dalla linea ferroviaria e dalla ex S.S. 62 "Cisa", queste ultime assai trafficate e sorgenti continuative e determinanti del livello di disturbo sul sistema naturale.

La relazione è stata impostata per descrivere in modo completo lo stato di fatto e il quadro vincolistico in cui ricade il manufatto; successivamente sono stati descritti separatamente gli interventi afferenti i due lotti.

2. Cenni storici

Per una più approfondita narrazione degli eventi storici riguardanti il ponte "dei Mulini" e il "Vasarone" si rimanda allo specifico elaborato.

In sintesi, nel 1188, venne dato inizio ai lavori della costruzione del Ponte dei Mulini, per volontà del comune cittadino. Il più alto rappresentante di questa istituzione era allora il primo podestà forestiero, Attone, nel cui seguito era probabilmente un altro bergamasco, il famoso ingegnere Alberto Pitentino. Nell'anno 1230 il ponte venne completato e con esso i mulini e i folli per la lana che vi erano collocati.

Nel 1257 il nobile bresciano Buratto di Salò rinforzò il vasto ponte per mezzo di solidi muri, facendo un'opera utile alla cittadinanza.

Nel 1414 era sicuramente presente a ridosso del Vaso una porta con torre e nello stesso tempo il ponte era dotato di due ben distinte porte: la trecentesca porta-torre Mulina verso la città e la porta detta del Vaso.

Nel 1417 per volontà di Gianfrancesco Gonzaga furono alzati i muri dei mulini e venne realizzata la copertura del ponte, attuata da porta Mulina fino all'edificio della segheria (cioè fino alla Rotta).

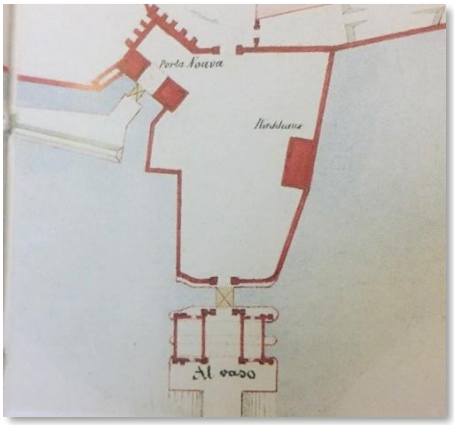
Alla fine del primo decennio del Seicento, per volontà del duca Vincenzo Gonzaga, furono due esponenti della famiglia Bertazzolo a dirigere i lavori di restauro del Ponte dei Mulini: Angelo ed il nipote Gian Battista. Essi, chiamati a "risarcir" il ponte, *collabens*, cioè cadente per vetustà e per l'urto delle onde, lo ripararono l'anno 1608 grazie ad un consistente impegno del duca.

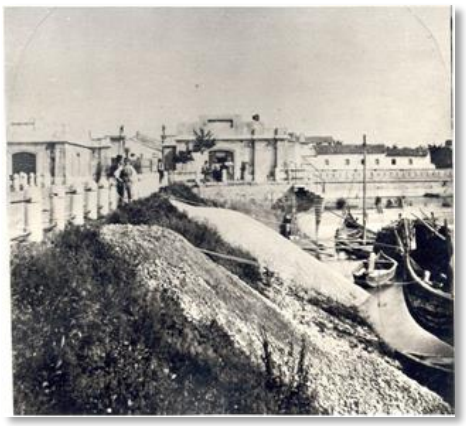
Il 13 ottobre 1741, con un «graziosissimo dispaccio» fu la «clementissima Maria Teresa, nostra Sovrana, la quale ordinò questo necessario ristauramento» con raccomandazione di effettuare un lavoro attento e completo, cui vennero destinate notevoli finanze; l'imperatrice ordinò inoltre che, una volta completati i lavori, annualmente si eseguissero le dovute manutenzioni.

Il restauro fu «condotto ad esito felice» dopo «anni 3, mesi 6, giorni 20». Con questi lavori ed altri conclusi nel 1758 il ponte avrebbe preso l'aspetto che mantenne fino almeno al 1915.

Il 19 dicembre 1842 subì un importante cedimento, a causa di infiltrazioni, il torrione del Vaso di Porto e un muro di esso, crollando, ruppe il ponte antistante che portava a Cittadella e danneggiò i muraglioni che lo sostenevano. Per ripristinare la viabilità, creata una barriera provvisoria con terra e fascine, entro il 15 febbraio 1843 venne costruito un passaggio carreggiabile poggiante su arcate, fondate su robuste palificate. Ciò che rimase del torrione fu completamente abbattuto nel 1854.

La nuova struttura del Vaso di Porto invece, realizzata dunque a partire dal 1843, è ben visibile in un'altra mappa conservata a Vienna e datata 1866. In essa si notano due nuovi edifici a pianta rettangolare realizzati ai lati della strada e costruiti al di sopra di due stretti canali divisi da piloni; oltre questi permane un canale più ampio, posto verso Cittadella, sormontato da un ponte levatoio.





Le due nuove costruzioni si notano ancora entrambe in una fotografia databile tra fine '800 e i primissimi anni del '900; quella posta dal lato verso il lago di Mezzo, sopravvissuta ai bombardamenti, venne demolita soltanto nel dopoguerra.

Fra il 1871 e il 1873, per la realizzazione della ferrovia per Verona, fu aperto un varco nelle mura di Cittadella e a fianco del Ponte dei Mulini, sul lato verso il lago Superiore, i binari vennero posati in parte su rilevato, mentre in due tratti, uno a monte ed uno a valle dell'antica Rotta, vennero realizzati due ponti ferroviari in ferro poggianti su piloni di laterizi.

Al 1904 risale la costruzione del grande mulino Giannantoni, realizzato sulla terraferma, i cui proprietari possedevano e modificarono anche i mulini, posti sul ponte, di San Giovanni, San Tommaso e San Giacomo minore.

Nel 1905 invece, nonostante notevoli proteste, venne abbattuta la porta-torre Mulina, perché ritenuta probabilmente d'intralcio oltre che (a torto) affatto modificata e lontana dalle forme originali.

Importanti modifiche poi tra 1932 e 1933 con l'abbattimento degli stalli e delle case poste sul lago Superiore, la costruzione verso Cittadella di un arco di ingresso al ponte coperto identico a quello settecentesco rivolto verso la città e la realizzazione di una strada scoperta, affiancata a quella coperta; queste ultime erano messe in comunicazione da una lunga teoria di aperture ad arco poste nel muro cui un tempo poggiavano gli stalli. Per gli scopi suddetti vennero anche demoliti gli edifici che si trovavano alla sinistra della porta-torre venendo dalla città.

La fine del ponte, così come descritto finora venne decretata dai bombardamenti americani su Mantova e in particolare dalle bombe sganciate volutamente sul manufatto il 14 luglio 1944; colpito in più punti e devastato da un incendio divampato negli edifici dei mulini, venne ridotto a un cumulo di macerie, mentre il recente ed adiacente ponte ferroviario in ferro, fu completamente distrutto.

Per il periodo del dopoguerra si segnala l'anno 1951 in cui venne riaperta la linea ferroviaria adiacente al ponte che aveva ormai preso le forme visibili ancora oggi, di un lungo terrapieno tagliato solo dalla "Vasarina" verso città e dal Vaso di Porto o "Vasarone" verso Cittadella.

3. Inquadramento urbanistico, vincoli, conformità urbanistica e paesaggistica

3.1. Inquadramento del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano di Gestione del rischio Alluvioni (PGRA)

L'Autorità di bacino del fiume Po rappresenta l'organo istituzionale di gestione e pianificazione idraulica e del territorio per tutto il bacino nel Po. Nell'ambito delle sue competenze ha adottato nell'Agosto 2001 il Piano di Assetto Idrogeologico che: "*…persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico ed idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici ed ambientali, il recupero del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi*."

Il Piano di Assetto Idrogeologico raccoglie il precedente Piano Stralcio delle Fasce Fluviali adottato nel 1999 con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino. Il nuovo documento è stato integrato con la delimitazione di fasce fluviali di corsi d'acqua inseriti nella pianificazione nonché con l'adeguamento delle fasce fluviali di corsi d'acqua su cui sono stati realizzati studi di dettaglio. Il PAI si compone di: analisi e studi idraulici ed idrogeologici condotti sul bacino del Po, cartografie tematiche, normative tecniche e direttive tecniche funzionali alla progettazione. La cartografia tematica si riconduce fondamentalmente a diverse tipologie di delimitazione:

- Fasce fluviali: individuano le aree interessate da fenomeni di deflusso ed espansione della piena di riferimento per diversi tempi di ritorno;
- Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici: individua le aree interessate da movimenti franosi, esondazioni e dissesti di carattere torrentizio, trasporti di massa e fenomeni valanghivi.

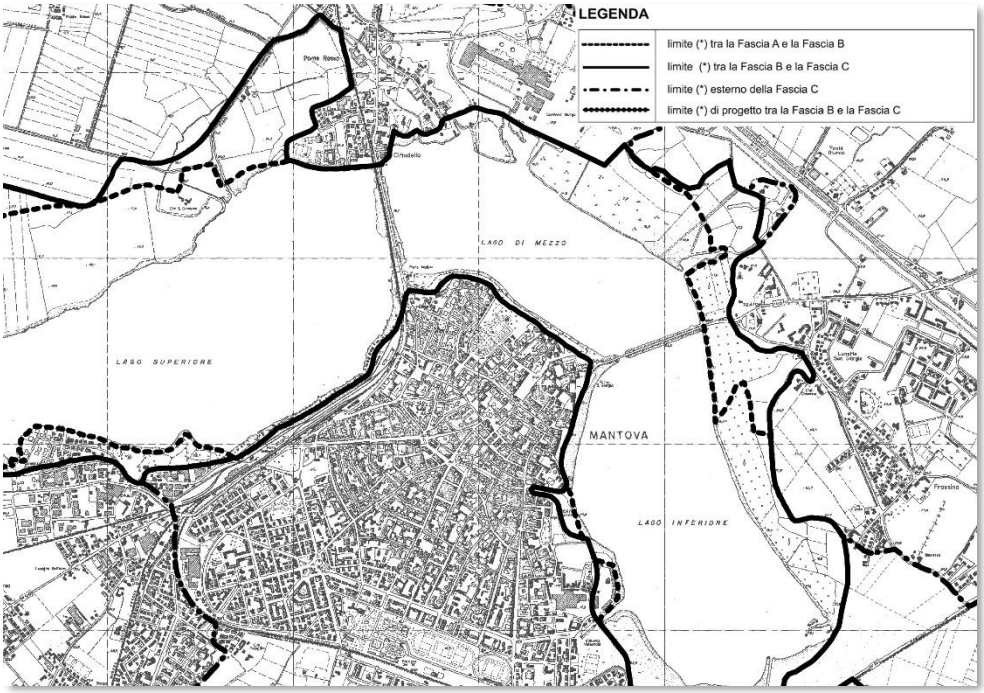
La Direttiva "*Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*", allegata al PAI, contiene i valori delle portate di piena per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni nelle diverse sezioni idrologiche e delle altezze idriche relative al profilo di piena per la portata di progetto con tempo di ritorno pari a 200 anni (piena "94+51"). Tali grandezze costituiscono gli elementi di input per le analisi idrauliche necessarie per la verifica di compatibilità.

L'assetto idraulico dei corsi d'acqua principali e i relativi fenomeni di inondazione, che determinano condizioni di rischio idraulico, sono affrontati nel PAI attraverso la delimitazione delle fasce fluviali, condotta secondo un metodo che definisce tre distinte fasce:

- **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.



Estratto del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Il "Vasarone" è interamente ricompreso all'alveo principale del fiume Mincio e pertanto è classificato in fascia A, mentre territori limitrofi di Cittadella sono classificati in fascia C al pari di tutta la città.

Inoltre l'Autorità di bacino del fiume Po, ha recentemente elaborato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni. Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

In particolare è utile osservare la scheda Monografica della Città di Mantova.

Descrizione dell'ARS

La città di Mantova è posta lungo il fiume Mincio, circa 50 km a valle del lago di Garda e 15 km a monte della confluenza nel fiume Po, ed è soggetta a significative condizioni di pericolosità e di rischio di alluvione che interessano buona parte del territorio comunale sia in sponda destra, dove è presente il centro storico, che in sponda sinistra.

L'area a rischio significativo della Città di Mantova interessa tutto il tratto del fiume Mincio in Comune di Mantova e racchiude il territorio delimitato dal perimetro delle aree inondabili dello scenario di piena di scarsa probabilità chiuso a monte nei pressi dell'ingresso al Lago Superiore, e a valle, oltre la confluenza del Diversivo del Mincio, con un'estensione di circa 44 kmq.

Essa comprende tutte le aree potenzialmente inondabili in seguito a scenari di rottura dei rilevati arginali maestri del Mincio e del Po. Tale territorio, ad alta densità insediativa, è ricco di servizi di primaria importanza, infrastrutture viarie di rilevanza nazionale, attività produttive e agricole. Una parte di esso si trova in condizioni altimetriche tali da essere potenzialmente inondabile anche per eventi di rottura del sistema arginale del Po.

Descrizione dettagliata del sistema difensivo e di regolazione

Le opere idrauliche che compongono tale sistema, procedendo da monte verso valle, sono le seguenti:

- sbarramento regolatore del livello idrometrico del Lago di Garda (e delle portate di piena rilasciate a valle del lago), detto "diga di Salionze", localizzato tra Ponti sul Mincio e Monzambano;
- sistemazione idraulica del Mincio da Salionze a Pozzolo per il deflusso della portata di 200 m3/s (tratto parzialmente arginato, nel quale sono presenti diverse derivazioni e restituzioni);
- sbarramento di regolazione localizzato sul Mincio di fronte all'abitato di Pozzolo, detto "partitore di Pozzolo", che consente di deviare parte delle portate del fiume, fino a 130 m3/s, nel canale Scaricatore Pozzolo – Maglio;
- canale Scaricatore Pozzolo - Maglio, con presa dalla sponda sinistra del Mincio, nei pressi dell'abitato di Pozzolo (Comune di Marmirolo), attivabile mediante il "partitore di Pozzolo" e regolato anche dallo sbarramento sullo scaricatore stesso a Marenghello; termina il suo corso scaricando le acque nel canale Diversivo, con bocca libera a stramazzo, in località Soave di Porto Mantovano;
- sbarramento di regolazione localizzato sul fiume Mincio in località Sacca di Goito, detto "partitore di Casale", che consente di regolare le portate verso valle nel fiume e nei laghi di Mantova: esso viene chiuso completamente in concomitanza delle piene del fiume Po, quando viene chiuso anche il fornice di Formigosa a salvaguardia della città di Mantova;
- canale Diversivo del Mincio, con presa (libera) nei pressi di Casale di Goito (località Sacca in Comune di Goito), attivabile mediante il partitore di Casale, in grado di derivare tutta la portata del Mincio proveniente dal partitore di Pozzolo pari a 70 m3/s e di ricevere l'apporto di alcuni piccoli affluenti;
- sbarramento del Ponte dei Mulini presso la città di Mantova, che serve alla regolazione del livello del Lago Superiore e delle portate in scarico verso valle, nel lago di Mezzo, tramite le paratoie del Vaso di Porto o "del Vasarone" e della Vasarina;
- nodo di Formigosa costituito da:
  - doppio fornice di sbarramento, per la chiusura completa a protezione della città rispetto all'ingresso da valle delle acque di piena del Po;
  - impianto di sollevamento ("impianto di Valdaro") per lo scarico verso valle delle portate in transito nel tratto di fiume Mincio dal partitore di Casale fino al sistema dei laghi cittadini e al doppio fornice di Formigosa;
  - scaricatore di Vallazza-Fissero, che può scaricare nel canale Fissero - Tartaro - Canal Bianco la portata massima di 30 m3/s, quando viene chiuso il fornice al nodo di Formigosa ed in alternativa alla messa in funzione dell' impianto di sollevamento di Valdaro;
  - botte a sifone, costitita dal sottopasso del canale Diversivo al canale Fissero - Tartaro -Canal Bianco, in modo da far transitare le portate di monte, fino a 330 m3/s, oltre le arginature di difesa idraulica, verso il fiume Po;
- sbarramento di Governolo, per la regolazione del Lago di Mezzo, del Lago Inferiore e del basso corso del Mincio;
- conca navigazione di Governolo, posta in fregio allo sbarramento, consente la continuità della linea di navigazione Mincio-Po, superando la differenza di quota fra i due fiumi.

Analisi di criticità

Le principali criticità del sistema in dettaglio descritto riguardano:

- la necessità costante di manutenzione del tratto sistemato a monte di Pozzolo;
- la soggiacenza ai livelli di piena della parte della città di Mantova che si sviluppa nei pressi della sponda destra del Lago Superiore;
- l'entità significativa degli apporti in piena dei canali di scolo del reticolo di pianura che recapitano in Mincio tra Salionze e Mantova;
- la promiscuità delle funzioni del reticolo di pianura, così che, nella stagione irrigua, gli apporti al sistema del Mincio da tale reticolo possono diventare maggiori di quelli previsti e precedentemente descritti;
- la vetustà dell'impianto di sollevamento di Valdaro, obsoleto e inaffidabile, e la vetustà degli altri dispositivi di regolazione, sebbene in miglior stato di manutenzione rispetto a Valdaro;
- la necessità del consolidamento e della manutenzione del partitore di Casale, dello sbarramento del Vasarone e dei dispositivi del nodo di Formigosa;
- la vetustà dell'impianto di regolazione del canale Fissero – TartaroCanal Bianco in località Trevenzuolo di Ostiglia, la cui regolazione permette di far defluire le acque di piena del Mincio, lo scolo dei terreni del bacino tributario e, non ultima, il mantenimento della quota di invaso per la navigabilità dell'idrovia;
- la necessità di completamento del sistema di telerilevamento e telecontrollo per la gestione in tempo reale del nodo idraulico;
- la vulnerabilità della città di Mantova rispetto all'ingressione delle acque di piena del Po, in caso di rottura dell'argine maestro sinistro del Po nel tratto di confluenza;

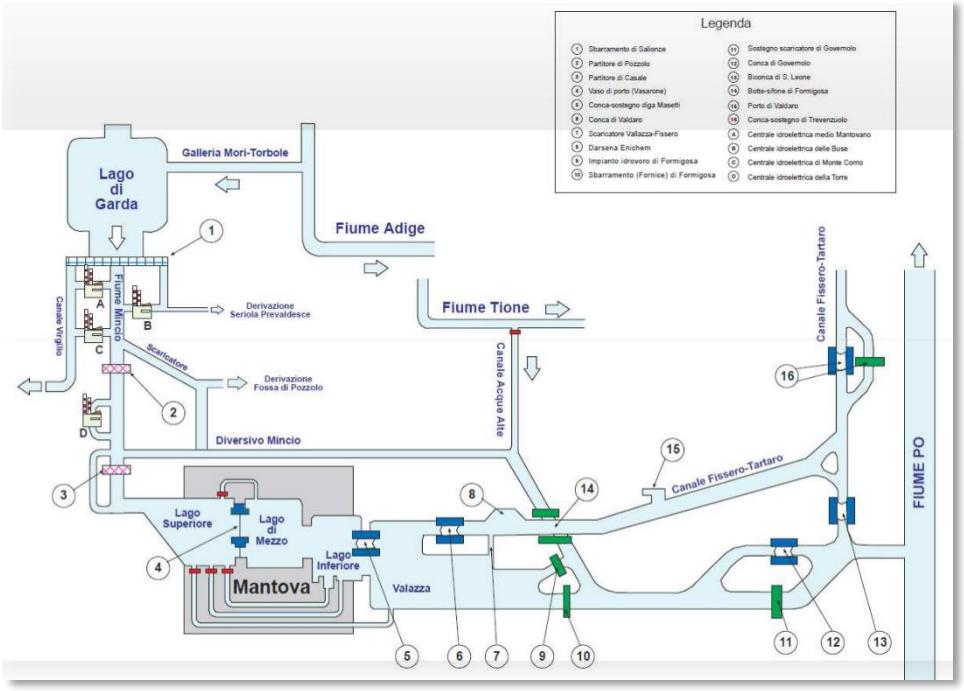
Viste le vulnerabilità riscontrate il PGRA suggerisce gli interventi da porre in atto per la mitigazione del rischio tra i quali:

MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI - Garantire una adeguata manutenzione degli alvei e dei sistemi difensivi	Eseguire il consolidamento e la manutenzione straordinaria dei partitori di Pozzolo e Casale, del Vasarone, dei dispositivi del nodo di Formigosa e del manufatto del Trevenzuolo sul canale Fissero Tartaro Canal-Bianco
MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI - Garantire una adeguata manutenzione degli alvei e dei sistemi difensivi	Realizzare gli interventi già programmati e finanziati riguardanti il completamento del sistema di telerilevamento e telecontrollo per la gestione in tempo reale del nodo idraulico di Mantova
MIGLIORARE LA PERFORMANCE DEI SISTEMI DIFENSIVI ESISTENTI - Garantire una adeguata manutenzione degli alvei e dei sistemi difensivi	Sviluppare il programma di ammodernamento generale dei dispositivi di controllo e regolazione dei deflussi del fiume Mincio ed individuarne le fonti di finanziamento

Le opere in progetto, sia quelle del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**", sono orientate verso gli indirizzi prioritari indicati nel PGRA.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po (PAI – D.P.C.M. 24.05.2001 e s.m.i.) ed il recentissimo Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (Mantova – scheda 2) classificano e normano il fiume Mincio e le aree limitrofe oltrechè la realizzazione dei manufatti di attraversamento. La specifica relazione idraulica ne illustra i contenuti ed attesta la conformità del progetto alla specifica normativa di settore.

La competenza per l'espressione del parere è in capo ad AIPO – Autorità Interregionale per il fiume Po – sede di Mantova – essendo il fiume Mincio non ricompreso nell'elenco dei fiumi di competenza dell'AdBPO ed anche perché le quote idrauliche del fiume Mincio, a monte del doppio fornice di Formigosa, non sono naturali, ma seguono la regolazione del complesso nodo idraulico di Mantova, gestito esclusivamente da AIPO – Ufficio Operativo di Mantova.



Rappresentazione schematica del sistema di regolazione del fiume Mincio

3.1.1. Compatibilità idraulica del progetto

La compatibilità idraulica dell'opera è stata valutata nella apposita relazione allegata al progetto sulla base delle prescrizioni della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e risulta compatibile. Inoltre, come già evidenziato al capitolo precedente è pienamente in linea con le indicazioni del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

3.2. 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 e successivamente aggiornato con cadenza biennale.

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.

Proteggere e valorizzare le risorse della Lombardia

La Lombardia è caratterizzata dalla presenza diffusa, su un territorio relativamente vasto, di una varietà di risorse: di tipo primario (naturali, capitale umano, aria, acqua e suolo) e prodotte dalle trasformazioni avvenute nel corso del tempo (culturali, paesaggistiche, identitarie, della conoscenza e di impresa).

Tali risorse costituiscono **la ricchezza e la forza della regione**: esse devono essere contemporaneamente preservate dallo spreco e da interventi che ne possano inficiare l'integrità e valorizzate come fattore di sviluppo, sia singolarmente che come sistema, anche mediante modalità innovative e azioni di promozione.

Il concetto di risorsa è dinamico, varia nel tempo e nello spazio e dipende fortemente dal contesto di riferimento: ciò che viene considerato risorsa in un dato momento può non esserlo più in un altro.

Per quanto riguarda più strettamente le risorse fisiche, naturali o antropiche, tuttavia, la logica della sostenibilità assunta come criterio base comporta un atteggiamento di grande attenzione, in cui la fase preliminare di conoscenza è in ogni caso fondamentale per l'attribuzione del giusto valore alle risorse territoriali.

Il complesso delle risorse e del patrimonio culturale rappresenta e costituisce **l'identità della regione** e in quanto tale deve essere riconosciuto per il suo valore intrinseco e salvaguardato da fattori di rischio, derivanti da uso improprio, e da condizioni di degrado, dovuti alla scarsa tutela fisico-ambientale, garantendo nel contempo la sicurezza del territorio e dei cittadini. Un'attenzione particolare deve essere posta alla ricchezza del capitale umano e alla conoscenza accumulata, affinché non sia dispersa e banalizzata, ma venga valorizzata nei progetti di alta formazione per le nuove generazioni. Si tratta di un problema che attiene prevalentemente a politiche economiche e sociali, ma anche le politiche territoriali possono svolgere un importante compito.

Si ritiene che l'intervento in progetto contribuisca sicuramente a proteggere e valorizzare un territorio lombardo ricco di storia e cultura oltreché risulta fondamentale per la tutela del capitale umano e ambientale del luogo.

Ciò è confermato anche dal confronto con i 24 obiettivi perseguiti dal PTR, e nello specifico rientra nell'obiettivo 7 e nell'obiettivo 8 perseguendo soprattutto la tutela della salute e della sicurezza del cittadino, attraverso il miglioramento della qualità dell'ambiente.

Le opere in progetto, sia quelle del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**", sono coerenti e compatibili con il P.T.R. e con il P.T.P.R.

3.3. Piano Territoriale di Coordinamento del Parco del Mincio

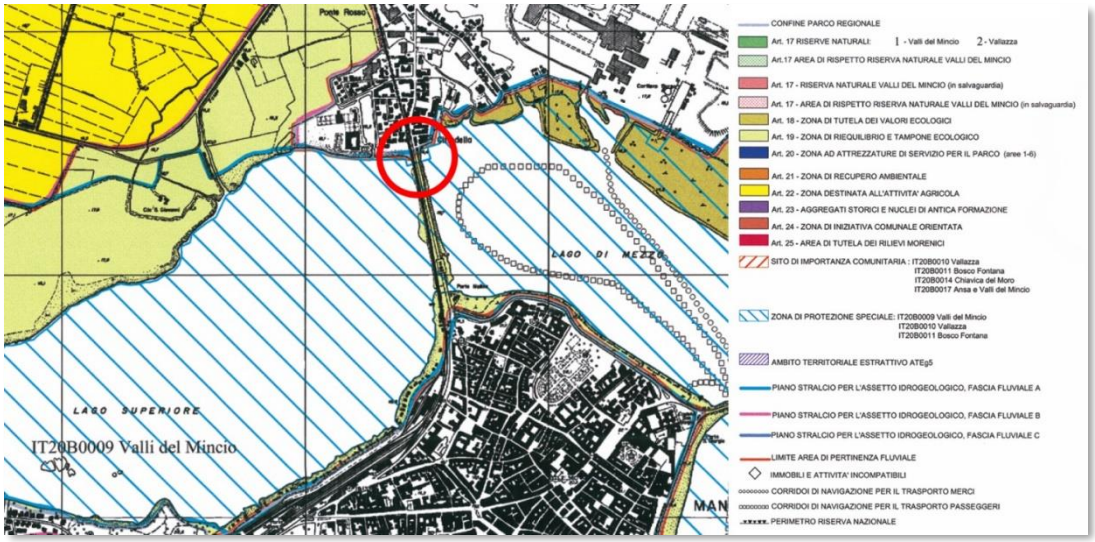
Il Piano Territoriale di Coordinamento (P.T.C.) del Parco del Mincio è stato approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 7/193 del 28 giugno 2000 (e s.m.i). Con Delibera di Giunta Regionale n. 9/1041 del 22 dicembre 2010 la variante parziale n. 1 al Piano Territoriale di Coordinamento del Parco regionale del Mincio.

Il Piano si compone di:

- Norme tecniche di attuazione;
- Allegati alle norme tecniche di attuazione
- Tavole

Di seguito si propone una descrizione delle previsioni contenute nelle serie cartografiche che compongono il P.T.C. del Parco relativamente agli ambiti interessati.

L'area è interna al Parco del Mincio e fa parte delle aree di pertinenza fluviale e delle aree di riequilibrio e tampone ecologico, non si classifica né come zona di iniziativa comunale orientata, ne aggregato storico e/o nucleo di antica formazione, non è interessata da corridoi di navigazione per trasporto passeggeri e merci, è riconosciuta come opera pubblica di regimazione idraulica esistente, classificata di II categoria ai sensi del R.D. 503/1904.



Stralcio della tavola del PTC del Parco del Mincio

L'Art. 19 "Zona di riequilibrio e tampone ecologico" comma 1 prevede che tali aree siano destinate:

a) alla conservazione attiva dei valori naturalistici e scientifici esistenti;

b) al risanamento di elementi di degrado e di criticità esistenti in zone di elevato valore o di elevata vulnerabilità ambientali;

c) al collegamento funzionale di ecosistemi a sviluppo naturale, altrimenti scollegati;

d) alla riduzione degli effetti negativi di pressioni esterne sulle zone di importanza ecologica.

e rimanda per quanto riguarda gli edifici esistenti all'art. 34 comma 4 il quale recita:

Per gli edifici esistenti aventi destinazione extragricola, fatte salve le disposizioni di cui all'art. 33 relative agli edifici e manufatti di interesse storico-architettonico e cultuale e quelle di cui all'art. 38 relative agli edifici e attività incompatibili, sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia, come definiti dalle lettere a), b), c), d) dell'art. 31 della L. 457/1978, secondo gli indici urbanistici comunali; per gli interventi di ampliamento i comuni, in sede di adeguamento del proprio strumento urbanistico, dettano criteri per la progettazione tenendo conto:

a) della conservazione degli elementi di identità del luogo;

b) di una verifica dei caratteri tipologici e formali esistenti;

c) delle modalità di intervento edilizio che permettano lo sviluppo senza procurare degrado del paesaggio;

d) della riduzione dei fenomeni di inquinamento.

mentre l'art. 33 cita:

1. Il piano territoriale individua con appositi simboli grafici, nella tavola 2, gli elementi fisici, storici, architettonici di più rilevante valore paesistico, a cui si applicano, ad integrazione delle norme di tutela relative alle varie zone e di quelle contenute nell'art. 25, le disposizioni del presente articolo.

…

6. Sono classificati in allegato A ed individuati con appositi simboli grafici in tav. 2, all'interno del parco, i luoghi notevoli per interesse storico-paesistico, suddivisi in:

a. *categoria 1: ritrovamenti e siti archeologici;*

b. *categoria 2: edifici e manufatti di interesse storico-architettonico e culturale comprendenti gli immobili ed il verde di relativa pertinenza;*

c. *categoria 3: edifici rurali di particolare pregio per architettura e valori paesistici.*

7. Per i luoghi notevoli di cui al comma 6 si applicano le norme di cui ai commi successivi.

…

9. Per gli edifici o manufatti di cui alla categoria 2, i comuni interessati, in sede di adeguamento dello strumento urbanistico al presente P.T.C., provvedono a:

a. *tradurre in scala appropriata, con specifica definizione planimetrica e catastale, e con apposito repertorio, i beni ricadenti in questa categoria, dettando per gli stessi specifiche modalità di intervento;*

b. *determinare gli interventi ammessi e le destinazioni d'uso compatibili, escludendo le destinazioni che pregiudichino i caratteri storico-ambientali o la conservazione dell'integrità dell'immobile; è vietata l'integrale demolizione e la realizzazione di nuovi volumi; sono comunque ammessi gli interventi necessari alla migliore conservazione dell'immobile secondo le specifiche modalità prescritte ai sensi della lett. a).*

10. Fino agli adempimenti di cui al comma 9 per i beni classificati nella categoria 2 sono consentiti esclusivamente gli interventi sugli edifici esistenti di cui alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della l. 457/1978.

11. L'ente gestore del parco, tramite convenzione, può concedere contributi per promuovere gli interventi di conservazione ed incentivare la valorizzazione in funzione sociale e l'accessibilità pubblica dei beni di cui alla categoria 2.

12. Per i beni classificati dal presente piano nella categoria 2 le autorizzazioni paesistiche sono rilasciate nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

a. *ogni intervento deve essere effettuato nel rispetto dei caratteri architettonici degli edifici e dell'ambiente circostante, sia nella scelta delle soluzioni tipologiche e morfologiche e dei materiali da costruzione, sia nella progettazione ed utilizzazione degli spazi aperti;*

b. *i giardini e gli spazi aperti vanno tutelati sotto il profilo del disegno architettonico, degli elementi di arredo e delle essenze vegetali;*

c. *non è consentito l'uso degli spazi per il deposito di materiali ove comporti un degrado ambientale.*

13. Per i beni classificati nella categoria 2 gli interventi sul patrimonio arboreo sono subordinati ad autorizzazione dell'ente gestore del parco.

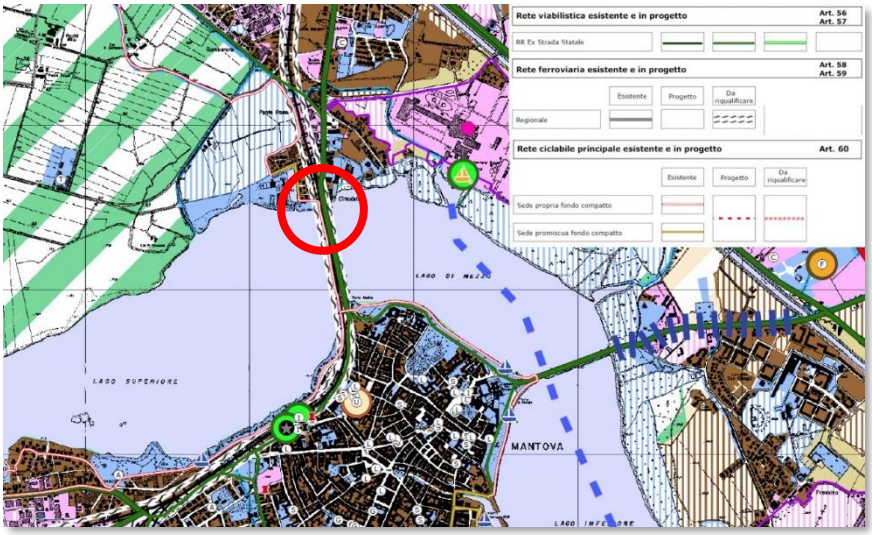
Le opere in progetto, sia quelle del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**", rispettano le indicazioni e prescrizioni contenute nel PTC del Parco del Mincio.

3.4. Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova

Con deliberazione di Consiglio Provinciale n. 3 dell'8/02/2010 è stata approvata la variante al PTCP della Provincia di Mantova.

Il piano, in coerenza con quanto previsto dalla L.R. 12/05, fissa gli obiettivi relativi all'assetto e alla tutela del territorio provinciale, connessi ad interessi di rango provinciale o sovracomunale o costituenti attuazione della pianificazione regionale. Esso è atto di indirizzo della programmazione socioeconomica della Provincia ed ha valenza paesaggistico-ambientale. In particolare il PTCP determina, in coerenza con la normativa vigente e con la programmazione regionale, gli indirizzi per i processi di trasformazione territoriale e di sviluppo economico e sociale in modo da garantirne la compatibilità con gli obiettivi e i limiti di sostenibilità ambientale, di equità nell'uso delle risorse, di contenimento del consumo di territorio e di tutela dei caratteri paesaggistico - ambientali del territorio.

L'estratto della tavola 4 - Mobilità evidenzia la seguente situazione locale:



Stralcio della Tavola 4 del PTCP "Mobilità"

La tavola evidenzia come l'area di progetto sia situata lungo un'asse strategico per la mobilità a diversi livelli. Il manufatto infatti è sormontato:

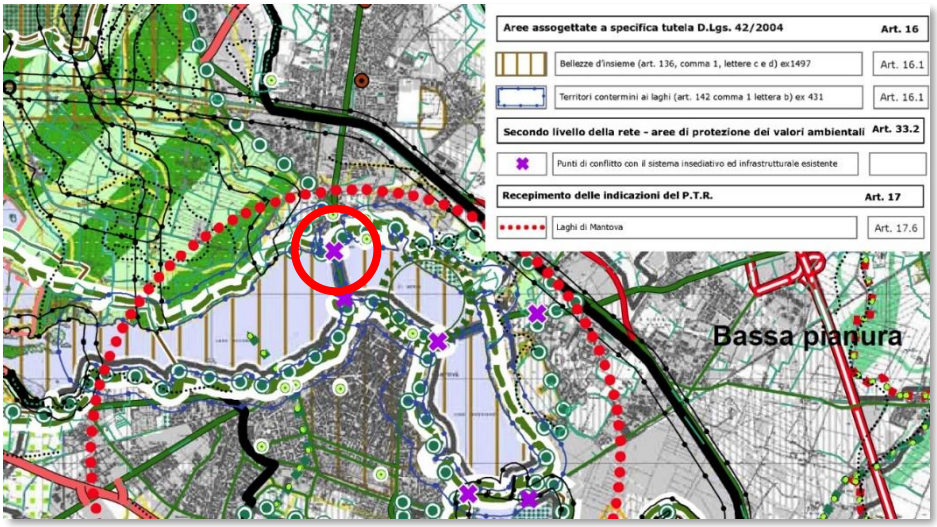
- dalla ex S.S. 62, uno dei principali assi stradali di accesso alla città e dalla rete ciclabile di interesse locale;

inoltre è limitrofo:

- alla linea ferroviaria di interesse regionale Mantova – Verona;
- alla ciclovia Mantova – Peschiera, percorso ciclopedonale strategico di rilevanza locale e sovralocale, parte della rete Euovelo 7.

Gli interventi previsti in progetto, sia quelli del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**", saranno attuati in modo da garantire i flussi di traffico odierni per tutte le componenti di interesse sovralocale. L'unica interruzione della viabilità sarà quella relativa alla pista ciclopedonale di interesse locale che subirà la deviazione del traffico sul percorso Mantova – Peschiera.

L'estratto della tavola 1a - Sistema paesaggistico – valore fisico e naturale evidenzia, oltre alla presenza del Parco del Mincio e della ZPS Valli del Mincio, l'esistenza di ulteriori ambiti di tutela.



Stralcio della Tavola 1a del PTCP "Sistema paesaggistico – valore fisico e naturale"

L'area di intervento in particolare si trova all'interno delle aree assoggettate a specifica tutela come descritto all'art. 16.1 degli Indirizzi Normativi del PTCP:

Il PTCP assume le norme di tutela e salvaguardia dei beni culturali e dei beni paesaggistici individuati dal D.Lgs. 42/2004, che è normativa nazionale di riferimento. I beni tutelati dal D.Lgs. 42/2004 sottoposti alla vigente normativa sovraordinata in materia e alle relative disposizioni regolamentari ed attuative, sono:

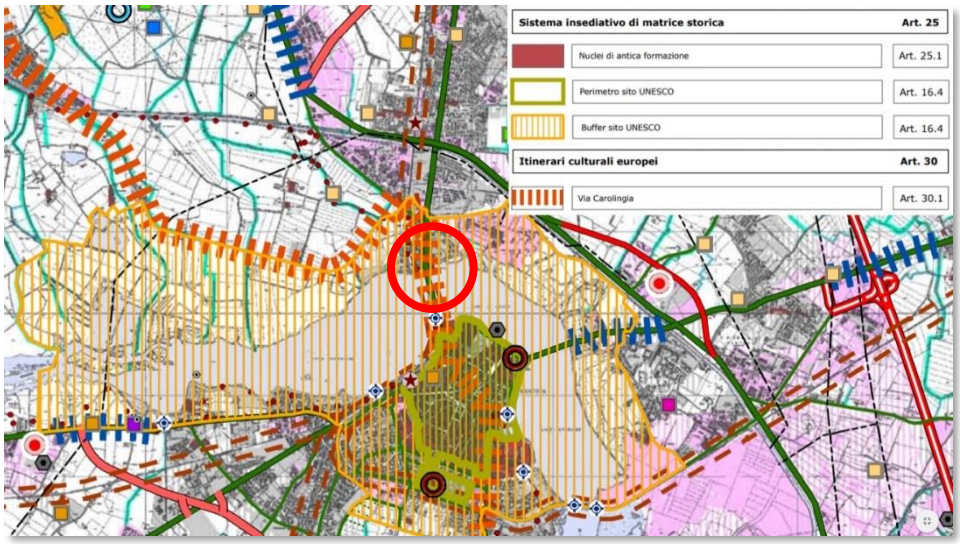
c) «Bellezze individue» e «bellezze d'insieme» e dichiarazione di notevole interesse pubblico Sono immobili ed aree di notevole interesse pubblico, già previste dalla legge 29 giugno 1939, n. 1497 (ora recepite dall'art. 136 del D.Lgs. n. 42/2004 e s.m.i.), per cui è intervenuta la dichiarazione di notevole interesse pubblico con atto, provvedimento o notifiche.

d) Aree tutelate per legge
Sono aree tutelate per legge quelle contenute al comma 1 dell'art. 142 del D.Lgs. n. 42/2004, ovvero sul territorio della Provincia di Mantova quelle di seguito elencate: i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi; i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;

Tutti gli interventi, sia quelli del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**", saranno assoggettati a parere del Parco del Mincio e del Ministero per i beni e le attività culturali - Soprintendenza archeologica, belle arti e paesaggio di Cremona, Lodi e Mantova.

Dalla tavola 1b – Sistema paesaggistico – valore storico e culturale si evince che l'area di progetto:

- è interna all'area buffer del sito UNESCO;
- si trova l'ungo l'Itinerario culturale europeo della Via Carolingia.



Stralcio della Tavola 1a del PTCP "Sistema paesaggistico – valore storico e culturale"

Tutti gli interventi, sia quelli del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**", saranno assoggettati a parere del Comune di Mantova che ha competenza nella formulazione degli indirizzi di tutela.

Il progetto pertanto è coerente e compatibile con il P.T.C.P.

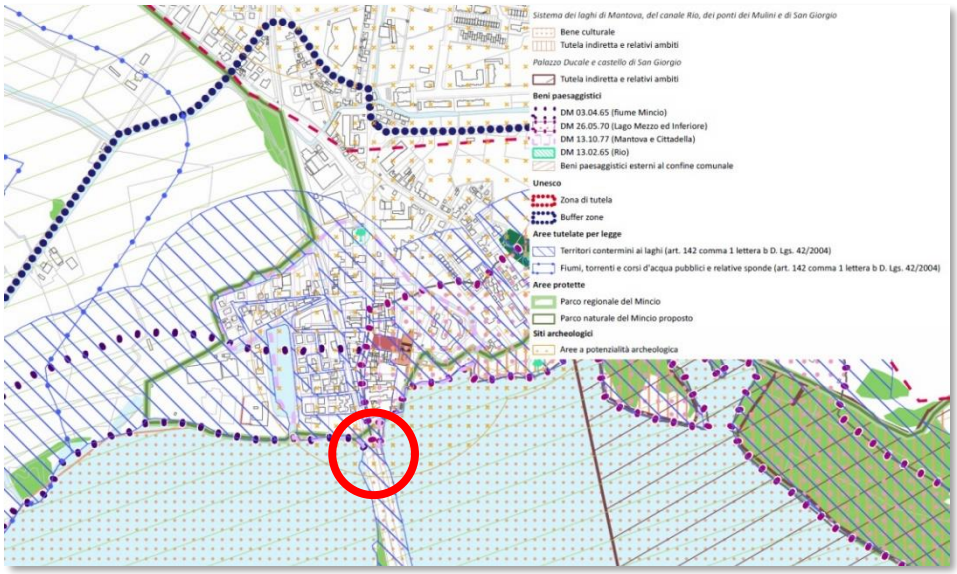
3.5. Piano di Governo del Territorio del Comune di Mantova

Il Comune di Mantova con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 60 del 21.11.2012 ha approvato definitivamente gli atti del Piano di Governo del Territorio (P.G.T.).

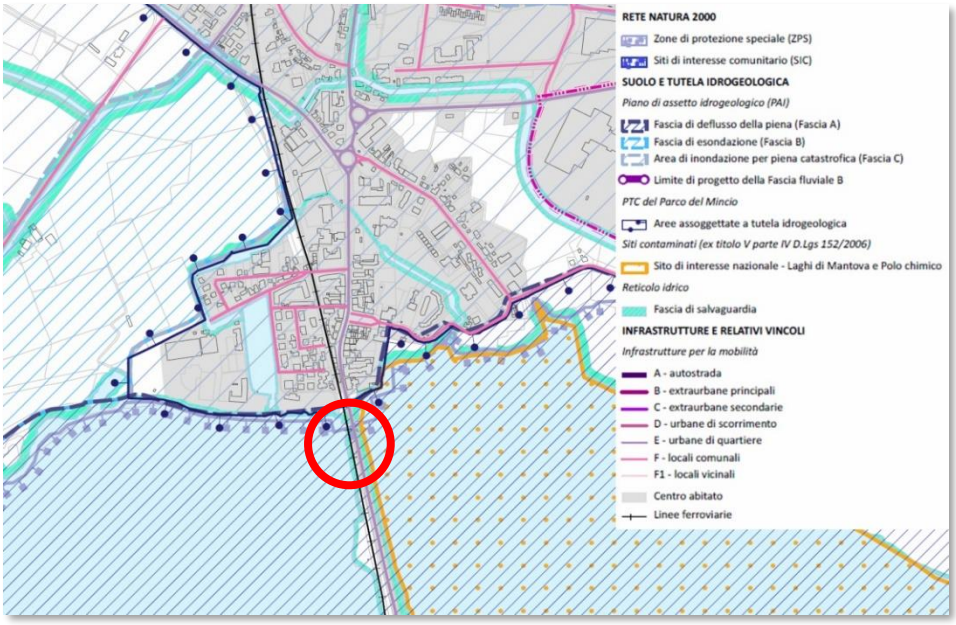
Rispetto alle previsioni contenute nel DdP, PdS e PdR, di cui sono riportati di seguito alcuni estratti, si evidenzia che l'opera oggetto del progetto in esame risulta **compatibile, coerente e conforme con il P.G.T. vigente**, come peraltro dettagliato nella relazione ambientale.

Rispetto al tema dei vincoli esistenti (Tavole DP 3a e DP 3b), si segnala quanto segue:

- Aree a potenzialità archeologica
- Bene culturale sottoposto a tutela diretta ai sensi del Decreto Ministeriale del 15.05.2009" Dichiarazione di interesse culturale particolarmente importante ai sensi del D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, e s.m.i. artt. 10, comma 3, let. D, 13, 14 15 del Sistema dei laghi di Mantova, del canale Rio, dei ponti dei Mulini e di San Giorgio, e contestualmente tutela indiretta ai sensi degli artt. 45, 46 e 47 di terreni di sponda sinistra dei laghi di Mezzo e Inferiore.
- Buffer del sito UNESCO
- Area tutelata in quanto territorio contermine ai laghi ai sensi dell'art. 142 comma 1b del D. Lgs. 42/2004
- Parco Regionale del Mincio
- Parco naturale del Mincio proposto
- Zona di protezione speciale (ZPS) - ZPS IT20B0009 "Valli del Mincio"
- Fascia A del P.A.I.
- Aree assoggettate a tutela idrogeologica (PTC Parco del Mincio)
- Siti contaminati – Sito di interesse nazionale – Laghi di Mantova e Polo chimico (limitrofo)
- Fascia di salvaguardia del reticolo idrico
- E - Strade urbane di quartiere
- Linee ferroviarie

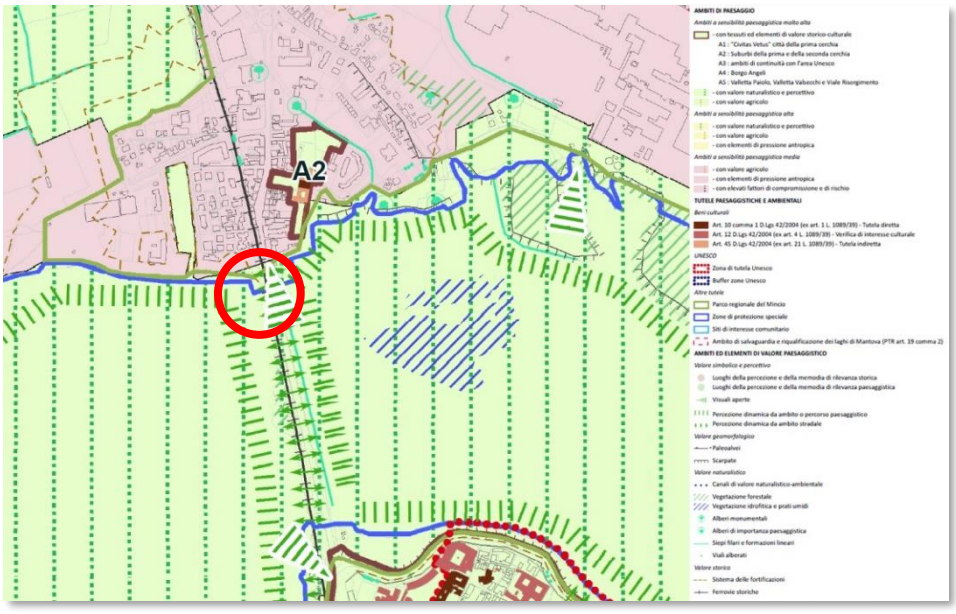


Stralcio della Tavola DP3a "Carta dei vincoli paesaggistici" del Documento di Piano



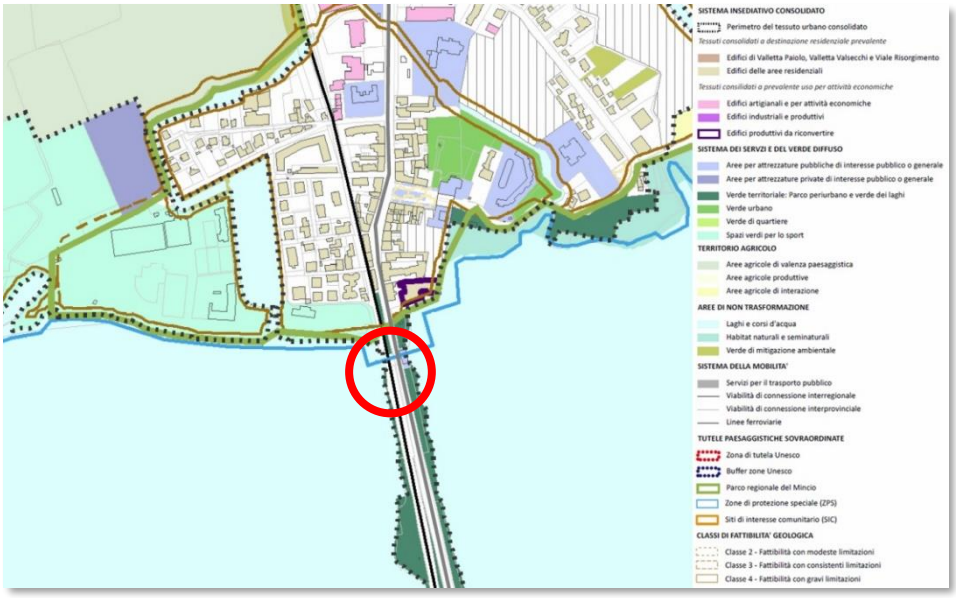
Stralcio della Tavola DP3b "Carta dei vincoli amministrativi, idrogeologici e ambientali" del Documento di Piano

La Tavola DP 5 – Carta della sensibilità paesaggistica evidenzia che l'area oggetto di intervento si trova all'interno degli ambiti a sensibilità paesaggistica molto alta.



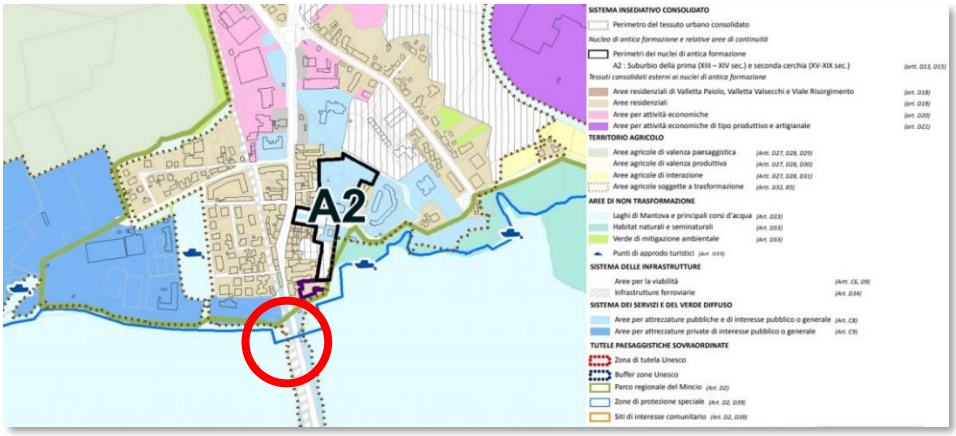
Stralcio della Tavola DP5 "Carta della sensibilità paesaggistica" del Documento di Piano

La Tavola DP 6 – Previsioni di piano identifica l'area oggetto di intervento in parte quale "Aree per attrezzature pubbliche di interesse pubblico o generale" e in parte con "Viabilità di connessione interregionale".



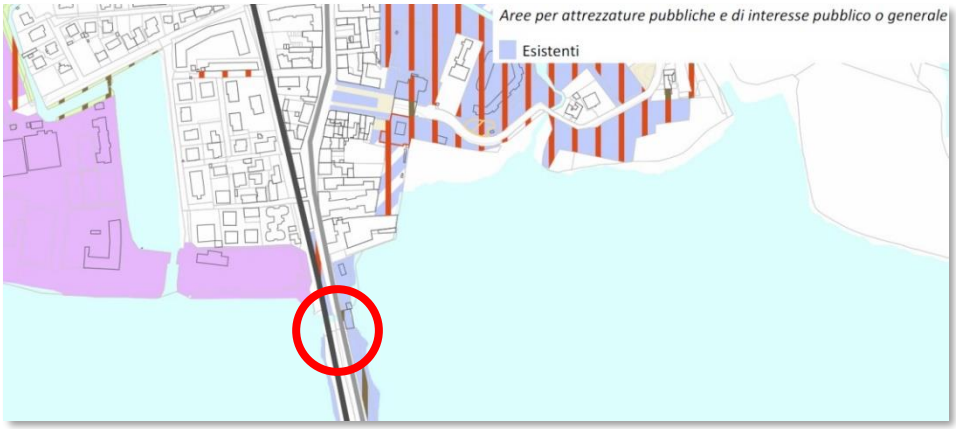
Stralcio della Tavola DP6 "Previsioni di piano" del Documento di Piano

La Tavola PR 1 – Modalità di intervento per destinazioni d'uso identifica l'area oggetto di intervento in parte quale "Aree per attrezzature pubbliche di interesse pubblico o generale" (Art. C8) e in parte con "Aree per la viabilità" (Art. C6, D9).

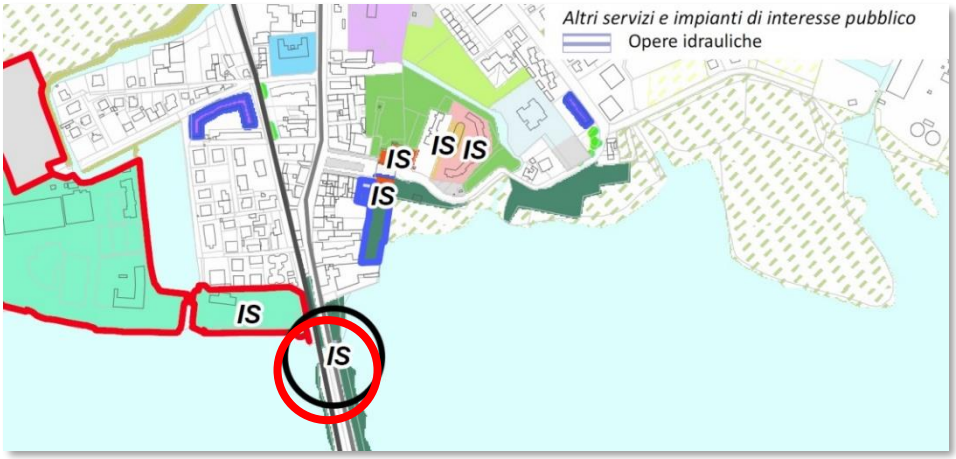


Stralcio della Tavola PR1 "Modalità di intervento per destinazioni d'uso" del Piano delle Regole

Le Tavole PS 1 – Aree per attrezzature di interesse pubblico o generale e PS 2 – Sistema dei servizi collocano il manufatto oggetto di intervento in un'area per attrezzature pubbliche e di interesse pubblico o generale classificandolo come Opera idraulica e come servizio di interesse pubblico sovralocale.



Stralcio della Tavola PS1 "Aree per attrezzature pubbliche e di interesse pubblico o generale" del Piano dei Servizi



Stralcio della Tavola PS2 "Sistema dei servizi" del Piano dei Servizi

La normativa del Piano dei Servizi prevede all'art. C7 "Aree per attrezzature pubbliche e di interesse pubblico o generale" quanto segue:

…

7.3 - Nelle aree di cui al presente articolo sono ammissibili tutti gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e risanamento conservativo, di ristrutturazione edilizia e urbanistica, nonché di nuova costruzione.

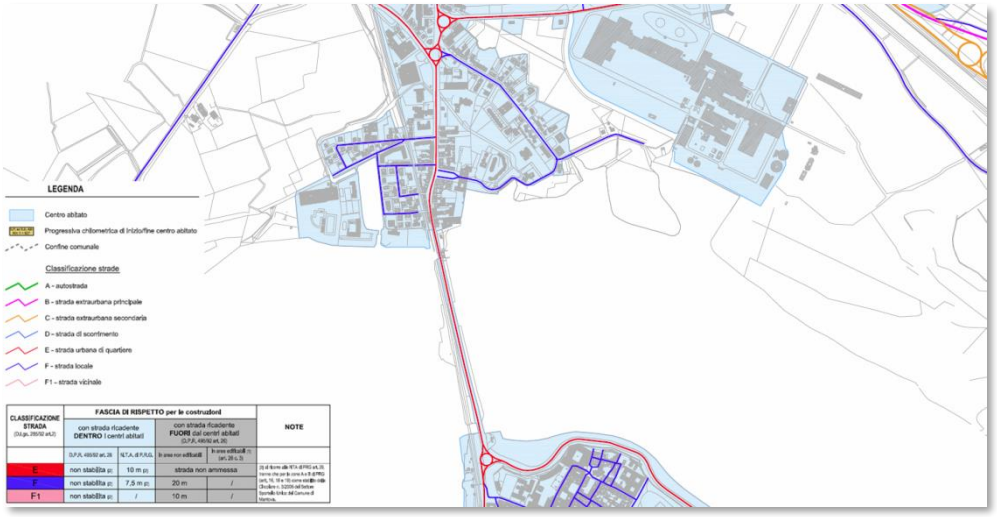
7.4 - Dovranno comunque essere rispettate, anche se restrittive rispetto alla presente disposizione, eventuali prescrizioni di dettaglio, inerenti sia le specifiche attività insediabili sia le modalità di intervento e di progettazione, dettate dal Piano delle Regole.

7.5 - Nella progettazione ed esecuzione degli interventi interessanti le presenti aree dovrà sempre essere assicurato il ricorso a soluzioni che garantiscano un corretto inserimento nel contesto urbanizzato, la migliore funzionalità delle strutture, anche prevedendo, tenuto conto delle concrete esigenze di infrastrutture di supporto (in particolare: viabilità, verde e parcheggi) generate dalla realizzazione delle attrezzature, le opportune dotazioni urbanizzative.

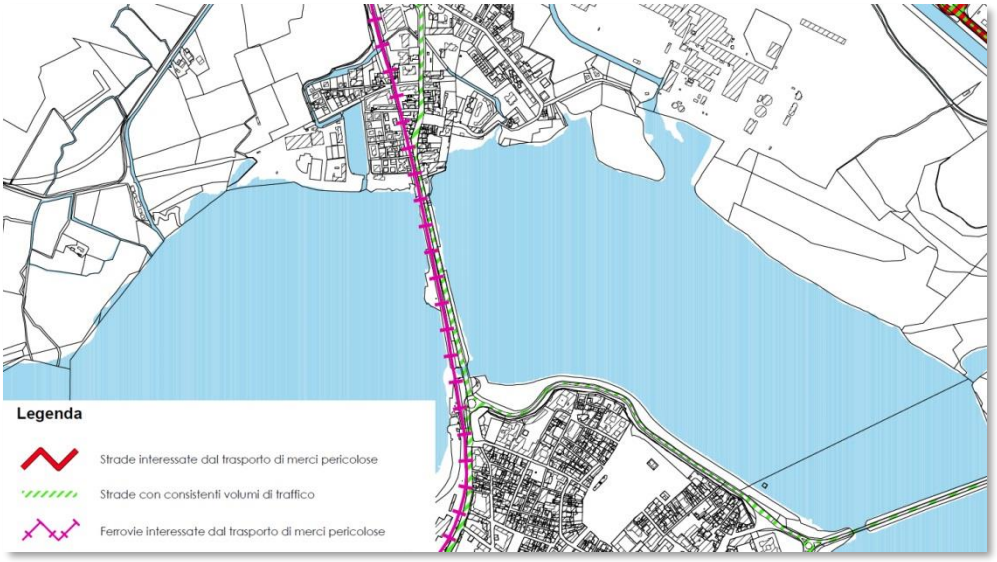
…

3.6. Classificazioni stradali

Il Ponte dei Mulini rappresenta per la Città di Mantova uno degli accessi principali e unico asse stradale e ferroviario proveniente da Nord.
Il ponte viene comunque perimetrato come centro abitato e la ex S.S. 62 è classificata come *E – strada urbana di quartiere*.



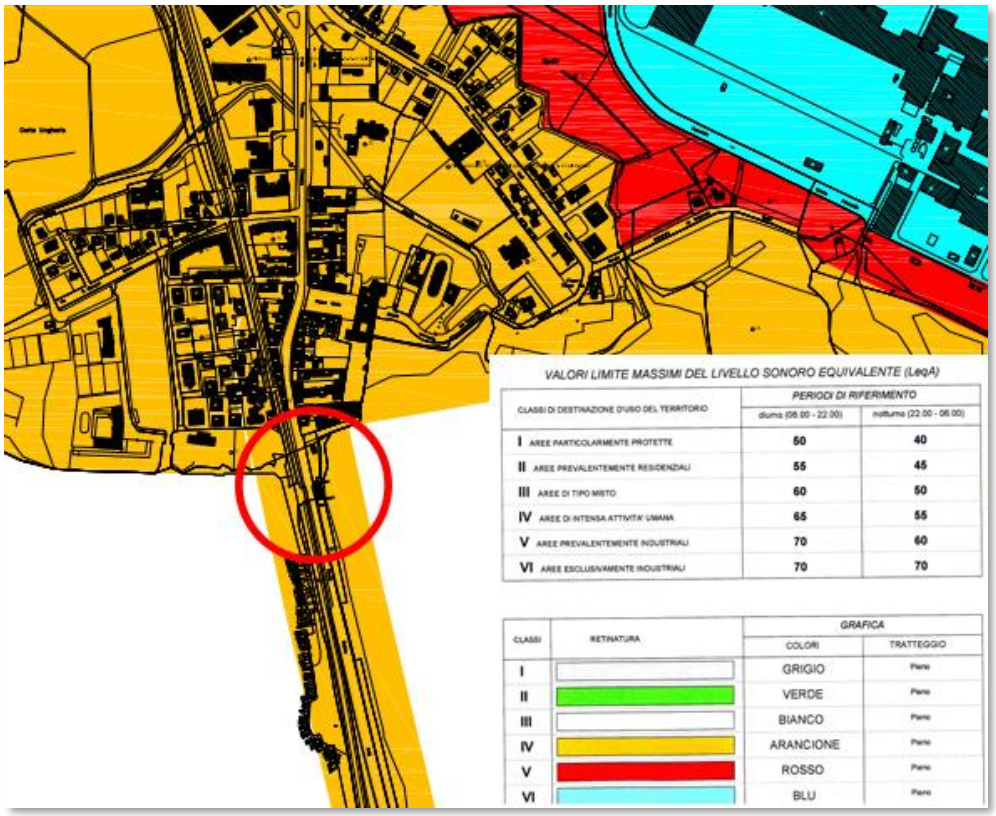
Stralcio della "Delimitazione dei centri abitati e classificazione delle strade (D.Lgs. n. 285/92 – D.P.R. 495/92)"



Stralcio della "Analisi della pericolosità – viabilità e trasporti" del Piano di Emergenza Comunale

3.7. Piano di Zonizzazione acustica

Il comune di Mantova è inoltre dotato di Piano di Zonizzazione Acustica che benché risalente al 2010 ha ancora un buon grado di coerenza con la struttura territoriale (approvazione con DCC n° 58 del 22.11.2010). Il quadro generale del clima acustico del Comune di Mantova, sulla base di recenti indagini fonometriche risente sostanzialmente del traffico veicolare. L'area dell'Ambito del Vasarone ricade, come il resto delle aree cittadine limitrofe in classe 4, Aree di intensa attività umana.



Stralcio della zonizzazione acustica comunale

Per la predisposizione di cantieri temporanei il Piano all'art. 19 prevede:

Art. 19 – Attività cantieristiche temporanee in deroga alla classificazione acustica

19.1 Per cantieri devono intendersi i cantieri edili, i cantieri stradali e tutti quegli interventi di costruzione, manutenzione, demolizione ed assimilabili. All'interno dei cantieri tutti i macchinari, macchine operatrici, attrezzature e similari utilizzate dovranno essere rispondenti alle normative di riferimento in materia di emissione acustica e dovranno essere utilizzate in modo proprio ed adeguato alla loro originale funzione.

Dovranno comunque essere approntati e messi in atto tutti gli accorgimenti tecnici e gestionali atti a minimizzare l'impatto acustico verso l'ambiente esterno.

19.2 L' attività dei cantieri edili, stradali, ed assimilabili di cui al punto precedente è svolta nei giorni feriali dalle ore 07:30 alle ore 12:00 e dalle ore 14:00 alle ore 19:00 per tutto il periodo dell'anno con limite assoluto di immissione in facciata di 85 db(A) Leq .

19.3 L'esecuzione di lavorazioni maggiormente disturbanti (ad es. escavazioni, demolizioni, etc.) e l'impiego di macchinari più rumorosi (ad es. martelli demolitori, flessibili, betoniere, seghe circolari, etc.) devono essere svolti mettendo in atto tutti gli accorgimenti tecnico/procedurali possibili per ridurre al minimo i fenomeni di inquinamento acustico verso gli ambienti abitativi.

19.4 Durante gli orari in cui è consentito l'utilizzo di attrezzature e macchinari rumorosi non dovrà mai essere superato il valore limite Laeq 85 dB(A), con tempo di misura TM (tempo di misura) di 10 minuti, rilevato in facciata ad edifici con ambienti abitativi o assimilabili alla residenza.

19.5 Per contemperare le esigenze cantieristiche con il quotidiano uso degli ambienti confinanti all'area di cantiere occorre che il cantiere si doti di tutti gli accorgimenti utili al contenimento delle emissioni sonore sia con l'impiego delle più idonee attrezzature operanti in conformità alle direttive comunitarie in materia di emissione acustica ambientale che tramite idonea organizzazione dell'attività;

19.6 Ai cantieri necessari al il ripristino urgente dell'erogazione dei servizi di pubblica utilità (linee telefoniche ed elettriche, condotte fognarie, acqua, gas, lavori di manutenzione e ripristino infrastrutture, etc.) ovvero in situazioni di pericolo per l'incolumità della popolazione, è concessa ampia facoltà di deroga agli orari ed agli adempimenti amministrativi previsti dal presente regolamento.

I cantieri posti in aree particolarmente protette di cui al DPCM 14/11/1997 e specificamente nelle aree destinate ad attività sanitaria, di ricovero e cura, o posti in aree confinanti alle aree ed attività di cui sopra, devono osservare il limite di LAeq = 65 dB(A), con TM (tempo di misura) di 10 minuti, rilevato in facciata agli edifici destinati alle attività di cui sopra.

Relativamente all'autorizzazione per cantieri temporanei in vece all'art. 320 prevede:

Art. 20 - Procedure per l'autorizzazione in deroga al superamento dei limiti di rumore per attività di cantiere

20.1 Lo svolgimento delle attività di cantiere è sempre consentita purchè non superi i limiti previsti in via generale per le singole zone dal Piano di zonizzazione acustica; in tal caso non sono previsti obblighi specifici fatte salve le altre autorizzazioni, concessioni, comunicazioni, denunce o pareri previsti dalla normativa in vigore per lo svolgimento della attività in oggetto.

20.2 Lo svolgimento nel territorio comunale delle attività di cantiere nel rispetto dei limiti di orario e di rumore di cui all'art. 19.2 delle presenti NTA è oggetto di preventiva comunicazione da presentarsi allo sportello unico unitamente al resto della documentazione necessaria all'ottenimento del provvedimento autorizzativo/concessorio. La comunicazione di cui sopra dovrà contenere esplicito impegno al rispetto dei suddetti limiti.

20.3 Nel caso in cui le attività superino i limiti di rumorosità e/o di orario di cui al punto 19.2, dovrà essere presentata allo sportello unico specifica richiesta di autorizzazione in deroga (che si intende tacitamente rilasciata se entro 30 gg non sia comunicato esplicito diniego), corredata da una relazione sottoscritta da un tecnico competente in acustica ambientale.

20.4 A tutti gli interventi svolti nell' ambito della erogazione di servizi collettivi resi alla cittadinanza effettuati direttamente dal Comune o in appalto, nessuno escluso, non si applicano le limitazioni di cui all' art. 19.2.

3.8. Il Sito di Interesse Nazionale

Il Sito di Intereresse Nazionale denominato"Laghi di Mantova e Polo Chimico" – L. 31 luglio 2002, n. 179 è stato perimetrato con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 7 febbraio 2003.

Il sito include l'area del Polo industriale, lago di Mezzo e lago Inferiore, il sito della Vallazza, alcuni tratti del fiume Mincio e le relative sponde, per una estensione di circa 1027 ha, in gran parte ricompresa all'interno del Parco del Mincio. La città di Mantova è ubicata sulla sponda destra del fiume mentre su quella sinistra insiste il Polo Chimico.

Le aree lacustri e fluviali, incluse nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale, sono costituite dal Lago di Mezzo, dal Lago Inferiore e dal bacino della "Vallazza", che dagli anni '50 risentono degli scarichi degli insediamenti industriali ad esse prospicienti.

Tali aree rivestono una notevole importanza ambientale - naturalistica riconosciuta ai vari livelli dalla normativa vigente e, in particolare, dalla recente Deliberazione di Giunta Regionale 28 febbraio 2007, n. 8/4197 che ha individuato l'area dei laghi di Mantova quale area da proporre al Ministero per la sua classificazione come ZPS (Zona di Protezione Speciale) ai sensi della Direttiva 79/409/CEE.

Le aree oggetto della caratterizzazione, della messa in sicurezza e della bonifica comprendono lo Stabilimento petrolchimico, P.M.I., la Raffineria IES, le aree di deposito dei sedimenti di dragaggio e le aree fluviali e lacustri, ricadenti nel perimetro del SIN.

Sono in corso attività di messa in sicurezza d'emergenza delle acque di falda e di bonifica dei suoli su diverse aree private.

A seguito della sottoscrizione dell'Accordo di programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza e successiva bonifica del Sito di Interesse Nazionale di – Laghi di Mantova e Polo Chimico", sottoscritto in data 31 maggio 2007, sono stati avviati dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare piani di indagine e di progettazioni per la messa in sicurezza della falda sottostante l'area del petrolchimico e per lo studio sulla fattibilità di un intervento nelle aree lacustri e fluviali.

Perimetrazione del SIN

Caratteristiche e tipologia dell'inquinamento

Le indagini ambientali, condotte sin dagli anni '70, hanno evidenziato nei suoli una contaminazione da metalli pesanti, principalmente mercurio, per le aree lacustri e fluviali, nonché una rilevante presenza di idrocarburi, BTEX, Cloroformio e Dicloroetano nelle aree industriali.

Nei sedimenti sono stati riscontrati i seguenti inquinanti: metalli pesanti, solventi organici aromatici (stirene e cumene), idrocarburi leggeri e pesanti, IPA e PCB.

Nelle acque di falda è stata rilevata la presenza di contaminazione da metalli, idrocarburi, solventi aromatici, IPA

Il Sito, come illustrato in precedenza è stato esteso anche al Lago di Mezzo fino al limite delle relative sponde; tuttavia il **Ponte dei Mulini, spartiacque tra il Lago Superiore e il Lago di Mezzo, non risulta ricompreso all'interno del perimetro Interessato. Il "Vasarone" quindi si trova esterno al limite, seppur limitrofo, pertanto non appare soggetto alle restrizioni che interessano l'area contaminata.**

Corre l'obbligo inoltre di ricordare che l'intervento in progetto può essere ricompreso tra quelli previsti dall'art. 34, comma 7 della L. 164/2014 e s.m.i. che recita "*7. Nei siti inquinati, nei quali sono in corso o non sono ancora avviate attività di messa in sicurezza e di bonifica, possono essere realizzati interventi e opere richiesti dalla normativa sulla sicurezza nei luoghi di lavoro, di manutenzione ordinaria e straordinaria di impianti e infrastrutture, compresi adeguamenti alle prescrizioni autorizzative, nonché opere lineari necessarie per l'esercizio di impianti e forniture di servizi e, più in generale, altre opere lineari di pubblico interesse a condizione che detti interventi e opere siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudicano né interferiscono con il completamento e l'esecuzione della bonifica, né determinano rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area.*"

Le opere di ripristino funzionale, sia quelle inerenti il "**Lotto A**" che quelle inerenti il "**Lotto B**", del manufatto a sostegno del Lago Superiore denominato "Vasarone" resesi necessarie a seguito degli eventi sismici del 20 e 29 Maggio 2012 non interesseranno in alcun modo i sedimenti del Lago di Mezzo in quanto non sono previste operazioni di scavo di alcun genere e quindi non ci saranno interferenze con alcuna matrice ambientale; tutti gli interventi, anche per le opere provvisionali, saranno effettuati esclusivamente sul manufatto esistente che ha origine a partire dalla realizzazione del 1188 con successive ricostruzioni fino a quella definitiva databile 1848 e che è stato poi diverse volte ulteriormente ristrutturato e modificato fino agli anni '50 con la conclusione della "Grande Sistemazione Idraulica di Mantova" da parte del Ministero dei Lavori Pubblici. Come ricordato all'inizio del presente capitolo le fonti di inquinamento principali sono stati gli scarichi degli insediamenti industriali a partire dagli anni '50; pertanto si può affermare che il manufatto insiste su un sedime che non ha risentito dei fattori inquinanti essendo gli stessi successivi alla data di edificazione dell'opera.

La richiesta di competenza del progetto è stata trasmessa in via preventiva al Ministero dell'ambiente per la conferma dell'espressione favorevole di esclusione, come verbalmente anticipato ai funzionari di AIPO che hanno attivato una fase concertativa prodromica, come effettuato anche con Regione Lombardia, ARPA, ATS Val Padana e Comune di Mantova.

4. Autorizzazioni, intese, pareri, nulla osta, assensi comunque denominati preordinati alla realizzazione del progetto

Preso atto dell'urgenza dell'intervento, delle complessità operative e considerate le diverse esigenze degli Enti interessati, oltreché l'articolazione dei pareri da richiedere per realizzare l'opera, si è attivato preventivamente un continuativo e specifico processo concertativo al fine di orientare la progettazione secondo le indicazioni mano a mano fornite dagli Enti di controllo.

Il progetto definitivo/esecutivo è stato elaborato con una importante attività concertativa di circa 7 mesi durante i quali le impostazioni progettuali e le scelte principali sono state definite nei numerosi incontri effettuati con i vari Enti grazie alla disponibilità concessa.

Durante la fase concertativa il progetto è stato suddiviso in due lotti funzionali, rispettivamente il "**Lotto A**" ed il "**Lotto B**", sia per necessità operative/funzionali, sia per minimizzare i tempi e le fasi approvative ed esecutive.

Il "**Lotto A**", prioritario e urgente, è assai più rapido e semplice da autorizzare e realizzare, alla luce delle numerose riunioni effettuate e della concertazione attivata con AIPO.

Il "**Lotto B**" è caratterizzato da fasi e lavorazioni realizzative necessariamente consequenziali, assai più complesse e dispersive, come più articolata risulta anche la fase autorizzativa.

Entrambi i lotti sono caratterizzati dalla stessa procedura approvativa ed interesseranno gli stessi Enti di competenza in quanto i vincoli territoriali sono uguali.

La procedura approvativa del progetto risulta complessa ed interessa numerosi Enti territorialmente competenti.

Il progetto definitivo/esecutivo, come evidenziato nei paragrafi precedenti, appare conforme sia sotto l'aspetto territoriale/urbanistico, ambientale, paesaggistico ed infrastrutturale.

Il progetto interessa i vincoli e tutele di seguito elencati e pertanto dovrà essere assoggettato alle autorizzazioni/pareri degli Enti competenti correlati:

- Fiume Mincio - PAI (fascia A) e PGRA - Piano Valutazione e Gestione del Rischio Alluvioni – competenza idraulica – Ente: AIPO;
- Vincolo Monumentale e Tutela Archeologica – D.Lgs. 42/2004 – art.10 – Ente: Ministero Beni e Attività Culturali, Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio di Cremona, Lodi e Mantova;
- Vincolo Paesaggistico – DLgs. 42/2004 art.142 lett. f) – Ente: Ministero Beni e Attività Culturali, Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio di Cremona, Lodi e Mantova e Parco del Mincio;
- Rete Natura 2000 – SIC – ZPS – Riserva Naturale Valli del Mincio – Ente: Parco del Mincio;
- PTC Parco del Mincio – art.19 – compatibilità intervento – Ente: Parco del Mincio;
- S.I.N. (Sito Contaminato Interesse Nazionale) – Ente: Ministero Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – ARPA Lombardia – ATS Val Padana – R.L. — Comune di Mantova – Provincia di MAntova;
- Parere Ambientale – Ente: ARPA;
- Parere Igienico Sanitario – Ente: ATS Val Padana;
- PGT/PTR/PTPR /PTCP Conformità Urbanistica – Ente: Comune di Mantova;
- V.I.A. ai sensi della L.R 5/2010 e smi allegato B – tipologia 7 lettera O, il progetto rimane escluso dalla verifica di assoggettabilità a V.I.A. in quanto rientrante negli "Interventi di Manutenzione ed Adeguamento funzionale di opere per il contenimento dei livelli di piena";
- Cofinanziamento danni da sisma: Ente: Regione Lombardia – Struttura Commissariale per il Terremoto.

VALUTAZIONE DELLE PROCEDURE APPROVATIVE

Il soggetto proponente del progetto è AIPO che pertanto, ai sensi dell'art. 7 del D.P.R. 380/2001 e s.m.i., approverà il progetto Definitivo/Esecutivo previa validazione dello stesso. Per la complessità dei vincoli presenti per l'ottenimento di tutti i pareri, autorizzazioni e nulla osta, AIPO ha la possibilità di attivare la procedura della Conferenza dei Servizi (L.241/1990 così come modificata recentemente dal D.Lgs 30/06/2016 e s.m.i.). Essendo presenti vincoli di tutela ambientale, monumentale e paesaggistico-territoriale, la conferenza dei servizi potrà concludere i propri lavori con l'espressione finale di parere solamente nel termine di 90 giorni oltre ulteriori 10+5+10 o 25 giorni in caso di dissenso. I tempi risultano estremamente elevati rispetto alle necessità ed urgenze dell'Ente e pertanto non risultano compatibili con le necessità di ridurre i rischi tramite l'intervento di ripristino funzionale oggetto del presente atto.

A tal fine AIPO ha valutato l'opportunità, e ha disposto ai progettisti, di redigere direttamente il progetto Definitivo/Esecutivo in quanto la fase concertativa iniziale ha manifestato un orientamento favorevole rispetto al progetto, alla metodologia progettuale ed al procedimento approvativo di seguito proposto.

La complessità per l'ottenimento dei pareri ha obbligato i progettisti a ricercare una soluzione equilibrata in grado di contemperare alle esigenze sismiche, idrauliche, storico-paesaggistiche-monumentali, alle interferenze presenti, alle ciclabili esistenti oltreché di fruibilità da parte di AIPO delle aree.

Il progetto è interno al SIC/ZPS e assoggettato a VINCA e pertanto è stato redatto in conformità alle indicazioni del Piano di Gestione della riserva del Parco del Mincio, per minimizzare gli impatti soprattutto nella fase di realizzazione. A tal fine il progetto è stato completato con una componente specifica di analisi delle fasi di cantiere per minimizzare le interferenze con il sistema ambientale sopra citato. Il parere inerente la VINCA sarà richiesto al Parco del Mincio, essendo gestore del Piano.

Particolare attenzione è stata posta durante la redazione del progetto Definitivo/Esecutivo all'approfondita verifica preventiva e integrazione concertativa, della componente architettonica/paesaggistica con la Soprintendenza/Parco, alle interferenze infrastrutturali con FFss/Parco/Comune di Mantova, alle interferenze con il S.I.N. e con le reti di sotto-servizi presenti nelle aree di AIPO.

Analogamente si è operato con la Struttura Commissariale per il Terremoto di Regione Lombardia effettuando numerosi incontri e sopralluoghi, concertando i contenuti progettuali.

Preso atto dell'importante lavoro di concertazione effettuato durante la fase iniziale e fase progettuale, sentito di massima l'orientamento favorevole degli Enti competenti, AIPO ha la possibilità di richiedere il parere direttamente ai singoli Enti, cercando in tal modo di ridurre i tempi. Di conseguenza gli Enti a cui richiedere pareri di competenza sia per il "**Lotto A**" che per il "**Lotto B**" sono quelli di seguito elencati. I progettisti peraltro si sono resi disponibili a supportare l'Ente con tale procedura.

ENTE A CUI RICHIEDERE PARERE	COMPETENZE / COMMENTI
AIPO – Agenzia Interregionale per il PO. Ufficio Operativo di Mantova e Navigazione interna Vicolo Canove, 26 - 46100 Mantova	Parere di competenza, validazione e approvazione progetto quale Ente proponente
MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA, BELLE ARTI E PAESAGGIO DI CREMONA, LODI E MANTOVA Piazza Sordello, 40 - 46100 Mantova	Parere di competenza paesaggistico Parere di competenza monumentale/archeologico
PARCO DEL MINCIO Piazza Porta Giulia, 10 - 46100 Mantova.	Parere di competenza paesaggistico e sul PTC *Parere di esclusione dalla procedura di assoggettabilità alla VINCA quale* Ente competente Rete Natura 2000
REGIONE LOMBARDIA - SEDE TERRITORIALE di MANTOVA Ufficio Territoriale Regionale Val Padana - Mantova Corso Vittorio Emanuele, 57 - 46100 Mantova	Parere di competenza Struttura Commissariale per il sisma del 20 e 29 maggio 2012 Autorizzazione e concessione aree demaniali Sistema informatico SIPIUI
COMUNE DI MANTOVA Via Roma, 39 - 46100 Mantova	Parere di conformità urbanistica Occupazione aree comunali Interferenze infrastrutture e servizi
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque - Divisione III Bonifiche e Risanamento Via Cristoforo Colombo, 44 - 00147 Roma	Parere di competenza Sito Contaminato di Interesse Nazionale (SIN)
ARPA Lombardia Viale Risorgimento, 43 - 46100 Mantova	
ATS VAL PADANA Via dei Toscani, 11 - 46100 Mantova	
COMUNE DI MANTOVA Via Roma, 39 - 46100 Mantova	
REGIONE LOMBARDIA D.G. Ambiente, Energia e Sviluppo sostenibile	
PROVINCIA DI MANTOVA Servizio inquinamento e rifiuti	
TEA S.p.a. Via Taliercio, 3 - 46100 Mantova	Ente concessionato - comunicazione
R.F.I. S.p.a. – DIREZIONE TERRITORIALE DI VERONA Piazzale XXV Aprile, 6 - 37138 Verona	Ente concessionato - comunicazione

5. Descrizione del progetto

Prima di descrivere gli interventi relativi al presente progetto è utile e doveroso comprendere le necessità di funzionamento del manufatto per la regolazione e regimazione dei livelli idraulici del Lago Superiore e del Lago di Mezzo.

Come anticipato in precedenza il "Ponte dei Mulini è un manufatto realizzato per sostenere le acque del Fiume Mincio al fine di bonificare il vasto territorio denominato "Valli del Mincio"; risulta pertanto fondamentale garantire il mantenimento dei livelli idrici ricompresi tra quota +17.50 mslm e +17.80 mslm al fine di consentire un corretto regime idraulico nelle varie condizioni climatiche durante l'anno. Inoltre è altrettanto fondamentale il mantenimento dei livelli del "Lago di Mezzo" che in condizione ordinaria si attestano tra quota +14.20/14.50 mslm fino a poter raggiungere quota +17.50 mslm in condizione di piene straordinarie.

Pertanto risulta evidente come il manufatto di regolazione denominato "Vasarone" rivesta un compito strategico nella regolazione dei livelli sopra citati insieme a quello minore denominato "Vasarina" dove oggi è installata una centrale idroelettrica gestita da TEA S.p.a.

5.1. Lo stato attuale

Nella relazione storica si è potuto riscontrare come l'impianto originale del manufatto così come lo conosciamo oggi, almeno fino alla quota di sommità delle pile e delle spalle, è datato 1843. L'analisi della documentazione ritrovata evidenzia una struttura completamente in muratura fondata su un graticcio di pali e travi in legno; la tipologia edilizia è stata confermata dalle prove geologiche e materiche effettuate nella campagna di indagini promossa da AIPO.

Partendo quindi dagli strati più profondi le indagini e le analisi storiche hanno confermato la presenza, su tutta l'impronta del manufatto, di un sistema di sottofondazioni in legno sul quale è stata edificata una fondazione massiva in mattoni di laterizio dello spessore di circa 3,00 mt sulla quale, nei canali di scarico, è stata posizionata una soglia in pietra naturale. Su lato di valle, in corrispondenza del dissipatore, è stato rilevato un salto di quota di circa -1,10 mt rispetto al normale piano di scorrimento dell'acqua pari a quota +13.90 m slm; in questo caso i sondaggi non riscontrano la presenza della soglia in granito ma il piano di scorrimento è stato realizzato in mattoni che, è ragionevole pensare, si attestino alla medesima quota di imposta della fondazione del manufatto principale.

Veduta d'insieme del "Vasarone" dal Lago di Mezzo

Dalla quota di spiccato della fondazione si elevano due pile, anch'esse in muratura, che insieme alle spalle in Dx e Sx idraulica danno luogo a tre canali di scorrimento dell'acqua. I due canali verso la Dx idraulica hanno la medesima sezione di larghezza pari a 3,00 mt, mentre il canale verso la Sx idraulica (scarico principale) ha una larghezza di 4,50 mt. Sia le pile che le spalle presentano un rivestimento costituito da blocchi in pietra naturale dello spessore di 50 cm per un'altezza di circa 2,60 mt dal piano di scorrimento dell'acqua (Si denota la chiara intenzione dei progettisti del 1800 di impiegare un materiale meno fragile per quelle porzioni di manufatto normalmente a contatto con l'acqua in un ambiente soggetto a forte usura derivante dall'azione meccanica di abrasione del flusso d'acqua in scarico. É chiaro inoltre che i normali livelli di regolazione, soprattutto del "Lago Superiore", fossero sensibilmente diversi da quelli odierni).

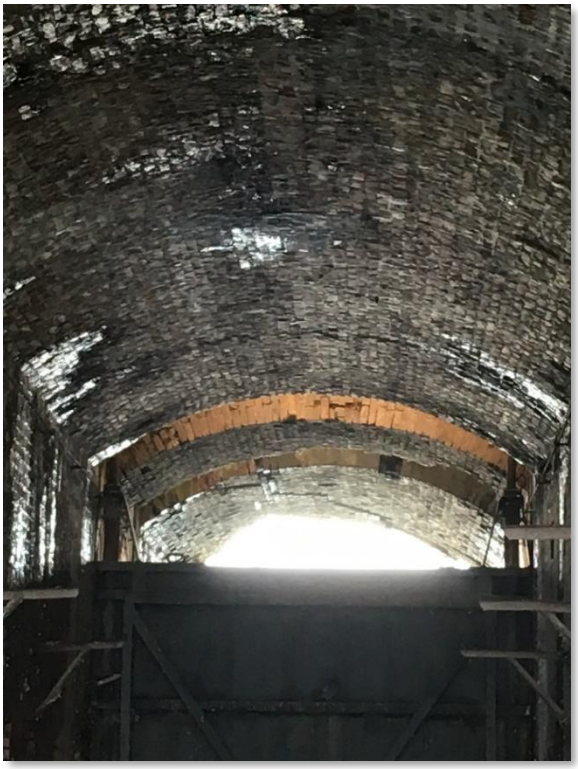
Canale di scarico principale e dissipatore in Sx idraulica visti dal Lago di Mezzo

Il dissipatore è contenuto in due muri andatori che emergono planimetricamente dal profilo del manufatto di circa 11,00 mt che convogliano le acque di scarico; i due muri sono costituiti sostanzialmente da blocchi in pietra naturale di circa 70,00 cm di spessore e sono coperti con un coperchio, sempre in pietra naturale dello spessore di 20,00 cm. In alcuni punti i blocchi di granito contrapposti sono stati saturati con muratori in mattoni pieni di laterizio disposta in maniera ordinata.

I due canali di scarico minori sono coperti con volti in muratura a sesto ribassato dello spessore di 50,00 cm e successivo reinterro con materiale inerte sciolto fino al raggiungimento dell'imposta delle pavimentazioni esistenti.

Per quanto concerne la copertura del canale di scarico principale corre l'obbligo di precisare che successivamente al termine della seconda guerra mondiale sono stati effettuati importanti interventi di ammodernamento dell'impianto di scarico.

Originariamente l'opera di regolazione presentava tutte le paratoie posizionate verso il lato di monte. Le due paratoie più piccole erano localizzate all'interno di un edificio, mentre la paratoia principale era lasciata all'aperto; un edificio omologo a quello di monte era stato edificato anche verso il lato di valle con la funzione di alloggio del custode. Con i lavori del "sistema della difesa idraulica della città di Mantova" ad opera dell'ex Genio Civile poi Magistrato per il Po, la conformazione della parte di manufatto al di sopra del piano viario viene stravolta; l'edificio di monte viene abbattuto, la sede viaria allargata dal lato di monte e la paratoia principale viene trasferita dal lato di valle (le gargamature della paratoia principale sono tutt'ora visibili sotto il piano viario attuale). La nuova sede viaria viene realizzata con una soletta in calcestruzzo armato dello spessore di circa 50,00 cm e pavimentata con cubetti in porfido tutt'ora presenti sotto l'attuale manto in conglomerato bituminoso (vedi carotaggi).



Volta di copertura in mattoni dei canali di scarico minori

Solaio di copertura in c.a. del canale di scarico principale

Solaio di copertura in acciaio e laterizio del canale di scarico principale

Attorno alla nuova localizzazione della paratoia principale viene edificato in adiacenza all'esistente casa del custode l'attuale edificio a protezione dell'elemento di regolazione. Il solaio di calpestio di questo edificio è realizzato con una struttura portante principale in travi di acciaio con interposti tavelloni in laterizio, soletta di completamento in calcestruzzo armato e pavimentazione con marmette di cemento. In corrispondenza delle murature a "scavalco" del canale sono state realizzate delle travi in calcestruzzo armato così come a ridosso del vano di corsa della paratoia. La struttura in elevazione è costituita da mattoni pieni in laterizio da tre teste intonacati con intonaco cementizio. In corrispondenza della paratoia sono stati realizzati dei ringrossi di ulteriori tre teste sui quali appoggia il castello di sostegno della stessa. La copertura ha una struttura principale costituita da una capriata in legno e da quattro puntoni che definiscono le diagonali del tetto a padiglione; questi ultimi sostengono un'orditura secondaria con funzione di rompitratta e i travetti, anch'essi in legno. Tra i travetti sono stati posizionati dei tavelloni in laterizio con rasatura superficiale, guaina impermeabilizzante e tegole in laterizio tipo "marsigliesi". Completano l'opera le lattonerie di convogliamento delle acque meteoriche in acciaio.

Veduta d'insieme del locale di alloggiamento della paratoia principale da ex S.S. 62

Solaio di copertura in legno e laterizio del locale di alloggiamento della paratoia principale

Successivamente alla realizzazione del nuovo edificio, quando la necessità di avere una custodia continua delle paratoie non fu più fondamentale, l'edificio con l'abitazione del custode venne demolito.

Sul lato di valle, in epoca più recente, è stata poi aggiunta una porzione di solaio, in corrispondenza dei due canali di scarico minori, costituito da travetti il laterocemento e interposti tavelloni con getto di completamento in calcestruzzo. Detto solaio ha tutt'oggi la funzione di sostenere un cunicolo con all'interno una tubazione dell'acquedotto gestita da TEA S.p.a.

Solaio di supporto tubazione TEA S.p.a.

Solaio di supporto tubazione TEA S.p.a.

Altri interventi succeduti negli anni hanno portato al tamponamento, realizzato con blocchi semipieni di laterizio, di alcune finestrature.

Tamponamento delle aperture originarie con elementi in laterizio semipieno

Gli ultimi interventi significativi, oltre alle normali operazioni di manutenzione ordinaria, sono quelli legati alla realizzazione della pista ciclopedonale costruita in fregio alla ex S.S. 62. Vista l'impossibilità di realizzare un passaggio sicuro per l'utenza ciclopedonale in fregio all'edificio si è optato per concedere l'attraversamento dello stesso andando a realizzare un tunnel verso il lato di valle aprendo due varchi nelle murature di larghezza pari a 265 cm. Il tunnel è stato poi tamponato orizzontalmente con un solaio il calcestruzzo e verticalmente con una parete in muratura di laterizio semipieno.

Veduta d'insieme del locale di alloggiamento della paratoia principale da pista ciclopedonale

Particolare del passaggio della pista ciclopedonale

5.1.1. Lo stato di conservazione

Per descrivere lo stato di conservazione del complesso bene in oggetto è utile e necessario suddividere lo stesso in parti d'opera; operazione funzionale anche per la successiva descrizione degli interventi di recupero.

Gli elementi principali che si possono individuare sono i seguenti:

- opere di regolazione idraulica (paratoie con le relative gargamature, castelli di sostegno e opere elettromeccaniche);
- manufatto di scarico;
- edificio di contenimento della paratoia principale;
- aree esterne di valle;
- aree esterne di monte.

5.1.1.1. Opere di regolazione idraulica

Le opere di regolazione idraulica sono costituite da n. 3 paratoie "a ghigliottina", installate negli anni 60', che vanno ad occludere, secondo necessità (vedi schema di regolazione idraulica indicato all'inizio del capitolo) i tre canali di scarico. Tutte le paratoie sono costruite in carpenteria metallica verniciata ma hanno principi di funzionamento differenti in funzione delle luci che devono occludere.

Le due paratoie più piccole (circa 300 x 400 cm) sono posizionate verso il lato di monte, nella posizione originaria del 1843. Le gargamature originali sono state sostituite con elementi in acciaio UNP 200 collegati alla struttura in pietra mediante un getto in calcestruzzo. La movimentazione del manto avviene mediante l'impiego di un motore elettrico con riduttori che azionano delle "viti senza fine". Tutto l'impianto di movimentazione è istallato su due travi in acciaio UNP 220 fissate a pilatri in calcestruzzo armato di dimensioni 50 x 50 cm. Lo scorrimento e la tenuta delle paratoie avviene per attrito della battuta laterale con il gargame. Sia la struttura delle paratoie che le gargamature denunciano uno stato di degrado avanzato essendo presenti fenomeni di ossidazione ed usura estesi. Inoltre gli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012 hanno indotto fenomeni deformativi nei castelli di sostegno tali da impedire le normali operazioni di manovra; infatti i riduttori sono installati su sensori di consenso alla manovra che garantiscono la corretta discesa della paratoia senza creare frizioni o forzature. A seguito dell'evento sismico, durante le normali operazioni di manutenzione, si è potuto constatare che durante la discesa delle paratoie il consenso alla manovra veniva negato. Le indagini successive hanno evidenziato che in alcuni punti delle gargamature le paratoie vanno a strisciare contro le guide generando un attrito acciaio-acciaio (le guarnizioni sono ormai usurate) che non riesce ad essere vinto dal sistema di controllo elettro meccanico. Questo fenomeno è legato anche a un lieve disassamento dell'allineamento dei gargami dovuto anch'esso all'evento sismico.

Veduta d'insieme dei castelli delle paratoie minori da ex S.S. 62

Veduta d'insieme dei castelli delle paratoie minori dal Lago Superiore

Come anticipato in precedenza il compito principale del "Vasarone" è quello di sostenere i livelli idrici del Lago Superiore ed impedire un deflusso troppo rapido delle acque nel Lago di Mezzo. A seguito della "Grande sistemazione della difesa idraulica della città di Mantova" le portate che devono essere gestite oggi consentono di effettuare la regolazione utilizzando alternativamente lo scarico principale o i due scarichi minori. Per ovviare quindi al problema di non poter garantire la chiusura tempestiva e completa delle due paratoie minori si è optato, in attesa dell'intervento di ripristino, di forzare la chiusura delle stesse.

La paratoia principale (circa 530 x 400 cm) è posizionata verso il lato di vale, in una nuova posizione rispetto alla posizione originaria del 1843, infatti nel dopoguerra, contestualmente all'allargamento della sede carrabile della ex S.S. 62 si è provveduto al trasferimento dello sbarramento nella posizione odierna. Sono state realizzate delle nuove gargamature che successivamente sono state rivestite con elementi in acciaio UNP 220 e lamiera sagomata dello spessore di 7 mm; il fissaggio dei gargami è avvenuto mediante tassellature diametro 18 mm disposte su due file una a monte e una a valle del gargame con interasse di circa 40 cm. La movimentazione del manto avviene mediante l'impiego di un motore elettrico con riduttori che azionano delle catene. Tutto l'impianto di movimentazione è istallato su due travi in acciaio UNP 240 che appoggiano su dei ringrossi della muratura costituente l'involucro dell'edificio di alloggiamento; i ringrossi, di dimensioni 45 x 100 cm, sono costituiti da mattoni pieni in laterizio rivestiti con intonaco. Collegata alle travi di sostegno della paratoia è presente anche una passerella, sempre in acciaio, che facilità le operazioni di ispezione e manutenzione degli organi meccanici; a questa si accede mediante scala alla marinara. Lo scorrimento, diversamente dalle altre due paratoie, avviene mediante l'ausilio di ruote in acciaio, mentre la tenuta avviene per attrito della battuta.

Paratoia principale

Locale quadri elettrici e di comando

Sia la struttura delle paratoie che le gargamature denunciano uno stato di degrado avanzato essendo presenti fenomeni di ossidazione ed usura estesi. Inoltre gli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012 hanno generato la deformazione dei riscontri di battuta della tenuta idraulica oltre che un lieve disassamento dell'allineamento dei gargami. I danni subiti hanno in seguito generato una degenerazione ulteriore dei gargami che vengono usurati in maniera non uniforme dalle ruote di scorrimento, soprattutto in seguito all'installazione del sistema di telecontrollo coordinato con la regimentazione della centrale idroelettrica della "Vasarina".

Oggi, per garantire un flusso continuo di acqua alla turbina della centrale e contemporaneamente mantenere i livelli idrici dei Laghi, la regolazione sia delle paratoie della "Vasarina" che di quelle del "Vasarone" è gestita da un software che privilegia l'alimentazione della centra idroelettrica mantenendo quindi normalmente aperta la regolazione della "Vasarina" e continuando ad operare movimenti sulla paratoia del "Vasarone" per gestire il deflusso.

Paratoia di regolazione "Vasarina"

Questo incremento di movimenti rispetto al passato ha indotto una degenerazione più rapida degli elementi costituenti il sistema già sottoposti ad una significativa usura

I danni riscontrati alle battute laterali oggi non garantiscono più la perfetta tenuta laterale della paratoia; evidenza di questo si è avuta durante l'esecuzione delle prove materiche durante le quali è stato impossibile realizzare alcuni carotaggi in corrispondenza del canale principale per la continua corrente generata dalla seppur limitata trafilatura d'acqua.

Sulle strutture in acciaio sono state effettuate delle prove di durezza dalle quali si è ricavato il carico di rottura a trazione; la media delle resistenze dedotte risulta pari a 485 MPa che correlata alla classificazione odierna dell'acciaio si inserisce tra un S275 e un S355.

5.1.1.2. Manufatto di scarico

Il manufatto di scarico, fino alla quota di imposta dei solai, come descritto in precedenza è costituito sostanzialmente da due materiali principali:

- mattoni pieni di laterizio;
- blocchi di pietra naturale.

Dai rilievi risulta evidente come sia costituito da elementi massicci di elevato spessore. I carotaggi effettuati hanno evidenziato come il materiale contenuto nella parte più interna del manufatto abbia mantenuto delle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche analoghe al prodotto "nuovo", pertanto il degrado ha interessato sostanzialmente gli strati superficiali dell'opera. Per quanto è stato possibile osservare i fenomeni di degrado delle parti verticali del manufatto sono sostanzialmente riconducibili a:

- RIVESTIMENTO IN PIETRA
  - **Colonizzazione biologica** di alghe su di una fascia di circa 20 cm sopra il livello dell'acqua lungo tutto il perimetro;
  - **Macchie diffuse** su tutta la superficie dei rivestimenti dovuta all'esposizione agli agenti atmosferici, allo smog e al percolamento.
- STRUTTURA MURARIA VERTICALE
  - **Disgregazione** diffusa dei giunti di malta;
  - **Mancanze** di una porzione di toro in pietra localizzate in due punti a monte;
  - **Mancanze** di materiale fittile soprattutto nel lato di monte;
  - **Colonizzazione biologica** diffusa di licheni (solo sul fronte a valle);
  - **Colonizzazione biologica** da parte di vegetazione arbustiva diffusa su tutto il manufatto;
  - **Macchie (e colature)** per lo più dovute a percolamento;
  - Probabilmente in alcuni punti anche **depositi/croste** sempre conseguenti a percolamento;
  - **Macchie** nella parte inferiore dei tori in pietra;
  - **Depositi** di guano nelle parti coperte.
  - Nei prospetti interni dei tre fornici, per quanto è stato possibile indagare, risultano **macchie, croste, depositi** o altro (Vista l'attuale complessità nell'accedere all'interno dei canali di scarico si provvederà ad integrare lo stato di degrado dei suddetti elementi una volta iniziate le attività di cantiere a seguito del prosciugamento dei fornici).

Per quanto concerne le coperture si possono distinguere vari elementi che hanno subito fenomeni di usura e degrado differenziati. I due canali minori in destra idraulica sono coperti con volti in muratura a sesto ribassato dello spessore di 50,00 cm; questi ultimi, oltre ai problemi di degrado superficiale richiamati nell'elenco seguente presentano problemi di ammanchi di materiale soprattutto nella porzione di monte, in corrispondenza degli alloggiamenti delle paratoie e delle gargamature per l'inserimento dei panconi oltreché nella zona terminale della bocca di presa.

Ammanchi di muratura sui canali di scarico secondari

Ammanchi di muratura sui canali di scarico secondari

Questi ammanchi, seppure in parte già presenti prima del 20.05.2012, hanno subito un significativo peggioramento a seguito degli eventi simici del 20 e 29 Maggio 2012 soprattutto nella parte iniziale dei canali dove si è innescato un processo degenerativo che, come una reazione a catena, ha portato al sistematico crollo periodico di porzioni di copertura.

Ammanchi di muratura sui canali di scarico secondari

Ammanchi di muratura sui canali di scarico secondari

Le porzioni terminali delle coperture dei due canali minori presentano una marcata eterogeneità nelle tecnologie costruttive. Un primo intervento, probabilmente coevo alla realizzazione della copertura del canale principale, ha prolungato la copertura di circa 165 cm realizzando una trave in calcestruzzo armato di testata e una soletta con un fondello in laterizio e un getto integrativo in calcestruzzo. In epoca successiva, per favorire il posizionamento della tubazione dell'acquedotto tutt'oggi presente, si è prolungata nuovamente la copertura di ulteriori 115 cm circa predisponendo due travetti semiprefabbricati con fondello in laterizio a scavalco delle luci con interposti tavelloni in laterizio e getto integrativo in calcestruzzo.

Solaio di supporto tubazione TEA S.p.a.

Cunicolo di alloggiamento della tubazione TEA S.p.a.

Il canale di scarico principale, probabilmente in origine lasciato scoperto e dotato di ponte levatoio in legno, oggi presenta due tipologie di copertura:

- una soletta in calcestruzzo armato dello spessore medio di 50,00 cm (le indagini effettuate hanno potuto verificare la qualità del calcestruzzo impiegato che presenta una resistenza di circa 41,55 MPa che correlata alla classificazione odierna del calcestruzzo corrisponde a un C 32/40. La prova ha verificato anche l'assenza di carbonatazione. Non è stato possibile effettuare un rilievo di dettaglio dell'armatura contenuta nella soletta) in corrispondenza del sedime stradale della ex S.S. 62. La sovrastruttura è costituita da uno strato originario di cubetti in porfido sui quali è stato poi realizzato l'odierna pavimentazione in conglomerato bituminoso;
- un solaio con struttura mista costituito da travi in acciaio HEA 240 poste ad interasse di circa 1,00 mt, tavella in laterizio dello spessore di 3,00 cm costituente il fondo del solaio (cassero a perdere) e un getto integrativo in calcestruzzo armato (le indagini effettuate hanno potuto verificare la qualità del calcestruzzo impiegato che presenta una resistenza di circa 28,3 MPa che correlata alla classificazione odierna del calcestruzzo corrisponde a un C 20/25. La prova ha verificato anche la presenza di carbonatazione per una profondità di circa 32 mm. Non è stato possibile effettuare un rilievo di dettaglio dell'armatura contenuta nella soletta. Per le travi in acciaio si ipotizza il medesimo materiale impiegato per le paratoie in quanto gli interventi risultano coevi) in corrispondenza dell'edificio di contenimento della paratoia principale. La sovrastruttura è costituita un pavimento in marmette di cemento; nella porzione adibita a pista ciclopedonale è stata poi realizzata una pavimentazione in conglomerato bituminoso. Per la realizzazione del solaio, dalla quota di imposta dei tori in pietra naturale, si è provveduto al rialzo della pila mediate completo riempimento con muratura in mattoni pieni di laterizio, mentre per la spalla sono stati realizzati dei baggioli di appoggio delle travi sempre in mattoni pieni di laterizio.

Solaio di copertura in c.a. del canale di scarico principale

Solaio in acciaio e laterizio del canale di scarico principale

Per quanto è stato possibile osservare i fenomeni di degrado delle parti orizzontali del manufatto sono sostanzialmente riconducibili a:

- STRUTTURA MURARIA ORIZZONTALE
  - **Mancanze** di materiale fittile soprattutto nelle volte a monte;
  - **Macchie (e colature)** per lo più dovute a percolamento.
  - Probabilmente in alcuni punti anche **depositi/croste** sempre conseguenti a percolamento;
  - Nelle volte interne dei due fornici minori, per quanto è stato possibile indagare, risultano **macchie, croste, depositi** o altro (Vista l'attuale complessità nell'accedere all'interno dei canali di scarico si provvederà ad integrare lo stato di degrado dei suddetti elementi una volta iniziate le attività di cantiere a seguito del prosciugamento dei fornici).

- OPERE IN CALCESTRUZZO e SOLAIO IN LATEROCEMENTO
  - **Colonizzazione biologica** diffusa di licheni (solo fronte a valle);
  - **Distacchi e lacune** nei copriferri sulle travi e sulle solette;
  - **Fratture** e in alcuni punti **mancanze** di materiale dei tavelloni in laterizio;
  - **Corrosione** dell'acciaio d'armatura e dell'acciaio da carpenteria;

È presente inoltre un fenomeno di degrado, particolarmente evidente nel canale di scarico principale, legato all'instaurarsi di vortici d'acqua in corrispondenza della gargamature nel lato di monte. In condizioni di scarico minime e cioè quando le paratoie sono sollevate di qualche decina di centimetri si innesca una circolazione vorticosa dell'acqua, che viene risucchiata sul fondo, in corrispondenza delle gargamature interessando un'area che si estende per circa 2,00 mt a monte degli stessi. Questo fenomeno ha indotto una forte erosione del materiale fittile presente nella zona; infatti il rivestimento in pietra naturale è limitato a quota +16,50 mslm mentre la normale regolazione dell'acqua è a quota +17,50 mslm.

Non è stato riscontrato un quadro fessurativo particolarmente significativo e non coerente con gli eventi sismici del 20 e 29 Maggio 2012.

5.1.1.3. Edificio di contenimento della paratoia principale

L'edificio di contenimento della paratoia principale viene edificato in adiacenza all'allora esistente casa del custode oggi demolita. Il solaio di calpestio è già stato ampiamente descritto nel capitolo precedente; è indispensabile aggiungere che in corrispondenza delle murature a "scavalco" del canale sono state realizzate delle travi in calcestruzzo armato, a sostegno dell'elevazione, così come a ridosso del vano di corsa della paratoia (si ipotizza che queste ultime siano state realizzate per consentire l'estrazione in parti della paratoia dal portone esistente.

La struttura in elevazione è costituita da mattoni pieni in laterizio da tre teste intonacati con intonaco cementizio. In corrispondenza della paratoia sono stati realizzati dei ringrossi di ulteriori tre teste sui quali appoggia il castello di sostegno della stessa.

Dalle ricostruzioni storiche e fotografiche, oltreché dai numerosi sopralluoghi effettuati è stato possibile osservare che le attuali aperture presenti nelle pareti dell'edificio sono totalmente difformi all'origine. In origine erano presenti due ordini di finestre posizionate sulle pareti Est e Ovest, delle aperture nella parete Sud adiacente la casa del custode e il portone sulla parete Nord.

Sulla parete Est erano presenti n. 4 finestre di dimensioni 90 x 200 cm a quota 1,00 mt dal piano di calpestio e altrettante finestre di dimensioni 90 x 140 cm a quota 4,80 mt dal piano di calpestio; di tutte queste aperture oggi permangono solo due finestre a quota 4,80 mt con serramenti in alluminio anodizzato mentre le altre aperture sono state tamponate con blocchi semipieni di laterizio.

Sulla parete Ovest erano presenti n. 3 finestre di dimensioni 90 x 200 cm a quota 1,00 mt dal piano di calpestio e altrettante finestre di dimensioni 90 x 140 cm a quota 4,80 mt dal piano di calpestio; di tutte queste aperture oggi permangono solo due finestre a quota 4,80 mt con serramenti in alluminio anodizzato mentre le altre aperture sono state tamponate con blocchi semipieni di laterizio.

Veduta d'insieme del locale di alloggiamento della paratoia principale dal Lago di Mezzo

Veduta d'insieme del locale di alloggiamento della paratoia principale da ex S.S. 62

Tamponamento delle aperture originarie

Tamponamento delle aperture originarie

Sulla parete Nord era presente un portone di dimensioni 180 x 250 cm originariamente chiuso con una serranda avvolgibile; a tutt'oggi è presente il medesimo portone però tamponato con due ante in acciaio verniciato.

Sulla parete Sud erano presenti una porta di dimensioni 105 x 235 cm alla quota del piano di calpestio che probabilmente comunicava con la casa del custode e un'apertura di dimensioni 105 x 130 cm a quota 3,50 mt dal piano di calpestio che probabilmente dava accesso alla terrazza di copertura della casa del custode; entrambe le aperture sono state tamponate con blocchi semipieni di laterizio.

Tamponamento delle aperture originarie

Portone d'accesso sulla parete Nord

La copertura ha una struttura principale costituita da una capriata in legno e da quattro puntoni che definiscono le diagonali del tetto a padiglione; questi ultimi sostengono un'orditura secondaria con funzione di rompitratta e i travetti, anch'essi in legno. L'essenza con cui sono stati realizzati gli elementi strutturali è riconducibile all'Abete Bianco e secondo le prove effettuate è possibile classificare gli elementi in classe C14, Categoria II, classe di utilizzo 1. Tra i travetti sono stati posizionati dei tavelloni in laterizio con rasatura superficiale, guaina impermeabilizzante e tegole in laterizio tipo "marsigliesi". Completano l'opera le lattonerie di convogliamento delle acque meteoriche in acciaio.

Struttura di copertura in legno e laterizio

Gli ultimi interventi significativi, oltre alle normali operazioni di manutenzione ordinaria, sono quelli legati alla realizzazione della pista ciclopedonale costruita in fregio alla ex S.S. 62. Vista l'impossibilità di realizzare un passaggio sicuro per l'utenza ciclopedonale in fregio all'edificio si è optato per concedere l'attraversamento dello stesso andando a realizzare un tunnel verso il lato di valle aprendo due varchi nelle murature di larghezza pari a 265 cm. Il tunnel è stato poi tamponato orizzontalmente con un solaio il calcestruzzo e verticalmente con una parete in muratura di laterizio semipieno intonacata.

Fronte Sud e con il passaggio della pista ciclopedonale

I fenomeni di degrado relativi al presente edificio sono sostanzialmente riconducibili a:

- ESTERNO
  - **Macchia** *(o **alterazione cromatica**)* diffusa su tutta la facciata esposta ad Est;
  - **Colonizzazione biologica** di licheni diffusa su tutta la facciata esposta ad Est;
  - **Colonizzazione biologica** di muffe lungo lo sporto di gronda e in prossimità delle aperture delle finestre;
  - **Colonizzazione biologica** di erbacee e arbusti lungo il basamento;
  - **Macchia** compatibile con un **fronte di risalita** sul prospetto Ovest;
  - **Distacchi** e **lacune** dell'intonaco nella fascia basamentale;
  - **Graffiti** sui prospetti Sud e Ovest;
  - Assenza di alcuni elementi in laterizio costituenti in displuvi del manto di copertura.

- INTERNO
  - **Distacchi** e **lacune** dell'intonaco e dello strato di tintura;
  - **Macchie** da percolamento e da sporco;
  - **Depositi** di sporco e guano;
  - **Mancanze** localizzate di materiale fittile e calcestruzzo;
  - Ambiente favorevole alla proliferazione batterica sugli elementi lignei;
  - Localizzata possibile marcescenza delle "teste" delle travi principali all'innesto della muratura;
  - Lesioni localizzate in alcuni elementi lignei della copertura.

Non è stato riscontrato un quadro fessurativo particolarmente significativo e non coerente con gli eventi sismici del 20 e 29 Maggio 2012.

5.1.1.4. Aree esterne di valle

Nella zona di valle, ad Est della ex S.S. 62, è utile distinguere due zone da descrivere:

- zona a Nord dell'edificio di contenimento della paratoia principale;
- zona a Sud dell'edificio di contenimento della paratoia principale.

Nella zona Nord le aree esterne, che consentono l'accessibilità all'edificio tramite il portone precedentemente citato, sono completamente pavimentate con conglomerato bituminoso; una serie di dissuasori (panettoni) in calcestruzzo delimitano il percorso ciclopedonale. Verso il Lago di mezzo è presente l'originale muratura in mattoni pieni di laterizio intonacati di delimitazione della fortificazione di Cittadella dove sono tutt'ora presenti le feritoie dalle quali i soldati potevano colpire i nemici. Lo stato di conservazione della pavimentazione è discreto anche in considerazione della recente realizzazione mentre per quanto concerne la muratura di delimitazione è possibile osservare i seguenti fenomeni di degrado:

- **Colonizzazione biologica** diffusa di licheni (solo sul fronte a valle);
- **Colonizzazione biologica** da parte di vegetazione arbustiva diffusa;
- **Macchie (e colature)** per lo più dovute a percolamento;

- **Disgregazione** diffusa dei giunti di malta;
- **Macchie** sull'intonaco per lo più dovuto all'esposizione agli agenti atmosferici e allo smog;
- Lacune e distacchi dell'intonaco.

Muratura originaria in mattoni pieni sul lato Nord

La zona a Sud è un'area ben delimitata da elementi di varia natura.

Verso il Lago di Mezzo, nella porzione a scavalco dei canali di scarico minori, è presente un parapetto costituito da elementi in laterizio forati e intonacati di altezza pari a circa 100 cm con inserti in acciaio sulla parte sommitale; proseguendo verso la spalla Dx si trova un pilastro quadrato in mattoni pieni di laterizio da 3 teste di altezza 180 cm che successivamente si tramuta in un muretto di contenimento sempre in mattoni pieni di laterizio da 3 teste, sormontato da una copertina in materiale cementizio, di altezza 60 cm.

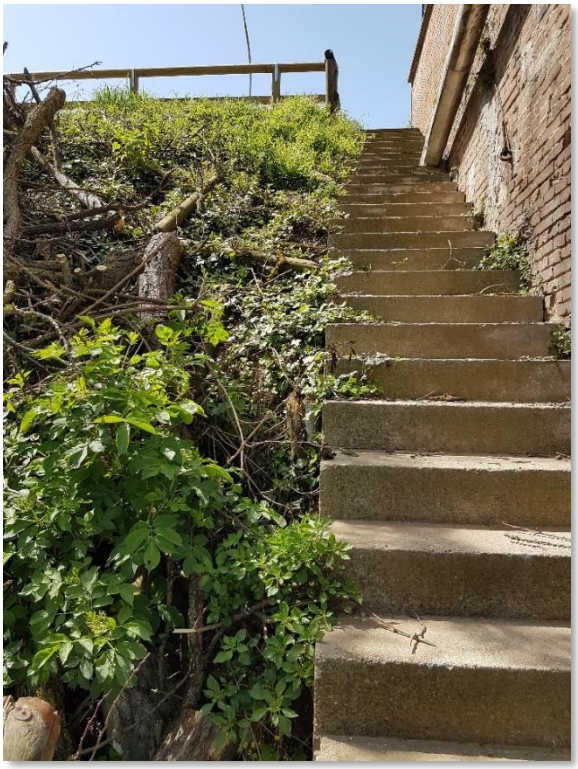
Parapetto in corrispondenza del cunicolo TEA S.p.a.

Recinzione in rete metallica plastificata e box idrometro

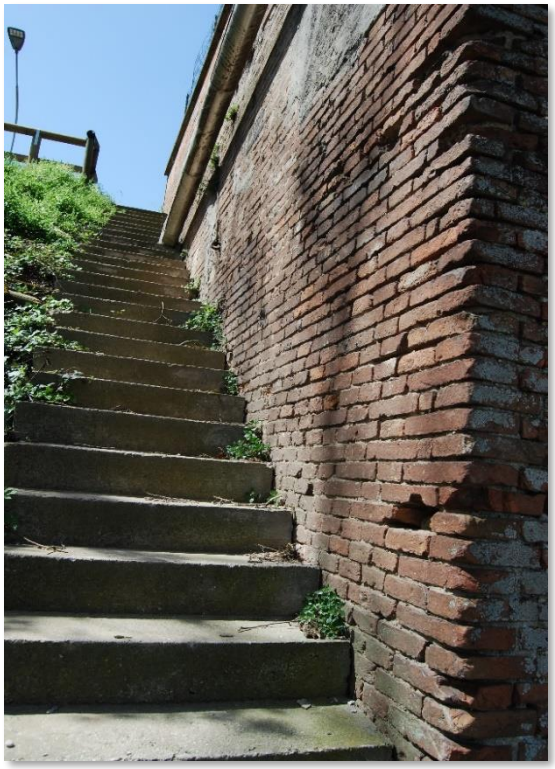
Recinzione in rete metallica plastificata e quadro acquedotto

Sopra il muretto è installata una rete metallica plastificata verde a maglie rettangolari sostenuta da montanti a "T" in acciaio ad interasse di circa 200 cm per un'altezza di circa 120 cm. Questa tipologia di recinzione, dopo circa 7,00 mt risvolta di 90° andando a chiudersi con l'attuale percorso ciclopedonale. All'interno della stessa è stata ricavata una nicchia in cui sono collocate le strumentazioni di controllo dei livelli idrici del Lago di Mezzo. In adiacenza alla recinzione parte una scala in calcestruzzo che conduce al piede del manufatto; quest'ultima è protetta da un parapetto in legno che oggi è stato divelto a causa di marcescenza della porzione innestata nel terreno. I fenomeni di degrado legati ai suddetti elementi sono riconducibili a:

- Colonizzazione biologica diffusa di licheni;
- **Colonizzazione biologica** da parte di vegetazione arbustiva diffusa;
- **Disgregazione** diffusa dei giunti di malta;
- **Macchie** sull'intonaco per lo più dovuto all'esposizione agli agenti atmosferici e allo smog;
- Lacune e distacchi dell'intonaco;
- **Macchie (e colature)** per lo più dovute a percolamento;
- Copertina in calcestruzzo soggetta a **colonizzazione biologica** diffusa di licheni e **fratture**;
- **Marcescenza** di elementi lignei costituenti parapetti.



Parapetto in legno crollato



Scala in calcestruzzo di accesso al Lago di Mezzo

Verso la ex S.S. 62, partendo dallo spigolo Sud/Ovest dell'edificio di contenimento della paratoia principale, è presente un cancello in acciaio verniciato a due ante di dimensioni 200 x 210 cm; proseguendo in direzione Sud si sviluppa per circa 10,00 mt una recinzione costituita da un basamento di circa 20 x 35/40 cm in calcestruzzo armato e da n. 5 pannelli in acciaio zincato di dimensioni 180 x 115 cm. I fenomeni di degrado legati ai suddetti elementi sono riconducibili a:

- Significativa azione di **disgregazione** del calcestruzzo;
- Fenomeni di **corrosione** sugli elementi metallici.

All'interno dell'area delimitata come sopra descritto trova localizzazione il percorso ciclopedonale pavimentato con conglomerato bituminoso e due aree sistemate a verde. Nell'area verde ad Ovest ci sono n. 3 colonnine dell'illuminazione segnapasso del percorso ciclopedonale, mentre nell'area ad Est sono individuabili un armadio in vetroresina contenente strumentazione elettrica, due coperchi in lamiera striata che coprono una cameretta in muratura dove è ubicata una valvola di intercettazione della linea dell'acquedotto e un cunicolo fuori terra in calcestruzzo dove è inserita la tubazione dell'acquedotto. I fenomeni di degrado legati ai suddetti elementi sono riconducibili a:

- Colonizzazione biologica diffusa di licheni;
- **Macchie** per lo più dovute all'esposizione agli agenti atmosferici e allo smog;
- **Scagliature** localizzate;
- Fenomeni di **corrosione** sugli elementi metallici.

Panoramica area esterna di valle in Dx idraulica

Cunicolo TEA S.p.a.

5.1.1.5. Aree esterne di monte

Nella zona di monte, ad Ovest della ex S.S. 62, è utile distinguere almeno tre diverse zone da descrivere:

- zona a Nord del manufatto di scarico;
- zona che insiste a cavaliere del manufatto di scarico;
- zona a Sud del manufatto di scarico;

La zona a Nord del manufatto di scarico è un'area sistemata a verde delimitata da due recinzioni. La recinzione in fregio alla ex S.S. 62, partendo dal pilastro di sostegno del castello di calaggio dei panconi del canale di scarico principale, è costituita da un cancello in acciaio verniciato ad un'anta di dimensioni 80 x 180 cm; proseguendo in direzione Nord è presente un pilastro in calcestruzzo armato di dimensioni 30 x 30 cm – h = 195 cm, poi si sviluppa per circa 6,00 mt una recinzione costituita da un basamento di circa 25 x 40 cm in calcestruzzo armato e da n. 3 pannelli in acciaio verniciato di dimensioni 190 x 120 cm. Ortogonalmente a quest'ultima, a chiusura sulla recinzione della linea ferroviaria, è posizionata una rete metallica a maglie romboidali e filo spinato sostenuta da montanti a "T" in acciaio ad interasse di circa 200 cm per un'altezza di circa 160 cm. I fenomeni di degrado legati ai suddetti elementi sono riconducibili a:

- **Colonizzazione biologica** diffusa di licheni sul calcestruzzo;

- **Macchie** per lo più dovute all'esposizione agli agenti atmosferici e allo smog sul calcestruzzo;
- **Scagliature** e **fratture** localizzate sul calcestruzzo;
- **Ossidazione** delle componenti metalliche e conseguente **distacco** della verniciatura.

Recinzione in calcestruzzo e acciaio in Sx idraulica

Recinzione in rete metallica in Sx idraulica

La zona a Sud del manufatto di scarico è un'area sistemata a verde delimitata da due recinzioni.

La recinzione in fregio alla ex S.S. 62, partendo dal pilastro di sostegno del castello di sostegno della paratoia del canale di scarico minore in destra idraulica, è costituita da un cancello in acciaio verniciato a due ante di dimensioni 200 x 180 cm;

proseguendo in direzione Sud è presente un pilastro in calcestruzzo armato di dimensioni 30 x 30 cm – h = 200 cm, poi si sviluppa per circa 7,00 mt una recinzione costituita da un basamento di circa 25 x 40 cm in calcestruzzo armato e da n. 3 pannelli in acciaio verniciato di dimensioni 220 x 120 cm.

Ortogonalmente a quest'ultima, a chiusura sulla recinzione della linea ferroviaria, sono posizionati n. 2 pannelli di grigliato elettrosaldato a maglie rettangolari zincati a caldo di dimensioni 150 x 160 cm. I fenomeni di degrado legati ai suddetti elementi sono riconducibili a:

- **Colonizzazione biologica** diffusa di licheni sul calcestruzzo;
- **Macchie** per lo più dovute all'esposizione agli agenti atmosferici e allo smog sul calcestruzzo;
- **Scagliature** e **fratture** localizzate sul calcestruzzo;
- **Ossidazione** delle componenti metalliche e conseguente **distacco** della verniciatura.

Recinzione in pannelli in acciaio elettrosaldati in Dx idraulica

Portoncino d'accesso in acciaio in Dx idraulica

Recinzione in calcestruzzo e acciaio in Dx idraulica

Nella zona che insiste a cavaliere del manufatto di scarico è individuabile una recinzione in fregio alla ex S.S. 62 costituita in origine da n. 9 colonne in pietra naturale di dimensioni 40 x 25 cm – h = 95 cm poste ad interasse di circa 2,35 mt collegate negli spazi vuoti da n. 3 tubi in acciaio verniciato diametro 50 mm e da un cordolo di base, sempre in pietra naturale di dimensioni 25 x 20 cm.

Successivamente, per rialzare la recinzione, alle colonnine sono stati fissati degli elementi tubolari in acciaio zincato 80 x 80 mm collegati con pannelli di grigliato elettrosaldato a maglie rettangolari, anch'essi zincati che estendo di ulteriori 200 cm l'altezza della recinzione. La recinzione così definita si collega a quelle individuate a Nord e a Sud del manufatto di scarico creando così un elemento continuo di protezione.

Recinzione in grigliato elettrosaldato di protezione dei castelli delle paratoie secondarie

Entrando dal portone posto nella recinzione a Sud possiamo individuare gli elementi di sostegno dei castelli delle paratoie minori (per queste ultime vedi descrizione di dettaglio) costituiti da n. 3 pilastri in calcestruzzo armato di dimensioni 50 x 50 cm – h = 300 cm posizionati a cavaliere delle feritoie di scorrimento delle paratoie.

Le feritoie sedi delle paratoie sono protette da elementi grigliati amovibili, incernierati da un lato, in acciaio verniciato, mentre le feritoie sedi dei panconi sono protette da un telaio in acciaio verniciato tamponato con pannelli in grigliato elettrosaldato a maglie rettangolari zincati.

Protezione delle feritoie di scorrimento dei panconi dei canali minori

Pavimento in pietra naturale

Attorno alla zona di movimentazione delle paratoie e dei panconi è presente una pavimentazione in pietra naturale e calcestruzzo, mentre la restante sona è sistemata a verde.

Panoramica della zona esterna di monte in Dx idraulica

Procedendo verso Nord si trovano gli elementi di sostegno del castello di calaggio dei panconi del canale di scarico principale costituiti da n. 2 pilastri in calcestruzzo armato di dimensioni 50 x 50 cm – h = 300 cm posizionati a cavaliere della feritoia di scorrimento dei panconi; essi sono sovrastati da n. 2 profili in acciaio UNP 220 affiancati.

La feritoia sede dei panconi è protetta da elementi grigliati amovibili, incernierati da un lato, in acciaio verniciato che riscontrano su una passerella di attraversamento del canale principale costituita da un telaio in acciaio verniciato e pavimentata con lamiere sempre in acciaio verniciato.

Protezione della feritoia di scorrimento dei panconi del canale principale

Passerella di attraversamento del canale principale

Passerella di attraversamento del canale principale

Una volta attraversata la passerella, a ridosso del portoncino posto nella recinzione a Nord, è presente nuovamente una porzione di pavimentazione in pietra naturale. I fenomeni di degrado legati ai suddetti elementi sono riconducibili a:

- Colonizzazione biologica diffusa di licheni;
- **Colonizzazione biologica** da parte di vegetazione arbustiva diffusa;
- **Macchie** per lo più dovute all'esposizione agli agenti atmosferici e allo smog sul calcestruzzo;
- **Ossidazione** delle componenti metalliche e conseguente **distacco** della verniciatura.

5.2. Interferenze

Nell'ambito del progetto si è proceduto ad una puntuale ricognizione delle interferenze con le reti tecnologiche e con le infrastrutture presenti nell'ambito delle opere da eseguire. Si è proceduto sia dalla conoscenza dei dati richiesti e raccolti che per mezzo di specifici sopralluoghi in situ.

Tenuto conto delle implicazioni progettuali, alla luce della documentazione in possesso circa i dati delle reti presenti sul territorio, è stato possibile attivare alcuni specifici sopralluoghi di verifica di modo da meglio conoscere le interferenze presenti con gli Enti gestori, in modo da assolvere a questa esigenza in modo coordinato. Gli Enti non sono stati in grado di garantire il posizionamento delle reti, in virtù della numerosa stratificazione e variazione succedutasi nel tempo.

Pertanto, in fase esecutiva, l'impresa dovrà preventivamente verificare la presenza/profondità delle reti tecnologiche con l'ausilio dei tecnici degli stessi Enti gestori.

Come risulta dallo specifico elaborato i principali sottoservizi rilevati sono i seguenti:

- rete di distribuzione dell'energia elettrica mediante cavo aereo che fornisce energia agli impianti elettromeccanici di gestione idraulica e a porzione dell'impianto di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale;
- rete di illuminazione pubblica stradale sul lato di monte, localizzata in banchina stradale; sono presenti n. 2 pali a ridosso del manufatto;
- rete di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale sul lato di valle; sono presenti n. 2 proiettori installati nel tunnel all'interno dell'edificio di alloggiamento della paratoia principale e delle colonnine in fregio al percorso ciclopedonale ad interasse di circa 5,00 m;
- rete di distribuzione del gas metano in media pressione sul lato di valle costituita da linea aerea AR125 incamiciata appesa al manufatto esistente;
- rete di distribuzione dell'acqua potabile sul lato di monte costituita da rete interrata AR150 con origine a ridosso del manufatto in dx idraulica e sviluppo verso il centro abitato di Cittadella attraversando il "Vasarone" in corrispondenza del marciapiede di monte;
- rete di distribuzione dell'acqua potabile con origine sul lato di monte in dx idraulica (banchina in terra) costituita da rete interrata AR400 che attraversa la ex S.S. 62 per terminare in un pozzetto 100 x 180 cm dove è presente una valvola di intercettazione. Da questa posizione la linea diventa aerea inserita in parte in un manufatto in calcestruzzo e successivamente appesa al manufatto di scarico fino al suo completo attraversamento dove ritorna interrata e prosegue verso Cittadella con tubazione GS400;
- rete per telecomunicazioni posizionata nella banchina bitumata e sotto il marciapiede dal lato di valle.

Per le lavorazioni che sono previste in progetto le interferenze che si possono riscontrare sono le seguenti:

- interventi edili sull'edificio di alloggiamento della paratoia principale che interferiscono con la linea aerea di alimentazione elettrica e con la rete di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale;
- interventi edili sul manufatto di scarico che interferiscono con la rete di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale, con la rete di distribuzione del gas metano in media pressione sul lato di valle costituita da linea aerea AR125 incamiciata e con la rete di distribuzione dell'acqua potabile sul lato di valle costituita da linea aerea AR400 inserita in parte nel manufatto in calcestruzzo e appesa al manufatto di scarico;

Non è previsto alcun altro tipo di interferenza con i sottoservizi rilevati.

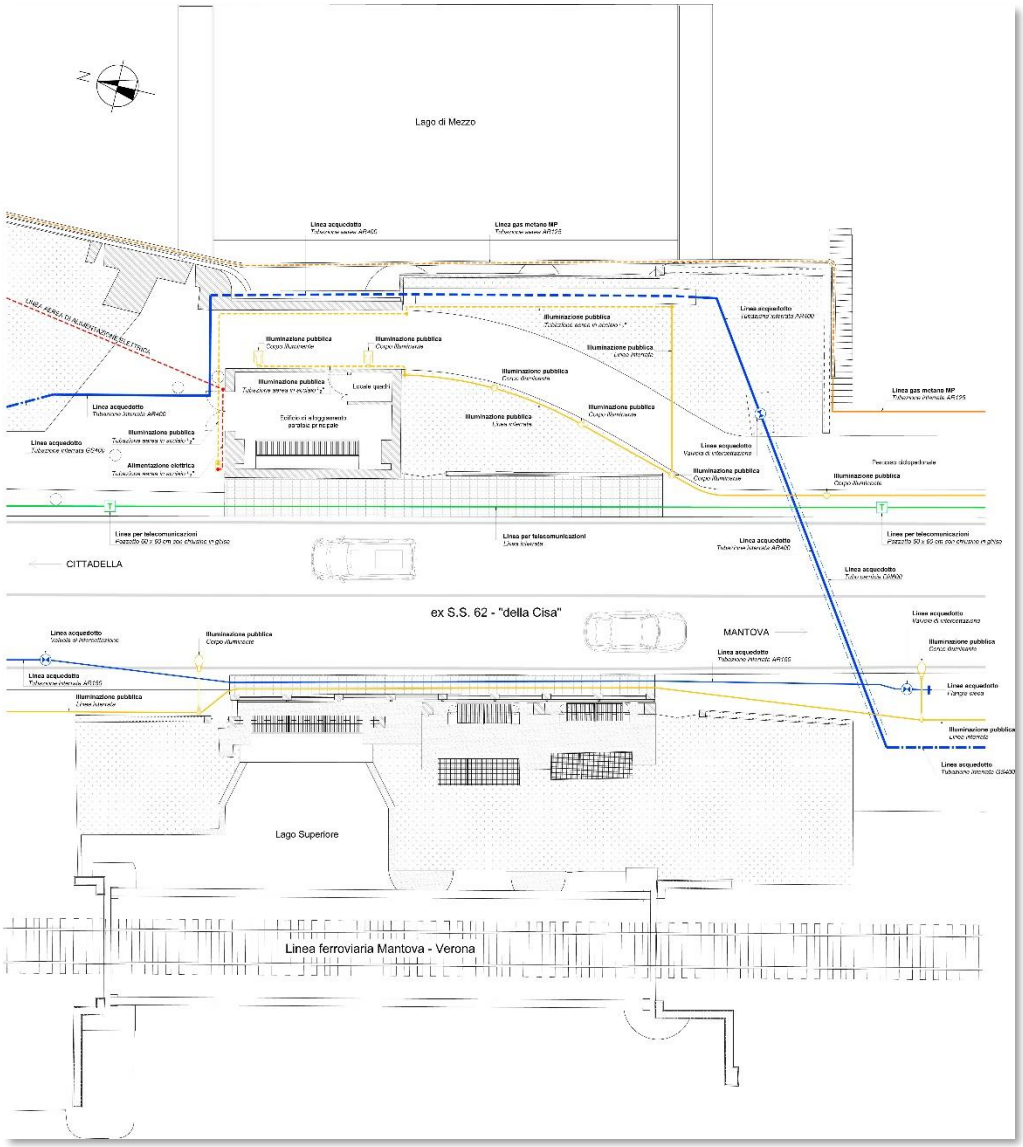
Entrambe le interferenze sono relative agli interventi da eseguire nel "**Lotto B**".

Nell'elaborato sopra richiamato sono rappresentate anche le infrastrutture che insistono o sono limitrofe al manufatto idraulico; esse sono:

- ex S.S. 62 "della Cisa";
- percorso ciclopedonale Mantova – Cittadella;
- linea ferroviaria Mantova – Verona.

Per le lavorazioni che sono previste in progetto le interferenze che si possono riscontrare sono le seguenti:

- il transito sulla ex S.S. 62 "della Cisa" non subirà normalmente limitazioni al traffico. Sarà necessario, in occasioni saltuarie, occupare la semicarreggiata o l'intera carreggiata. È previsto il rifacimento del manto d'usura nel tratto interessato dai lavori. Nel caso di occupazione della semicarreggiata si procederà ad operare mediante l'installazione di impianto semaforico provvisorio per regolare la circolazione con senso unico alternato. L'occupazione dell'intera carreggiata, e quindi l'interruzione totale del traffico, avverrà sempre in orario notturno e quindi con flussi di traffico ridotti. L'attività di occupazione della sede stradale sarà necessaria per lo svolgimento dei lavori sia del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**";
- il percorso ciclopedonale sarà interdetto al traffico e verrà completamente ricostruito nel tratto insistente sul manufatto idraulico. Il traffico ciclopedonale locale sarà deviato sul percorso Mantova – Peschiera. L'attività di occupazione della sede ciclopedonale sarà necessaria per lo svolgimento dei lavori sia del "**Lotto A**" che del "**Lotto B**";
- il transito sulla linea ferroviaria Mantova – Verona non subirà limitazioni al traffico.



Estratto della planimetria delle interferenze

5.3. Gli interventi in progetto

Come già ricordato in precedenza il "Ponte dei Mulini" è un manufatto realizzato per sostenere le acque del Fiume Mincio al fine di bonificare il vasto territorio denominato "Valli del Mincio"; risulta pertanto fondamentale garantire il mantenimento dei livelli idrici ricompresi tra quota +17.50 mslm e +17.80 mslm al fine di consentire un corretto regime idraulico nelle varie condizioni climatiche durante l'anno. Inoltre è altrettanto fondamentale il mantenimento dei livelli del "Lago di Mezzo" che in condizione ordinaria si attestano tra quota +14.20/14.50 mslm fino a poter raggiungere quota +17.50 mslm in condizioni straordinarie.

Pertanto gli interventi in progetto sono orientati prioritariamente all'adeguamento sismico del manufatto di scarico e delle opere di regolazione idraulica (paratoie con le relative gargamature, castelli di sostegno e opere elettromeccaniche) oltrechè al miglioramento sismico dell'edificio di contenimento della paratoia principale. Inoltre si provvederà ad un intervento di restauro del bene monumentale e di sistemazione e messa in sicurezza delle aree esterne di pertinenza.

5.3.1. La fase di analisi

Ai fini della progettazione degli interventi risulta fondamentale comprendere il comportamento delle strutture esistenti soggette alle azioni previste dalle normative vigenti in materia di strutture.

La normativa odierna in vigore è il D.M. 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni, entrata in vigore il 22.03.2018. Corre l'obbligo di precisare che l'affidamento dell'incarico di progettazione definitiva, esecutiva e di coordinamento della sicurezza in fase di progettazione è stato sottoscritto in data 20.12.2017 pertanto, ai sensi dell'art. 2 del D.M. 17 Gennaio 2018 che recita "*Art. 2 - Ambito di applicazione e disposizioni transitorie 1. Nell'ambito di applicazione del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, per le opere pubbliche o di pubblica utilità in corso di esecuzione, per i contratti pubblici di lavori già affidati, nonché per i progetti definitivi o esecutivi già affidati prima della data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1, si possono continuare ad applicare le previgenti norme tecniche per le costruzioni fino all'ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi. Con riferimento alla seconda e alla terza fattispecie del precedente periodo, detta facoltà è esercitabile solo nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro cinque anni dalla data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1. Con riferimento alla terza fattispecie di cui sopra, detta facoltà è esercitabile solo nel caso di progetti redatti secondo le norme tecniche di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008*….", la normativa di riferimento risulta essere il D.M. 14 Gennaio 2008.

Si è provveduto pertanto ad implementare l'analisi agli elementi finiti dell'opera per determinarne il livello di vulnerabilità e quindi definire le linee di intervento per procedere all'adeguamento sismico.

Le scelte preliminari di analisi sono state le seguenti:

- si è deciso di trattare la modellazione dei due elementi principali costituenti l'opera (manufatto di scarico ed edificio di alloggiamento della paratoia principale) in maniera separata in quanto le caratteristiche geometriche e di periodo proprio risultano verosimilmente dissimili;
- le anali sismiche sono state condotte a seguito della determinazione della Risposta Sismica Locale (RSL) a valle delle prove geologiche effettuate durante la campagna di indagini;
- per le caratteristiche di importanza che riveste l'opera di è deciso di stabilire, di concerto con il Committente, i seguenti dati di input:
  - Vn ≥ 100 anni (Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica);
  - Cu = 2 (con riferimento alla Classe d'uso IV);
  - Vr = 200 anni

I risultati di dettaglio delle analisi effettuate sono riportate nelle specifiche relazioni di calcolo; in sintesi è possibile affermare quanto segue:

- per quanto concerne le verifiche geotecniche si è provveduto alla verifica del rischio liquefazione; il risultato della verifica colloca l'opera in una fascia di rischio moderato con cedimenti attesi della fondazione nell'ordine di circa 20 cm;

- la verifica di vulnerabilità effettuata sul manufatto principale di scarico ha fornito un IPGA pari a 0,810. Le principali criticità riscontrate sono quelle relative ai fenomeni di pressolfessione fuori dal piano relativa alla pila di separazione dei due canali di scarico minori, soprattutto nelle zone terminali della stessa in prossimità della presa sul Lago Superiore e dello scarico nel Lago di Mezzo;
- la verifica di vulnerabilità effettuata sull'edificio di contenimento della paratoia principale ha fornito un IPGA pari a 0,468. Le principali criticità riscontrate sono quelle relative ai fenomeni di pressolfessione nel piano e fuori dal piano oltreché cinematismi di collasso locali scatenati da ribaltamento dei maschi per cerniere al piede.

5.3.2. Le scelte progettuali

L'analisi delle vulnerabilità sopra evidenziate ha indotto alle seguenti scelte progettuali:

- per quanto concerne le problematiche relative al rischio di liquefazione si ammette la possibilità di un cedimento dell'ordine di grandezza di quanto emerso nella verifica in quanto, per la tipologia di fondazione presente (elemento monolitico in muratura) e per l'uniformità delle stratigrafie rilevate dalle indagini geologiche, tale cedimento non differenziale non provocherebbe pregiudizio al funzionamento degli organi di regolazione idraulica. Pertanto non si prevede di intervenire con opere di consolidamento del terreno sottostante le fondazioni. Inoltre, il cedimento è compatibile con il franco idraulico oggi imposto di circa 35 cm rispetto i livelli idrici di monte; anche ammettendo il cedimento atteso di circa 20 cm rimarrebbe comunque un franco idraulico di 15 cm;
- per quanto concerne il manufatto di scarico, in considerazione dell'IPGA raggiunta, in virtù delle considerazioni sopra esposte e in base agli interventi ipotizzati e consentiti visto il vincolo imposto dalla Soprintendenza, si prevede di effettuare interventi localizzati e non particolarmente invasivi mirati ad eliminare l'eccessiva deformazione della pila di separazione dei due canali di scarico minori mediante la realizzazione di una soletta in calcestruzzo armato di collegamento con la spalla in Dx idraulica e l'altra pila oltre a interventi relativi al restauro del bene. Si prevede la completa sostituzione di tutte le paratoie e il rifacimento delle gargamature.
- per quanto concerne l'edificio di contenimento della paratoia principale, in considerazione dell'IPGA raggiunta, in virtù delle considerazioni sopra esposte e in base agli interventi ipotizzati e consentiti visto il vincolo imposto dalla Soprintendenza, si è optato per declassare la struttura rispetto ai parametri sismici sopra richiamati. La possibilità di declassare la struttura deriva dalla scelta di installare la nuova paratoia su una struttura completamente autonoma fondata sul manufatto di scarico e prevedere un sistema di protezione tale da preservare il funzionamento della stessa anche in caso di collasso dell'edificio che la ospita. Infatti la strategicità dell'opera è legata al mantenimento dei livelli idrici dei Laghi di Mantova e pertanto risulta fondamentale garantire il funzionamento delle paratoie e dei canali di scarico per le condizioni sismiche di riferimento. L'edificio quindi nella fase progettuale sarà rivalutato applicando, di concerto con il Committente, i seguenti dati di input:
  - Vn ≥ 50 anni (Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale);
  - Cu = 1 (con riferimento alla Classe d'uso II);
  - Vr = 50 anni

  Questa soluzione non consente comunque il raggiungimento dell'adeguamento sismico della struttura ma ne garantisce un miglioramento significativo (con un IPGA pari a 0,985).

5.3.3. La descrizione degli interventi

Per descrivere gli interventi della complessa opera idraulica di sostegno in oggetto è utile e necessario ripercorrere la suddivisione in parti d'opera già effettuata per descrivere il degrado. Inoltre nel seguito saranno evidenziati in modo chiaro e univoco gli interventi afferenti il "**Lotto A**" e quelli afferenti il "**Lotto B**".

Ricordiamo quali sono gli elementi principali che si possono individuare:

- opere di regolazione idraulica (paratoie con le relative gargamature, castelli di sostegno e opere elettromeccaniche);
- manufatto di scarico;

- edificio di contenimento della paratoia principale;
- aree esterne di valle;
- aree esterne di monte.

Nel seguito gli interventi saranno descritti come una successione di opere legate ad ogni singola parte del manufatto. L'effettiva successione degli interventi, suddivisa anche per lotti funzionali, sarà dettagliata nel cronoprogramma dei lavori anche in considerazione della necessità di operare la chiusura temporanea dei canali di scarico in fasi e tempi successivi legati anche alla stagionalità.

È fondamentale operare in condizioni di sicurezza sia per le maestranze impegnate nella realizzazione dei lavori che per la popolazione che soggiace alla regolazione idraulica dei Laghi di Mantova. Pertanto le diverse fasi di lavoro sono state studiate secondo le simulazioni implementate nello specifico elaborato "Relazione idraulica".

5.3.3.1. Opere di regolazione idraulica

Durante i sopralluoghi sono risultate subito evidenti le limitate dimensioni dei gargami delle attuali paratoie, e degli spazi a disposizione per la realizzazione degli interventi in progetto e per l'esecuzione, in futuro, di quelli di manutenzione.

In funzione di quanto osservato sul posto sono state fatte delle scelte progettuali fondamentali in base alle quali è stato poi sviluppato tutto il progetto delle opere idrauliche di regolazione.

La larghezza dei gargami, della paratoia principale, è di appena una ventina di centimetri e, di fatto, ha condizionato la realizzazione del sistema di ruote con il quale la paratoia si muove attualmente. Le ruote, infatti, sporgono molto poco dal telaio metallico della paratoia e bastano modeste deformazioni e/o modificazioni per comprometterne la loro corretta funzionalità. Oggi, nonostante le ruote possano girare liberamente, la struttura metallica striscia lungo i gargami ed i bordi metallici della paratoia sono visibilmente soggetti ad usura (i rivestimenti protettivi sono stati abrasi ed è ben visibile il metallo sottostante con il suo aspetto e il suo colore naturale, vedi le foto di seguito riportate).

Usura dei profili costituenti la paratoia principale

Ruote di scorrimento della paratoia principale

Gargamature della partoia principale

Struttura della paratoia principale

Rimuovere i gargami esistenti per sostituirli con elementi nuovi ma di analoghe dimensioni di fatto non darebbe vantaggi sostanziali e comporterebbe un lavoro assai lungo e meticoloso. Rispettare le dimensioni dei gargami esistenti, infatti, renderebbe particolarmente difficile realizzare un sistema di movimentazione delle nuove paratoie adeguato al raggiungimento degli obiettivi prefissati ed è per questo motivo che si è ritenuto di adottare un approccio totalmente nuovo e svincolato dalla situazione preesistente.

La scelta fondamentale alla quale si è accennato all'inizio del presente capitolo è stata proprio quella di non farsi condizionare dalle dimensioni dei gargami esistenti ma bensì di prevedere la realizzazione di strutture adeguate con un sistema di movimentazione in grado di garantire il loro corretto funzionamento praticamente in ogni condizione; risultato questo che costituirà certamente un enorme e significativo miglioramento rispetto alla situazione attuale.

A tale scopo è stato previsto che ogni paratoia sarà munita di un sistema di ruote che agirà in due direzioni perpendicolari tra loro garantendo, di fatto, il corretto assetto di ciascuna paratoia e quindi la sua mobilità e funzionalità. Le ruote "principali", che ruoteranno attorno ai loro assi, sostanzialmente paralleli alla relativa paratoia, consentiranno il movimento della paratoia stessa, in maniera analoga a quanto dovrebbe avvenire anche oggi, mentre, le ruote "secondarie" che gireranno attorno a un asse praticamente perpendicolare a quello precedente, parallelo quindi al flusso dell'acqua, contrasteranno il fenomeno "dell'impuntamento o ingallonamento" della paratoia stessa. Le ruote, su ciascun lato di tutte le paratoie, saranno posizionate alternativamente nelle due direzioni in modo da equilibrare le pressioni e garantire il loro corretto funzionamento. A tale scopo il numero complessivo delle ruote sarà tale da ridurre al minimo gli sforzi per la loro movimentazione in qualsiasi condizione.

Le ruote si muoveranno, nelle due direzioni, lungo delle sedi rialzate ("pattini") rispetto ai profili dei relativi gargami, questo per evitare che anche modesti assestamenti comportino lo strisciamento della struttura della paratoia come avviene, invece, attualmente.

Tutto ciò comporta però la necessità di realizzare dei gargami di dimensioni decisamente maggiori di quelli esistenti, e pertanto non si può prescindere dalla demolizione delle sedi attuali e dalla realizzazione di quelle nuove di dimensioni adeguate senza mettere in discussione l'affidabilità e la funzionalità del sistema che si andrà a realizzare, come d'altronde dimostra la situazione attuale. Gli interventi relativi alle gargamature dei canali di scarico minori saranno effettuati nel "**Lotto A**", mentre gli interventi relativi alle gargamature del canale di scarico principale saranno effettuati nel "**Lotto B**".

Preso atto di quanto sopra illustrato, il secondo obiettivo, comunque importante, e di ridurre per quanto possibile la vulnerabilità del sistema e di garantirne il funzionamento in qualsiasi condizione eccetto, ovviamente, che in concomitanza di eventi che comportino il totale collasso delle strutture o il verificarsi di deformazioni tali per le quali il sistema venga del tutto compromesso. A tale scopo è stata prevista la realizzazione di una gabbia metallica di protezione della struttura della paratoia principale e dell'impianto elettrico e di telecontrollo di tutte le paratoie (tale soluzione, più avanti, è illustrata dettagliatamente). La realizzazione della gabbia di protezione verrà effettuata nel "**Lotto B**".

Altri aspetti molto importanti sono:

- la necessità di realizzare la paratoia principale P3 in modo tale da poterla scomporre in due strutture metalliche separabili da assemblare poi in opera, come descritto dettagliatamente nei prossimi paragrafi insieme ai motivi di tale scelta;
- l'adeguamento/rifacimento dell'impianto elettrico e del telecontrollo alle nuove apparecchiature elettromeccaniche ed al nuovo impianto nel suo complesso. Durante la realizzazione del "**Lotto A**" sarà predisposto un sistema di controllo dedicato che dovrà gestire transitoriamente le nuove paratoie sui canali minori e la paratoia esistente sul canale principale. Questo sistema sarà poi dismesso a favore di un più completo e complesso quadro di gestione e controllo dei nuovi apparati nel loro quadro di funzionamento finale ("**Lotto B**");
- la realizzazione di un sistema alternativo di movimentazione delle paratoie, qualora venga a mancare l'energia elettrica, al fine di garantire la doppia sicurezza agli organi meccanici per assicurare in ogni evenienza la possibilità di effettuare le manovre di regolazione, in sicurezza, considerata l'importanza strategica dell'opera come già precedentemente accennato e come emerse nell'ambito dei "Lavori di ristrutturazione della difesa idraulica della città di Mantova";
- di facilitare l'esecuzione delle ispezioni e degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria che sono di fondamentale importanza per la durabilità delle opere che saranno poi effettivamente realizzate e per il livello della loro funzionalità ed affidabilità nel tempo.

È necessario precisare che, per esigenze della Committenza già richiamate in premessa, gli interventi in progetto saranno realizzati in due lotti funzionali distinti ("**Lotto A**" e "**Lotto B**"). Nel "**Lotto A**" dovranno essere eseguiti tutti gli interventi necessari a rendere pienamente operative le paratoie dei canali 1 e 2 di dimensioni più modeste (indicate con le sigle P1 e P2), la fornitura di tutti i panconi sia di monte sia di valle, la costruzione delle strutture di sostegno dei panconi di monte (PM1, PM2, PM3) e di tutti gli speroni in corrispondenza dello sbocco dei tre canali e la sistemazione dell'impianto elettrico a partire dall'imbocco del canale principale sino alle nuove paratoie P1 e P2. Nel "**Lotto B**" saranno eseguiti tutti gli interventi riguardanti il canale principale e la relativa paratoia di regolazione (denominata P3), la sistemazione della struttura civile all'interno della quale è collocata la paratoia P3, la realizzazione della struttura metallica di protezione dell'intero impianto all'interno del medesimo edificio, il completamento degli interventi di adeguamento dell'impianto elettrico e del suo collegamento alla rete esterna, gli interventi di adeguamento funzionale dei passi d'uomo per la manutenzione dei manufatti e degli impianti.

In particolare si precisa che, laddove è stato possibile, per ogni intervento, è stata indicata la fase in cui è stato previsto che venga realizzato, ma per consentire una più facile comprensione delle logiche di alcuni interventi in progetto questi non sono stati divisi in base alle fasi in cui saranno effettivamente eseguiti ma sono stati descritti nel loro complesso e si rimanda agli elaborati grafici per gli aspetti legati alle fasi di realizzazione delle singole parti che li costituiscono.

Di seguito sono illustrati gli aspetti più significativi degli interventi in esame.

Schema di riferimento

Per facilitare la lettura della presente relazione si ritiene opportuno inserire uno schema di riferimento nel quale sono riportate le sigle delle 3 paratoie e dei 6 panconi (3 di monte e 3 di valle) previsti in progetto con le relative dimensioni.

Partendo dalla destra (lato Mantova) e andando verso sinistra (lato Cittadella) le paratoie, tutte alte 4,20 m, sono:

- P1della larghezza di 3,14 m ("**Lotto A**");

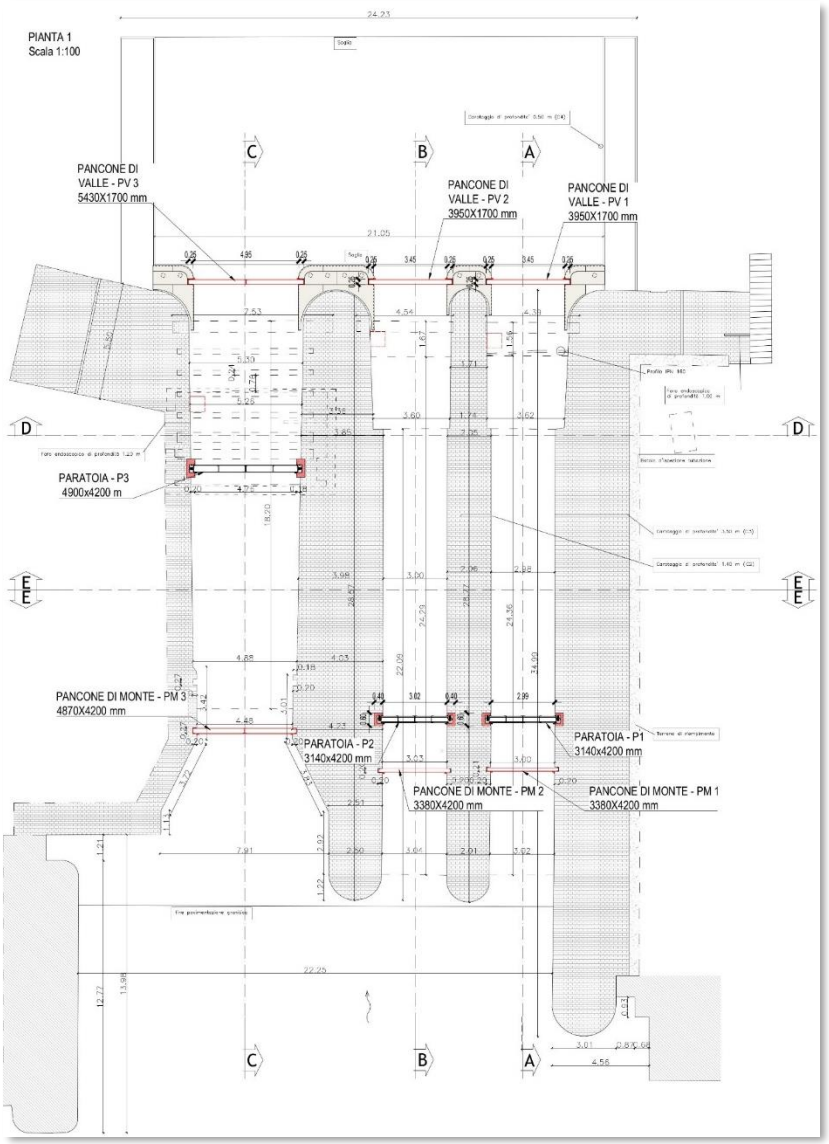
- P2 della larghezza di 3,14 m ("**Lotto A**");
- P3 della larghezza di 4,90 m ("**Lotto B**");

mentre i panconi di monte, sempre da destra (lato Mantova) verso sinistra (lato Cittadella), tutti alti 4,20 m, sono:

- PM1 della larghezza di 3,38 m ("**Lotto A**");
- PM2 della larghezza di 3,38 m ("**Lotto A**");
- PM3 della larghezza di 4,87 m ("**Lotto A**");

mentre i panconi di valle tutti alti 1,70 m, sempre nel medesimo senso, sono:

- PV1 della larghezza di 3,95 m ("**Lotto A**");
- PV2 della larghezza di 3,95 m ("**Lotto A**");
- PV3 della larghezza di 5,43 m ("**Lotto A**");



Aspetti legati alle demolizioni

Nel "**Lotto A**" è previsto che siano eseguite le rimozioni delle opere in c.a. e lo smantellamento delle strutture metalliche e degli impianti esistenti, per consentire la realizzazione delle nuove strutture e l'installazione a regola d'arte delle nuove paratoie P1 e P2 e dei nuovi panconi PM1, PM2 e PM3, mentre nel "**Lotto B**" sono previste le medesime attività riguardanti unicamente la paratoia principale P3.

Un aspetto particolare riguarda la rimozione dei grigliati e delle passerelle metalliche esistenti nella zona a monte. La passerella, il grigliato e le lamiere di copertura in corrispondenza ed a ridosso del pancone PM3 dovranno essere rimosse nel "**Lotto A**" per consentire la realizzazione della nuova struttura di sostegno e, poi successivamente, la posa in opera del nuovo pancone PM3. La passerella metallica esistente, attualmente in corrispondenza della struttura per il pancone PM3 dovrà essere rimossa in quanto non idonea e dovrà essere sostituita provvisoriamente da una passerella di cantiere di caratteristiche adeguate a consentire il passaggio da una sponda all'altra del canale principale. In tal senso potrà già essere realizzata nel "**Lotto A**" la parte della passerella che consentirà di scavalcare il canale principale, in quanto strutturalmente è un elemento a sé stante. La passerella sarà poi completata successivamente, nel "**Lotto B**", in quanto nella seconda fase dei lavori è previsto che saranno eseguiti alcuni interventi di sistemazione delle zone a lato del canale ed in tale occasione saranno anche rimossi e sostituiti i grigliati che coprono le aperture nelle volte dei canali in corrispondenza delle paratoie P1 e P2 e dei panconi PM1 e PM2 e sarà realizzata la passerella a servizio delle paratoie P1 e P2 e dei panconi PM1 e PM2 con la quale la passerella di servizio del pancone PM3 sarà raccordata con il pianerottolo previsto in corrispondenza della rampa di accesso della scala metallica anche questi da realizzarsi una volta conclusi gli altri lavori.

Gli attuali gargami della paratoia principale sono costituiti da un profilo UPN, nella parte più interna, raccordato, con il filo esterno delle strutture, da due profili a "L". Ciascun profilo UPN è fissato alla struttura muraria con due file di bulloni, entrambe interne al relativo gargame, mentre i due profili a "L" di raccordo sono fissati, ciascuno, con una sola fila di bulloni. Complessivamente, quindi, per il fissaggio di ciascun gargame vi sono quattro file di bulloni, due esterne (una a monte ed una a valle), ben visibili, e due interne seminascoste dalle catene. Le quattro file di ancoraggi sono state realizzate lungo una fascia della larghezza di una quarantina di centimetri.

I gargami delle paratoie P1 e P2 sono invece collegati alla struttura muraria da due file di ancoraggi, ciascuna, con barre filettate e dadi.

Rimuovere i gargami esistenti per sostituirli con elementi nuovi ma di analoghe dimensioni, come già accennato, di fatto non darebbe vantaggi sostanziali e comporterebbe un lavoro assai lungo e meticoloso.

Tenuto conto di quest'ultima considerazione e del fatto che i nuovi gargami avranno dimensioni diverse per rimuovere ogni gargame esistente saranno eseguiti tre tagli verticali con il disco; due a lato del gargame in questione (a monte e a valle) per la profondità necessaria ad una distanza tra loro tale da consentire poi la successiva posa del nuovo gargame, ed uno che collegherà i due tagli perpendicolarmente alla paratoia. I dischi muovendosi verticalmente nella parte superiore non avranno problemi in quando saranno liberi da vincoli di sorta mentre nella parte in basso dovranno essere fermati ad una distanza pari al raggio del disco al fine di evitare di tagliare inutilmente le murature sottostanti; per questo motivo la parte in basso dovrà essere demolita parzialmente a mano e/o utilizzando dischi di diametro inferiore eseguendo una serie di tagli più piccoli e quindi procedendo progressivamente con la demolizione a mano sino a ricavare la sede per la posa in opera dei gargami previsti in progetto.

Analogamente saranno demoliti i pilastri in calcestruzzo armato esistenti in corrispondenza del pancone di monte della paratoia principale (pancone PM3); di questi due pilastri quello verso la cittadella, attualmente, è parte del telaio della porta metallica esistente che consente l'accesso pedonale all'area recintata. Una volta realizzato il nuovo pilastro in acciaio la porta e la relativa recinzione dovranno essere risistemate. I nuovi pilastri di sostegno saranno realizzati tutti in acciaio.

Tutte le demolizioni, comprese quelle all'interno della struttura ove sono alloggiati i quadri e le strutture metalliche a servizio della paratoia principale (P3), dovranno essere eseguite con la massima cautela tenuto conto dello stato delle strutture che dovranno essere preservate e mantenute. Ragionevolmente i singoli elementi dovranno essere imbragati e tenuti in posizione quindi si procederà con tagli finalizzati alla sconnessione degli elementi che saranno poi movimentati e collocati all'interno del cantiere in una posizione idonea ad eseguire la demolizione dei singoli elementi sino ad ottenere la pezzatura ritenuta idonea per il trasporto alla loro destinazione finale.

Paratoie

Nel "**Lotto A**" saranno fornite, installate in opera e rese perfettamente funzionanti le paratoie P1 e P2 mentre nel "**Lotto B**" sono previste le medesime attività per la paratoia P3. Nel "**Lotto A**" saranno necessariamente realizzate le strutture di sostegno delle paratoie P1 e P2 e dei panconi PM1, PM2 e PM3 mentre la passerella di servizio prevista per i panconi e le paratoie all'imbocco dei canali 1 e 2 sarà realizzata, come già illustrato, nel "**Lotto B**" degli interventi contestualmente alla posa in opera dei nuovi grigliati dei panconi PM1 e PM2 e delle paratoie P1 e P2 ed agli interventi di sistemazione dell'area in progetto.

I panconi PM1, PM2, PM3 dovranno essere posti in opera nel "**Lotto A**" per poter realizzare gli interventi previsti in progetto per la posa in opera delle nuove paratoie P1 e P2 ed alla fine dei lavori dovranno essere sollevati e mantenuti in posizione per mettere in servizio le paratoie appena installate mentre, invece, il pancone PM3 dovrà poter essere abbassato, una volta finiti i lavori previsti nella prima fase, in modo tale da interrompere il flusso lungo il canale principale e dare, quindi, il via ai lavori da realizzarsi nella fase successiva degli interventi che riguarderanno la sua sistemazione e l'esecuzione di tutto il resto dei lavori previsti in progetto ed il completamento di quelli già in parte realizzati. Alla fine dei lavori previsti nel "**Lotto B**" l'impianto dovrà risultare realizzato a regola d'arte ed in conformità alle norme vigenti e dovrà essere reso perfettamente funzionante, operativo e collaudato in ogni sua parte e nel suo complesso (le parti realizzate nel "**Lotto A**", ovviamente, dovranno essere collaudate prima di entrare in servizio alla fine della relativa fase ed alla fine del "**Lotto B**" saranno riverificate nell'ambito delle verifiche che riguarderanno l'intero impianto).

Come già ricordato è fondamentale garantire il mantenimento dei livelli idrici a monte delle paratoie ricompresi tra le quote +17,50 m.s.l.m. e +17,80 m.s.l.m. mentre a valle i livelli normalmente si attestano tra le quote +14,20 e + 14,50 m.s.l.m. ma in condizioni di piena straordinaria possono raggiungere anche i 17,50 m.s.l.m.. Considerato che il piano di scorrimento dell'acqua a monte è di 13,95 m.s.l.m. e a valle è di 13,90 m.s.l.m., la sommità dei panconi a monte e delle paratoie di regolazione (tutti/e di 4,20 m di altezza corrispondente a quella attuale della paratoia principale), sarà pari all'incirca a 18,15 m.s.l.m. mentre quella dei panconi a valle, tutti alti 1,70 m, sarà pari a 15,60 m.s.l.m.. Quindi la sommità delle paratoie e dei panconi di monte garantirà un franco minimo di circa 35 cm rispetto al livello massimo di riferimento, mentre a valle, in condizioni ordinarie, il franco dei panconi supererà anche il metro di altezza.

Tutte le paratoie saranno motorizzate e saranno a tenuta in spinta sui tre lati e, come già precedentemente ampiamente illustrato, saranno tutte munite di un sistema di ruote disposte in direzioni perpendicolari tra loro per agevolare il movimento verticale e contemporaneamente prevenire l'impuntamento/ingallonamento laterale durante le manovre. Le ruote delle paratoie saranno realizzate in materiale autolubrificante per favorire il movimento verticale delle paratoie stesse.

Il movimento verticale di ciascuna delle paratoie di regolazione sarà comandato ed azionato da due vitoni non salienti disposti ad una certa distanza tra di loro in posizione simmetrica rispetto al baricentro della paratoia stessa in modo tale da avere un sistema di sollevamento il più possibile equilibrato. I vitoni lungo i quali, grazie alla vite senza fine, si muoverà la struttura della singola paratoia saranno normalmente alloggiati e protetti all'interno di tubi camicia posizionati nello spessore delle paratoie. Nella posizione di paratoia completamente aperta i vitoni saranno quasi completamente all'interno delle camicie di protezione e quindi saranno mascherati dal mantello della paratoia; al contrario con la paratoia completamente abbassata i vitoni saranno visibili, da una certa distanza, per tutta la parte che emergerà dal piano circostante. La rotazione ai vitoni sarà impressa dai riduttori che saranno a loro volta collegati agli attuatori da alberi di trasmissione connessi ai componenti meccanici mediante giunti (in totale per ogni paratoia sono previste due aste di trasmissione e quattro giunti).

Il movimento agli attuatori sarà impresso da motori elettrici ed in caso di emergenza da motori a scoppio o a batterie o anche manualmente mediante gli appositi volantini di manovra. I motori elettrici con i loro attuatori saranno posizionati centralmente rispetto alle paratoie ed ai vitoni per il sollevamento.

Ciascuna paratoia, in alternativa al volantino di manovra per la movimentazione manuale, sarà munita di un motoriduttore a scoppio (o eventualmente a batteria) per effettuare delle "manovre di emergenza" nel caso in cui l'alimentazione dei motori elettrici venga a mancare. In tal modo, avendo assicurato mediante le ruote disposte nelle due direzioni il movimento verticale delle paratoie e con gli attuatori di emergenza la possibilità di fornire energia al sistema, si ritiene di rispondere all'esigenza della doppia sicurezza.

Tutto gli organi in movimento saranno protetti da carter per motivi di sicurezza, in conformità alle leggi vigenti in materia, per evitare che si verifichino incidenti. I carter potranno essere rimossi per motivi di manutenzione solo in assenza di pericolo.

Come già accennato la paratoia principale P3 ("**Lotto B**") dovrà essere realizzata in modo tale da poterla scomporre in due strutture metalliche separabili da assemblare poi in opera, in quanto, tali elementi, dovranno essere movimentati all'interno dell'edificio esistente di contenimento della paratoia stessa, di dimensioni assai modeste, se paragonate a quelle della paratoia, ed anche le dimensioni degli accessi non sarebbero adeguati. Bisogna infatti considerare che l'attuale portone

sarà chiuso ed al suo posto sarà aperto un portone di dimensioni adeguate al quale si accederà però sempre attraverso la luce del sottopasso ciclopedonale la cui larghezza è attualmente di circa 2,65 m e l'altezza libera di passaggio è di 2,80/2,85 m. La rimozione e/o l'installazione in opera della paratoia, senza preventivamente scomporla in almeno due parti, inoltre, comporterebbe un'altezza delle strutture di sostegno della paratoia stessa, simile a quella dell'esistente, tale da renderle meno difendibili da eventuali crolli e quindi complessivamente il sistema sarebbe più vulnerabile. Per completare il quadro della situazione, le dimensioni della paratoia, 4,90 m di larghezza (circa 5.20 m comprendendo le ruote laterali) e 4,20 m di altezza, comporterebbero dei problemi anche per il trasporto in quanto ragionevolmente si tratterebbe di utilizzare un trasporto eccezionale o perlomeno, nella migliore delle ipotesi, si dovrebbe utilizzare un mezzo con il pianale ribassato.

Per le problematiche di trasporto appena illustrate è stato previsto di realizzare, nell'identico modo, anche, il pancone di monte PM3 ("**Lotto A**").

Evidentemente anche gli scudi o mantelli (dello spessore di 8 mm) della paratoia P3 e del pancone PM3 dovranno essere divisi in due parti. Nel punto di interruzione del singolo scudo (sia per la paratoia P3 sia per il pancone PM3) sarà inserita una guarnizione di tenuta idonea allo scopo, sistemata in corrispondenza del punto in cui i due elementi della struttura della paratoia/pancone saranno imbullonati tra loro con dadi, bulloni e rondelle in acciaio inossidabile. Tale soluzione è stata adottata per garantire la loro tenuta idraulica.

Le paratoie P1 e P2 ("**Lotto A**") che saranno collocate all'esterno dell'edificio, e i relativi panconi di monte avranno un'altezza di 4,20 m ed una larghezza all'incirca di 3,40 m; tenuto conto di tali dimensioni, per il trasporto, panconi e paratoie potranno essere posizionati inclinati all'interno del cassone del mezzo di trasporto e quindi non risulterà indispensabile prevederne la realizzazione in elementi da assemblare poi in cantiere.

Tenuta idraulica

Il sistema di tenuta idraulica in spinta di tutte le paratoie, lungo il loro perimetro di contatto, è quello di seguito illustrato.

La tenuta idraulica sul fondo sarà affidata ad una guarnizione in gomma neoprenica con profilo a nota musicale, che sarà risvoltata anche verso valle sino ai piatti di tenuta in bronzo previsti per tutta l'altezza della paratoia, mentre lateralmente, lato monte, saranno sistemate delle guarnizioni in piatto di adiprene che saranno estese sino al piano di battuta andando a completare il perimetro di tenuta con la nota musicale prevista sul fondo. Tutte le tenute in gomma, saranno fissate mediante piatti di ripartizione in acciaio e trattenute con viti d'acciaio inossidabile.

In progetto è stato previsto di realizzare una nuova soglia di battuta per ciascuna delle paratoie (P1, P2 e P3) per garantire una tenuta idraulica adeguata; qualora per vari motivi non fosse possibile porre perfettamente orizzontali le nuove soglie è stato previsto di posizionare un elemento metallico di spessoramento in modo da raggiungere lo scopo prefissato.

Il sistema di tenuta dei panconi di monte ha dovuto essere studiato tenendo conto che i gargami esistenti non potranno essere modificati. Il sistema previsto in progetto è praticamente uguale a quello delle paratoie fatto salvo che per la tenuta in spinta è stata prevista la posa di una guarnizione in neoprene al posto dei piatti di tenuta in bronzo. Dovendo posare in opera i panconi di monte senza poter realizzare delle ture adeguate non sarà possibile realizzare una perfetta tenuta idraulica sul fondo, perlomeno inizialmente, in quanto, a meno che non siano perfettamente orizzontali, facilmente vi saranno dei flussi sotto i panconi presumibilmente nella zona centrale. Una volta posizionato il pancone sarà però possibile, probabilmente, verificare la geometria effettiva della soglia esistente e realizzare un elemento di adeguamento del pancone stesso alla soglia in modo tale che una volta estratto ed eseguito il suo adeguamento ed adattando e riposizionando la guarnizione a nota musicale la volta successiva la sua tenuta idraulica sarà certamente migliore e comunque sarà nuovamente possibile verificare i punti in cui il risultato non sarà stato soddisfacente sino a quando non si raggiungerà lo scopo prefissato.

Per i panconi di valle è stato previsto un sistema analogo ma si deve considerare che in condizione ordinarie potranno essere soggetti ad una spinta da valle dai 30 ai 60 cm di acqua che potrebbe risultare insufficiente a generare la forza necessaria ad ottenere la tenuta; in tal caso si dovrà provvedere inserendo dei cunei tra i gargami e lo scudo in modo tale da generare la spinta sufficiente ad ottenere la tenuta idraulica voluta.

I panconi di monte non avendo ruote ed avendo a disposizione gargami piuttosto stretti dovranno essere posti in opera in presenza di acqua ferma in modo tale che le guarnizioni in gomma non si rovinino per lo scorrimento a "secco" sulle superfici non perfettamente lisce. Una volta in posizione potranno essere alzate le paratoie a valle e quindi i panconi saranno soggetti alla spinta dell'acqua da monte e le guarnizioni di tenuta inizieranno a svolgere la loro funzione. Il canale a questo punto, una volta che le acque saranno defluite a valle sarà accessibile ed ispezionabile ed anche, ovviamente, le paratoie e le relative guarnizioni di tenuta di fondo.

I nuovi gargami delle paratoie saranno in acciaio inox AISI 304L mentre le strutture delle paratoie saranno in acciaio S275JR e tutti i componenti saranno sabbiati e verniciati.

Tutti i gargami saranno limitati in altezza al piano circostante in quanto sia le paratoie sia i panconi quando saranno posizionate/i appena al di sopra della quota massima del pelo libero da garantire a monte saranno ancora inserite per più della metà della loro altezza all'interno dei relativi gargami e quindi non vi saranno problemi di "fuoriuscite" dalle relative sedi e contemporaneamente, quando invece dovranno essere estratte, sarà sufficiente che la loro soglia inferiore fuoriesca dal terreno per poterle estrarre lateralmente senza ostacoli di alcun genere.

Strutture portanti delle paratoie e dei panconi e passerelle di servizio

Come appena accennato, quando dovranno essere estratte le paratoie, o i panconi, sarà sufficiente che la loro parte inferiore fuoriesca dal terreno per poterle estrarre lateralmente senza ostacoli di alcun genere, ovviamente avendo preventivamente smontato gli elementi meccanici previsti per la loro movimentazione e la trave metallica, dal lato dove si intenderanno far uscire i panconi e/o le paratoie, sulla quale normalmente si appoggeranno le relative motorizzazioni o comunque i dispositivi per il loro sollevamento. Ciò consentirà di mantenere più basse e più leggere tutte le strutture metalliche di sostegno (travi e pilastri) ed anche quelle per accedere agli organi di manovra (passerelle di servizio).

Queste ultime sono sostanzialmente la passerella con la relativa scala di accesso per le paratoie P1 e P2 e i panconi PM1 e PM2 e PM3. Anche per accedere agli organi di manovra della paratoia P3 sarà installata una passerella mobile. Le passerelle verranno installate tutte nel "**Lotto B**".

Quest'ultima è stata progettata in modo tale da consentire l'estrazione della paratoia, quando sarà necessario, senza dover smontare un'altra struttura metallica fissa e contemporaneamente mantenere l'altezza della struttura di sostegno della P3 la più bassa possibile; la passerella metallica in questione sarà munita di ruote e sarà facilmente spostabile anche con l'ausilio del carroponte (la cui portata è tale che potrebbe sollevare l'intera passerella per spostarla ove si riterrà necessario) ed in concomitanza dello smontaggio della paratoia potrà addirittura essere portata totalmente all'esterno dell'edificio senza creare ulteriori problemi rendendo l'area interna totalmente sgombra e disponibile. In tal modo la maggior parte delle attività ordinarie potranno essere eseguibili con minori difficoltà direttamente dalla passerella, la cui stabilità sarà garantita dalle sue ruote che saranno tutte munite di freni.

Un aspetto particolarmente importante, come già accennato, è quello legato alla movimentazione della paratoia P3 rispetto ai suoi gargami (inserimento o estrazione) e riguarda appunto l'altezza della sua struttura di sostegno. Attualmente la paratoia principale è estraibile completamente dai suoi gargami ma per poter effettuare tale manovra la sua struttura di sostegno è molto alta e le travi sono appoggiate a pilastri in muratura a circa 5 m di altezza; di conseguenza tutti i dispositivi e meccanismi di manovra sono ancora ad una quota superiore. Si può quindi estrarre la paratoia totalmente montata ma poi per poterla portare all'esterno dell'edificio bisogna comunque smontarla e per farlo bisogna tenerla in posizione per eseguire la manovra in sicurezza. In caso di sisma tale sistema è molto vulnerabile e difficilmente difendibile. In progetto si è partiti dalla considerazione che per portare all'esterno la paratoia la si deve comunque smontare e quindi la cosa più comoda è farlo mentre è ancora in parte inserita all'interno dei gargami e solo nella misura minima per la quale la rimanente parte sarà trasportabile all'esterno senza ulteriori smontaggi.

Tale approccio consentirà di costruire una struttura di sostegno molto più bassa e quindi meno vulnerabile e più facilmente difendibile come sarà illustrato in dettaglio nei successivi paragrafi. Per i medesimi motivi è stata progettata una paratoia dotata di motore elettrico con viti non salienti per il suo funzionamento.

Tale approccio ha consentito di prevedere la struttura di sostegno della paratoia ad un paio di metri dal pavimento, ma per estrarre la parte più bassa della P3 dovrà essere smontato il motore ed il suo sistema di trasmissione e la trave di sostegno sul lato dell'estrazione. La procedura dovrà prevedere il sollevamento con il motore della paratoia sino al limite delle sue possibilità, a questo punto la parte inferiore della paratoia sarà agganciata in modo tale da sostenerla in maniera indipendente dalla sua struttura di sostegno. Si potrà quindi iniziare a smontare il sistema dei vitoni, della trasmissione e del motore in modo tale da poter estrarre i vitoni dai loro tubi di protezione (senza aver eseguito tale operazione è evidente che le due parti della paratoia, quella superiore e quella inferiore non sono separabili); da questo momento tutta la paratoia dovrà essere sostenuta in maniera indipendente. A tale scopo sono stati previsti due dispositivi, uno per lato, ai quali agganciare la paratoia lateralmente in testa alla sua parte inferiore al disopra delle prime ruote dell'elemento stesso che saranno collegati con ganci e funi a due punti fissi esterni per mantenere in posizione la paratoia. La parte superiore della paratoia sarà quindi agganciata al carroponte manuale, munito di un paranco a catena sempre manuale da 7.5 t, che una volta svincolata la parte superiore della paratoia la sposterà e la sistemerà in modo tale che potrà essere trasportata

all'esterno. Completata tale operazione, al paranco del carroponte sarà agganciata la parte inferiore della paratoia oramai smontata e il paranco solleverà quindi al disopra del pavimento l'elemento e lo sistemerà a sua volta per essere trasportato all'esterno.

Per la descrizione del carroponte si rimanda al relativo capitolo della presente relazione.

Le strutture di sostegno di tutte le paratoie e dei panconi di monte (poste all'esterno e visibili) saranno costituite da travi e pilastri, e saranno realizzate tutte in acciaio (quelle esistenti in c.a. saranno demolite) e tutti gli elementi metallici saranno realizzati in Cor-ten.

Gli elementi di appoggio dei motori, dei riduttori e di quant'altro potrà interferire con le operazioni di inserimento o di estrazione delle paratoie e dei panconi all'interno dei loro gargami dovranno essere totalmente rimovibili e pertanto non potranno essere saldate ma dovranno essere imbullonate.

Le strutture metalliche che saranno costruite all'esterno sono quelle previste per sostenere le paratoie P1 e P2 e le apparecchiature elettromeccaniche necessarie al loro funzionamento (motori, attuatori, riduttori, etc.) e quelle per consentire di mantenere appesi i panconi di monte di tutte le paratoie (PM1, PM2 e PM3) mantenendoli appena sopra il pelo libero in modo tale da poterli calare in qualsiasi momento con l'ausilio di paranchi manuali rimovibili di adeguata portata.

Per i panconi di valle non è stata prevista la realizzazione di strutture di sostegno per evitare il relativo impatto paesaggistico determinato oltre che dall'eventuale struttura di sostegno anche dai panconi stessi che sarebbero praticamente sempre completamente visibili, tenuto anche conto che il livello dell'acqua in corrispondenza degli scarichi in condizioni ordinarie è, come già accennato, nell'ordine di alcune decine di centimetri; in caso di necessità e di urgenza le panconature a valle potrebbero essere provvisoriamente costituite da assi da ponte incuneati all'interno dei gargami calandoli dall'esterno attraverso i passi d'uomo, dei quali nel "**Lotto B**" sono previsti interventi di adeguamento funzionale, per poter eseguire le ispezioni necessarie a tergo delle paratoie in assenza di flusso idrico.

I piani di appoggio delle nuove strutture dovranno essere adeguati. Come già accennato inizialmente per posizionare i nuovi gargami compatibilmente con le aperture superiori delle volte i pilastri esistenti delle paratoie P1 e P2 risulteranno disassati rispetto alle nuove paratoie e quindi è stata prevista la loro totale demolizione. I pilastri esistenti del pancone PM3 appoggiano su degli elementi in cemento, probabilmente armato, a loro volta appoggiati su mattoni (vedi foto di seguito riportate).

Sulla base di tali considerazioni è stata prevista la totale demolizione delle strutture in calcestruzzo armato esistenti a servizio delle paratoie P1 e P2 e del pancone PM3 e la regolarizzazione e sistemazione dei piani di imposta delle nuove strutture metalliche. Le sottostanti strutture in mattoni, se risulteranno non adeguate, dovranno essere risistemate in modo tale da costituire un solido ed affidabile piano di appoggio anche ricorrendo a tecniche di rivestimento con reti metalliche da inglobare successivamente in getti in calcestruzzo di pulizia e di regolarizzazione la cui entità allo stato attuale non è prevedibile. Tali interventi saranno da eseguire nel "**Lotto A**".

I pilastri metallici delle strutture di sostegno delle paratoie P1 e P2 e dei panconi PM1 e PM2, come già accennato saranno utilizzati anche per sostenere la passerella metallica prevista in progetto ("**Lotto B**"). Quest'ultima consentirà di accedere ai motori ed agli altri componenti meccanici, indispensabili per il funzionamento delle paratoie, a tutti i sensori e dispositivi necessari per la gestione in automatico ed in remoto del sistema stesso. La medesima passerella consentirà di lavorare in sicurezza qualora dovessero essere movimentati i relativi panconi di monte; questi normalmente saranno mantenuti appesi e fuori dall'acqua ma saranno visibili solo in parte in quanto la loro parte inferiore sarà mantenuta al di sotto del piano campagna circostante e l'impatto visivo sarà praticamente identico a quello delle corrispondenti paratoie che saranno mantenute in posizione alle medesime quote.

Sostanzialmente la loro presenza non determinerà un particolare impatto paesaggistico ma in compenso renderà più flessibile la gestione dell'impianto e faciliterà le attività di ispezione e di manutenzioni delle varie paratoie; al contrario se i panconi non fossero in posizione si dovrebbe provvedere ogni volta al loro trasporto ed alla relativa posa in opera ed alla fine eseguire le medesime operazioni al contrario con i relativi tempi e costi. Al contrario averli già in posizione consentirà di movimentarli semplicemente con l'ausilio di un paranco manuale sempre a disposizione all'interno dell'edificio della paratoia P3.

Pilastro esistente in sponda sinistra del pancone PM3

Pilastro esistente in sponda destra del pancone PM3

Per movimentare i panconi sarà necessario lavorare al di sopra della loro struttura di sostegno per agganciarli con il paranco o altri dispositivi analoghi per la loro movimentazione e a seconda dei dispositivi che saranno utilizzati in sommità ai telai di sostegno saranno sistemate delle piastre sempre rimovibili, per consentire di estrarre completamente i panconi, alle quali, di volta in volta sarà ancorata l'apparecchiatura che consentirà di calare/sollevare i singoli panconi.

Anche tutte le strutture metalliche di servizio esterne saranno in realizzate in Cor-ten, mentre quelle all'interno dell'edificio esistente saranno realizzate in acciaio di classe minima S275JR e tutti i componenti saranno zincati a caldo e verniciati. In ogni caso le caratteristiche dei materiali dovranno rispettare le indicazioni riportate sulle relative voci dell'elenco prezzi e del capitolato

Struttura di protezione (realizzazione prevista nel "Lotto B")

Analizzando l'edificio all'interno del quale sono presenti la paratoia principale, i quadri elettrici e quelli del telecontrollo di tutto l'impianto, dal punto di vista strutturale si è rilevato che nell'eventualità che si verifichi un sisma di una certa entità potrebbe non risultare adeguato. In concreto se oggi la struttura crollasse molto probabilmente mettere fuori uso la paratoia principale e interromperebbe l'alimentazione elettrica ed il telecontrollo anche delle paratoie presenti all'esterno.

Da tale situazione nasce il secondo obiettivo di notevole importanza, al quale si è già accennato inizialmente, che consiste nel ridurre la vulnerabilità del sistema che si può leggere anche come maggior garanzia, per quanto possibile, di funzionamento dell'intera opera di regolazione idraulica del Vasarone.

Non potendo perseguire l'obiettivo di adeguamento sismico richiesto per l'edificio di contenimento della paratoia principale per i motivi già citati in precedenza, per rispondere a tale esigenza si è immaginata e progettata una struttura metallica interna, totalmente indipendente dalla struttura in elevazione dell'edificio, rivestita da due reti metalliche con caratteristiche differenti. Una in grado di assorbire la caduta e sostenere le eventuali macerie l'altra più fine, stesa superiormente e a ridosso, per impedire che pezzi anche piccoli possano danneggiare i quadri o i meccanismi o comunque creare dei danni che potrebbero compromettere o limitare la funzionalità dell'impianto.

La rete principale prevista in progetto è a maglie romboidali, ad elevata resistenza, costituita da fili in acciaio di diametro non inferiore a 4 mm (tipo rete "Tecco") collegata tramite funi in acciaio da 12 mm di diametro e grilli alla struttura portante in carpenteria metallica.

Per assorbire l'energia degli eventuali blocchi che cadessero dall'alto le funi in acciaio perimetrali da 12 mm saranno corredate di dissipatori di energia in grado di "assorbire l'urto" evitando in tal modo che si verifichi un effetto di "ribalzo" o "fionda" del materiale proveniente dall'alto.

Per rendere più chiaro quanto si è immaginato, di seguito si inseriscono fotografie di interventi già realizzati il cui scopo, sostanzialmente, è il medesimo di quello del progetto in esame e cioè proteggere qualcosa dal crollo di una zona sovrastante e potenzialmente pericolosa.

Con tale soluzione si ritiene di aver dato una risposta adeguata alla problematica in questione.

La struttura metallica che costituirà lo scheletro del sistema di protezione sarà costituita da 6 pilastri e da 7 travi metalliche. Le travi metalliche di collegamento saranno poste al di sopra della sommità degli elementi verticali ai quali, una volta correttamente posizionate, saranno saldate; le travi saranno saldate anche tra di loro, oltre che ai pilastri, in modo tale da formare un telaio sufficientemente rigido. I due pilastri a ridosso della paratoia P3 costituiranno anche parte della sua struttura di sostegno ed in parallelo ai due pilastri a ridosso del portone reggeranno le travi che costituiranno le vie di corsa del carroponte (che è descritto nel relativo paragrafo della presente relazione) mentre gli ultimi due pilastri saranno totalmente esterni al locale, in cui è alloggiata la paratoia P3, ma all'interno dell'edificio stesso, ai lati della pista ciclopedonale, alle estremità del tratto in cui quest'ultima è coperta dal tetto del medesimo edificio, e la loro funzione sarà unicamente quella di sostenere la struttura di protezione in oggetto.

In corrispondenza delle piastre di appoggio dei pilastri della struttura metallica di protezione prevista in progetto dovranno essere eseguite delle sistemazioni in quanto gli appoggi lungo il lato destro del canale sembrerebbero appoggiare su una struttura omogenea ma quelli in sinistra, al contrario, si fonderanno su una struttura caratterizzata dalla presenza di aperture/nicchie come si vede chiaramente dalle foto di seguito riportate. Per questo motivo in corrispondenza degli appoggi delle pile si dovranno prevedere dei riempimenti in modo tale da creare dei piani di appoggio per quanto possibile omogenei. La soletta attualmente pare costituita da un piano di finito/sottofondo in cls che si appoggia su una soletta in cemento armato e da dei tavelloni in laterizio appoggiate/i entrambi alle piattabande di 4 travi in acciaio (HEA240) trasversali ed a due travi in c.a. (sempre trasversali) a monte e a valle che costituiscono l'orditura portante della soletta esistente. I vani vuoti in sponda sinistra hanno dimensioni in pianta di circa 63 cm di lunghezza per altrettanti di profondità/larghezza e circa 60 cm di altezza.

In progetto è stata prevista una sistemazione della soletta sia superiormente sia inferiormente per contribuire alla stabilità della struttura nel suo complesso. Per quanto riguarda i baggioli ci si limita ad indicare che saranno rimossi i tavelloni di rivestimento dell'intradosso della struttura esistente, si realizzeranno delle gabbie di armatura che saranno appoggiate su dei distanziali sistemati sulle piattabande delle travi in modo tale da creare un immorsamento laterale sopra le "ali" delle travi e saranno

realizzati degli ancoraggi ove possibile sul piano in mattoni e sulle pareti di fondo (quelle laterali essendo dei setti in mattoni di circa 38 cm di spessore non si ritiene di considerarli adeguati ed utili per questo tipo di ancoraggi).

Le pareti dei baggioli verso il canale saranno confinate per gran parte della loro altezza dalla soletta in calcestruzzo alleggerito prevista in progetto pertanto non si ritiene che vi saranno problemi di scivolamento in tale direzione ed essendo confinati sui restanti tre lati della struttura, di fatto, saranno semplicemente degli elementi di cemento armato confinati soggetti solo a sollecitazioni di compressione. Tenuto conto degli interventi si ritiene di riempire tutti e cinque i vani, anche se solo due saranno soggetti alle sollecitazioni indotte dalle strutture metalliche, per rendere la struttura la più omogenea possibile.

Una volta completata l'operazione però la spalla sinistra sarà se pur omogenea diversa da quella in sponda destra; tenuto conto però che la soletta esistente costituisce già di fatto una piastra di ripartizione dei carichi e stante l'entità delle sollecitazioni indotte dalle strutture metalliche, per tale aspetto, si ritiene che la struttura finale sulla quale si appoggeranno i pilastri metallici sia da considerarsi idonea allo scopo. L'armatura di tutti i baggioli/plinti/riempimenti sarà collegata a quella prevista all'intradosso della struttura. Tenuto conto che per una certa altezza i due getti saranno a contatto quando si getteranno i baggioli si dovrà provvedere a lasciare fuoriuscire i ferri di ripresa o forando i casseri o interponendo una rete fermagetto (tipo "nervometal"). I baggioli saranno gettati in opera infatti con calcestruzzo normale C30/37 S4, tenuto conto della oggettiva difficolta a vibrarlo adeguatamente, mentre all'intradosso della soletta esistente la sistemazione prevede, per ovvi motivi, l'utilizzo di calcestruzzo alleggerito.

Un ulteriore aspetto che incide sull'impostazione di 4 dei 6 pilastri metallici in questione è legato alla presenza della pista ciclopedonale che comporta un'analisi specifica di tale problematica. Se i pilastri venissero impostati sul piano di finito viabile della sistemazione prevista in progetto determinerebbero, con la larghezza delle relative piastre e l'ingombro dei fazzoletti di irrigidimento e delle barre filettate di ancoraggio, un'ulteriore riduzione della larghezza della pista. Per ovviare a ciò è stato previsto di impostare i pilastri, a lato della pista, al di sotto del piano di finito previsto in progetto in modo tale che a livello del piano viabile emergano solo i profilati metallici costituenti i pilastri. Il piano di imposta dovrebbe quindi essere abbassato di almeno 25 cm ma in tal modo si dovrebbe demolire la soletta esistente per circa la metà del suo spessore. La soletta esistente, ragionevolmente, però è ordita nel senso dell'interasse tra le travi metalliche, che è all'incirca pari ad 1.00 m, e quindi è presumibile che possa essere totalmente demolita, salvaguardando le armature strutturali e di ripartizione eventualmente esistenti, senza compromettere la sua stabilità. Peraltro, è prevista al suo intradosso la realizzazione di una nuova soletta in calcestruzzo alleggerito, in sinistra saranno riempite le nicchie esistenti sottostanti la soletta esistente mentre in destra saranno rimossi solo alcuni mattoni per raggiungere la quota prevista. Una volta inserire nelle strutture sottostanti le barre filettate che ancoreranno i pilastri su entrambi i lati si dovranno proteggere le parti filettate per consentire un domani una eventuale rimozione e si provvederà ad eseguire un getto di mascheramento e di rasatura che in futuro potrà essere demolito e rimosso per accedere nuovamente ai tirafondi dei pilastri.

Le barre filettate che ancoreranno le piastre e gli eventuali ferri della soletta esistente saranno inglobati quindi nei getti finali ma in sinistra è previsto, come già accennato, immediatamente al di sotto della soletta esistente, l'esecuzione di getti di

calcestruzzo per la formazione di elementi in c.a. di chiusura delle nicchie esistenti e per la costituzione di adeguati piani di imposta per i pilastri della struttura in esame (indicati come plinti/baggioli). In sinistra quindi gli eventuali ferri strutturali e di ripartizioni esistenti dell'attuale soletta, che dovranno essere preservati con la demolizione a mano localizzata e confinata dell'elemento in questione per tutto il suo spessore, saranno integrati con delle nuove barre che saranno raccordate e collegate con le armature dei getti di chiusura delle nicchie e della soletta alleggerita in progetto e quindi con l'esecuzione dei relativi getti sarà completamente e correttamente ripristinata.

La zona della piastra sarà casserata per tutta l'altezza della soletta al fine di realizzare un "cassetto" lungo le pareti del quale saranno lasciate delle boccole filettate che saranno utilizzate, in un secondo momento per inserire delle barre d'armatura filettate ad un'estremità in modo da completare l'armatura consentendo pero un domani di demolire il getto di ultima fase, in maniera "chirurgica" sfruttando la presenza delle superfici di ripresa dei getti, rimuovere le barre di ripresa filettate ed infine svincolare le piastre dalle barre di ancoraggio e permettere la rimozione completa del pilastro per una sua eventuale sostituzione per motivi di manutenzione straordinaria (eventualità questa, va detto, piuttosto remota che si potrebbe concretizzare solo nell'eventualità di danni molto gravi ai pilastri legati probabilmente a crolli o incidenti molto rilevanti tenuto conto che si tratta di elementi metallici di dimensioni significative) ed infine il totale ripristino della struttura come prevista e realizzata.

Gli elementi della carpenteria metallica della struttura di protezione dovranno essere in acciaio di classe minima S275JR e tutti i componenti saranno zincati a caldo e verniciati. In ogni caso le caratteristiche dei materiali dovranno rispettare le indicazioni riportate sulle relative voci dell'elenco prezzi e del capitolato.

Carroponte

Prima di analizzare altri aspetti si riporta una fotografia di un carroponte manuale già progettato e realizzato artigianalmente in carpenteria metallica, di caratteristiche quasi identiche a quello previsto nel presente progetto (distanza tra le putrelle, sulla cui piattabanda inferiore appoggiano entrambe le travi che portano i paranchi, è di 3,75 m mentre in progetto è di 3.80 m), ritenendo che sia sufficientemente esplicativa ed esaustiva, si precisa inoltre che in tal caso il carroponte era dotato di due carrelli monotrave equipaggiati con un paranco a catena da 7.5 t ed uno da 2.5 t e quindi le vie di corsa, costituite dalle piattabande delle travi erano verificate per un carico complessivo di 10t (tenuto conto che, dal punto di vista strutturale, la condizione più critica si verificava quando entrambi i carichi erano collocati a ridosso della medesima trave e vicini tra loro).

Analogamente a quanto visibile nella foto le vie di corsa del carroponte saranno costituite dalle piattabande inferiori delle travi metalliche che costituiranno parte della struttura di protezione, prevista per l'intero sistema costituito dalla paratoia principale P3 e dai quadri elettrici di alimentazione e di telecontrollo di tutte le paratoie del Vasarone, che sarà descritta nei paragrafi successivi, ed il tutto sarà contenuto entro un'altezza di circa 4 m dal pavimento attuale. Questo è un aspetto molto importante per le motivazioni che saranno di seguito illustrate.

La struttura del carroponte dovrà essere in acciaio di classe minima S275JR e tutti i componenti saranno zincati a caldo e verniciati. In ogni caso le caratteristiche dei materiali dovranno rispettare le indicazioni riportate sulle relative voci dell'elenco prezzi e del capitolato.

Passerella di servizio per la manutenzione (realizzazione prevista nel "Lotto B")

In progetto è stata prevista la realizzazione di una passerella metallica di collegamento tra l'edificio, in cui è collocata la paratoia principale (P3), e la zona a monte della sede viaria principale ove sono installate le due paratoie P1 e P2 oltre ai tre panconi di monte di sezionamento dei tre canali che costituiscono il cuore dell'opera idraulica del Vasarone.

Il fondamentale vantaggio di tale soluzione è che garantirà l'accessibilità alle linee elettriche di potenza, controllo e segnale, ed agli altri eventuali sottoservizi o linee, in ogni momento e condizione (ovviamente nel rispetto della normativa sulla sicurezza ed escluse, evidentemente, le situazioni catastrofiche o comunque eccezionali) cosa che attualmente non è possibile. Oggi per intervenire sui cavidotti e quindi sulle linee, che sono staffate alle pareti interne del canale, si deve mettere fuori servizio ed in asciutta il canale principale ed essere in grado contemporaneamente di garantire la funzionalità del sistema. In tali condizioni, le portate in arrivo da monte potrebbero essere tali da non rendere possibile eseguire tali operazioni. In futuro, al contrario, come già accennato, sarà possibile intervenire in ogni momento e situazione anche mantenendo in funzione il canale principale in quanto il piano calpestabile della passerella è stato previsto alla quota di 17.95 m.s.l.m. cioè circa 45 cm al di sopra della quota di normale regolazione (17.50 m.s.l.m.) e di circa 15 cm rispetto al livello massimo delle acque a monte (17.80 m).

In base a tali ipotesi l'altezza utile di passaggio lungo la passerella risulterebbe, però, di solo 1.85 m; si segnala, però, che tale passerella sarebbe utilizzata continuativamente quando il deflusso avverrà lungo gli altri due canali e quindi si transiterebbe a lato di uno specchio d'acqua ferma (paratoia P3 chiusa, pancone PM3 fuori acqua) o addirittura assente (pancone PM3 abbassato, paratoia P3 alzata). Inoltre, la durata dei periodi di tempo in cui tale passerella sarà utilizzata continuativamente dipenderà, sostanzialmente, dal sistema di gestione delle paratoie per la regolazione dei deflussi delle acque a valle. Solo in caso di necessità manutentive effettivamente urgenti, ragionevolmente, sarà utilizzata con il canale principale in funzione. Pertanto, ipotizzando di ridurre il franco rispetto all'intradosso della passerella in esame sino a 5 cm, questo non sarebbe ancora lambito dall'acqua in condizioni normali, ma l'altezza utile per il passaggio degli addetti diventerebbe di ben 2.15 m. Si ritiene, quindi, che la quota effettiva debba poi essere concordata tra le parti prima dell'esecuzione dei lavori tenendo conto dei molteplici aspetti di sicurezza, funzionalità ed opportunità ed in base alle regole operative che si intenderanno adottare.

La passerella è stata progettata in modo tale da poter essere alzata e messa fuori servizio, qualora ciò si renda necessario per vari motivi, sfruttando la presenza del carroponte e del paranco manuale da 7500 kg, e successivamente, poterla nuovamente abbassare per rimetterla in servizio.

A tale scopo è stata prevista la realizzazione di una parte fissa a sbalzo ancorata alla muratura esistente, per tutta la sua lunghezza, ed una parte mobile, collegata a quella fissa mediante cerniere adeguate.

Per sollevare ed abbassare la passerella è stata prevista l'installazione all'inizio ed alla fine della passerella di un sistema costituito da due serie di funi metalliche distinte, una per sollevarla ed una per abbassarla. Il sistema sarà costituito da una serie di carrucole lungo le quali le funi scorreranno. Per agire in maniera equilibrata a ciascuna delle estremità della passerella saranno collegate le relative funi; superiormente saranno collegate le funi tirando le quali si solleverà mentre al suo intradosso saranno sistemate le funi tirando le quali si abbasserà per essere rimessa in servizio. Le funi collegate all'estremità di monte della passerella saranno poi morsettate alle corrispondenti predisposte all'estremità a ridosso della paratoia P3 in modo tale che le funi predisposte per manovra della passerella saranno sostanzialmente soltanto due. Sfruttando la corsa del gancio del paranco e la sua capacità di sollevamento sarà quindi possibile alzare e abbassare la passerella. Ciascuna delle funi alla sua estremità sarà munita di due ganci in modo tale da poterla tenere in tensione con il paranco e contemporaneamente agganciarla (o sganciarla) all'intradosso della trave superiore (non si possono agganciare ai muri in quanto saranno separati dalla presenza della rete tipo "Tecco" che però, qualora fosse necessario, potrà essere attraversata dalle funi di manovra). Alle estremità della passerella, sono state previste anche due funi di sospensione di sicurezza, per ogni eventualità, agganciate alle strutture metalliche del sistema di protezione all'interno dell'edificio e del pancone PM3 in corrispondenza dell'inizio a monte del canale principale.

In fase di sollevamento la rete tipo "Tecco" e le funi di sospensione verso il centro del canale non saranno più in tensione e quindi si affloscerano nello spazio tra il soffitto ed il bordo rialzato della passerella per poi essere nuovamente messe in tensione eseguendo la manovra di abbassamento della passerella.

La passerella per motivi di sicurezza verso il centro del canale sarà sostenuta da 5 funi metalliche in acciaio inox (interasse all'incirca di 2.63 m; diametro minimo 12 mm) ma anche da una rete metallica tipo "Tecco" che oltre a contribuire, con i suoi ancoraggi diffusi all'intradosso della soletta piana dell'opera (1 ancoraggio ogni 50 cm) a distribuire i carichi, e quindi a contenere le dimensioni delle travi che sorreggeranno la passerella garantirà la sicurezza agli addetti al posto del parapetto previsto dalla normativa. Dal lato del muro invece la rete di protezione tipo "Tecco" non sarà a tutta altezza, ovviamente,

per consentire di accedere alle tubazioni delle linee elettriche e degli eventuali sottoservizi (in futuro potranno essere anche aumentati i cavidotti, per eventuali nuove esigenze senza dover mettere fuori servizio l'impianto). La rete metallica sarà quindi chiusa intorno ad un mancorrente metallico costituito da una trave IPE 80 che sarà appesa al soffitto dalle funi metalliche già descritte. Anche su questo lato garantirà la sicurezza degli addetti ai lavori e contemporaneamente sosterrà in maniera praticamente continua la struttura portante a sbalzo della passerella metallica consentendo di evitare ingombranti sottostrutture (mensole) che interferirebbero con il deflusso delle acque.

I profilati metallici che costituiranno la struttura della passerella saranno accoppiati tra loro mediante bulloni in modo tale da pizzicare in mezzo e fissare le reti tipo "Tecco" e distribuire cosi efficacemente i carichi. Il profilato metallico a ridosso del muro dovrà essere fissato al muro con tasselli adeguati al supporto e in numero sufficiente allo scopo evitando concentrazioni di sforzi, disponendoli eventualmente sfalsati su più file parallele. I profilati dovranno inoltre dare alla passerella una sufficiente rigidità per tutta la sua lunghezza in modo tale che agendo alle due estremità tirando le funi la passerella si alzerà o si abbasserà senza problemi (in tale occasione le reti tipo "Tecco" non potranno contribuire per cui i profilati ed i grigliati ad essi fissati saranno sollecitati maggiormente); per questo motivo oltre ai profilati indicati nello spessore indicato come grigliato è stata prevista la sistemazione di profilati ad L che costituiranno il telaio chiuso dei singoli pannelli di grigliato che potranno essere così più leggeri e facili da gestire per eventuali interventi di manutenzione.

Inoltre, così, sarà possibile passare da una parte all'altra dell'impianto senza dover attraversare la strada che collega le due sponde del lago che è ovviamente interessata, soprattutto in certe fasce orarie da un traffico significativo se non addirittura intenso e quindi è certamente anche un miglioramento del livello di sicurezza per gli addetti alla manutenzione. Tenuto conto della funzionalità del sistema è ragionevole presumere che tale passerella sarà utilizzabile per gran parte dell'anno in quanto dal punto di vista operativo, in base alle portate stagionali le due paratoie P1 e P2 saranno sufficienti a garantire i livelli necessari a monte mentre la paratoia P3 sarà da utilizzare certamente durante i periodi caratterizzati dalle portate maggiori provenienti da monte. La passerella infatti è stata prevista ad una quota per cui non sarà mai interessata direttamente dal deflusso delle acque se non in casi eccezionali ed è stata progettata in maniera tale che quando il canale principale è in funzione possa essere alzata e possa essere abbassata in caso di necessità.

Alla passerella si accederà da monte e da valle da scalette metalliche appositamente predisposte e in corrispondenza delle testate saranno disposti dei pannelli di rete tipo "Tecco" che una volta calata la passerella saranno collegati ad essa in modo da chiudere e completare il sistema di protezione (l'addetto ad eseguire tale operazione dovrà effettuarla in condizioni di sicurezza ad esempio "attaccandosi" ad una "linea vita" o ad un ancoraggio predisposto a tale scopo, e comunque in conformità alle norme di sicurezza vigenti).

Gli elementi della carpenteria metallica della struttura di servizio appena descritta dovranno essere in acciaio di classe minima S275JR e tutti i componenti saranno zincati a caldo e verniciati. In ogni caso le caratteristiche dei materiali dovranno rispettare le indicazioni riportate sulle relative voci dell'elenco prezzi e del capitolato.

Adeguamento dell'impianto elettrico e di telecontrollo

Nel "**Lotto A**" saranno fornite, installate in opera e rese perfettamente funzionanti le paratoie P1 e P2 mentre nel "**Lotto B**" sono previste le medesime attività per la paratoia P3. In tali fasi dovranno essere anche sistemate le linee elettriche (di potenza, di comando, di segnale e di automazione) asservite ed indispensabili al funzionamento delle nuove paratoie che saranno installate.

Attualmente l'impianto elettrico è collegato al punto di consegna che si trova a sinistra rispetto al portone esistente (portone che con i lavori in progetto si ricorda sarà rimosso e la cui parete sarà chiusa) ed all'interno dell'edificio all'incirca nella posizione corrispondente c'è il quadro elettrico di protezione dal quale partono una serie di linee per alimentare i quadri, i dispositivi e le linee interne all'edificio e da quest'ultimo partono due linee, una lungo la sponda destra e l'altra lungo la sponda sinistra, che staffate alle corrispondenti pareti del canale principale raggiungono la parte di monte dell'impianto per alimentare e gestire le paratoie ed una linea che sottopassa anche i ponte ferroviario andando ancora a monte. Attualmente i quadri elettrici di comando, controllo, automazione e telecontrollo sono dislocati in un locale chiuso all'interno dell'edificio principale. Vi sono poi in prossimità delle paratoie P1 e P2 altri quadri elettrici per il controllo in locale del sistema.

Nel "**Lotto A**" è previsto lo smantellamento, a monte dell'imbocco del canale principale, di tutta la parte elettrica/elettrificata esistente a servizio delle paratoie P1 e P2, compresi quindi anche cavidotti, canaline oltre ovviamente ai cavi elettrici e quant'altro faccia parte di tali linee ed il suo totale definitivo rifacimento con nuovi cavidotti, cavi, quadri e quant'altro necessario alla perfetta realizzazione a regola d'arte e a norma dei nuovi impianti per la messa in funzione delle nuove

paratoie P1 e P2 rese perfettamente funzionanti ed operative secondo quanto previsto ed indicato negli elaborati di progetto.

Nella medesima fase dovrà essere installato il quadro elettrico di sezionamento e di comando locale (in una posizione provvisoria che dovrà consentire successivamente, una volta realizzata la passerella di servizio, di spostarlo e risistemarlo definitivamente sul pilastro metallico di sinistra della paratoia P2) affinché in futuro chi dovrà operare alle paratoie poste all'esterno lo possa fare agevolmente ma soprattutto in sicurezza dal punto di vista elettrico. In tal modo infatti sarà possibile sezionare la rete a monte dell'imbocco del canale principale senza correre il rischio che dalla parte opposta della strada qualcuno possa mettere nuovamente in tensione l'impianto con le conseguenze, anche gravissime, che potrebbero derivare da una manovra del genere.

In tale fase realizzativa dovrà essere adeguata la potenza erogata dall'Ente al punto di allaccio per garantire il funzionamento dell'impianto. Attualmente, infatti il sistema esistente è allacciato alla rete ed è alimentato con una potenza di 3kW. Certamente si dovrà fare richiesta per un allacciamento almeno da 20kW tenuto conto che i motori delle tre paratoie avranno una potenza nominale all'incirca di 6 kW ed una potenza installata da 13.5kW ciascuno, e poi vi saranno i quadri elettrici di comando, controllo e telecontrollo, prese per collegare eventuali utensili e/o apparecchiature, alimentazione di sensori e automatismi, impianto elettrico civile sia per l'illuminazione interna sia per quella esterna (quest'ultima necessaria per operare in sicurezza intorno alle paratoie ed ai panconi posti all'esterno di notte in caso di necessità e/o emergenza). Si dovrà quindi prendere contatto con l'Ente gestore per sapere se la linea esistente, sino all'attuale punto di consegna, è adeguata o meno e per valutare insieme come procedere.

Nel "**Lotto A**" le parti nuove dell'impianto saranno collegate alle linee esistenti in prossimità dell'imbocco del canale principale, predisponendole in modo tale che durante la fase successiva dei lavori ("**Lotto B**") potranno essere ribaltate semplicemente sulle nuove linee che saranno realizzate. Nel "**Lotto A**" non sarà spostata la linea che porta la corrente a monte della linea ferroviaria in quanto nel "**Lotto B**" in tale zona saranno realizzate delle sistemazioni in occasione delle quali si sposterà anche la linea elettrica in questione.

Nel "**Lotto B**" sarà completato tutto il sistema e cioè, a parte la realizzazione in tale fase di quest'ultimo tratto di linea appena citato, saranno posate in opera tutte le linee lungo il muro di sponda destra del canale principale, che come già illustrato saranno facilmente accessibili grazie alla passerella di servizio sospesa al suo interno, e che saranno collegate direttamente all'interno dell'edificio il cui impianto elettrico dovrà essere realizzato tutto all'interno della struttura metallica di protezione. Nessun quadro potrà essere sistemato all'esterno della rete metallica di protezione, e quindi "a parete", compreso il quadro elettrico di protezione. Tutti i pannelli, i quadri, le prese, gli interruttori ecc. dovranno essere sistemati a colonna alimentati dal basso, cioè dal pavimento, o dall'alto, se si sfrutteranno le colonne metalliche delle strutture. Va precisato che dovrà essere fatta una rete di messa a terra e di protezione adeguata tenuto conto che si opererà all'interno di una "gabbia" metallica. La stessa linea di collegamento tra il punto di allaccio alla rete ed il quadro di protezione dell'impianto dovrà passare sotto la struttura e le reti metalliche.

Evidentemente i cavidotti che collegheranno le due parti dell'impianto (monte e valle) sottopasseranno la rete di protezione metallica in corrispondenza del punto in cui saranno staffati alla parete del canale principale.

Sensori e dispositivi per l'automazione del sistema di paratoie

Tutte le paratoie saranno corredate dei sensori necessari al loro funzionamento ed al controllo in automatico anche in remoto oltre che in locale (il sistema di controllo in locale sarà anche disattivabile in remoto per evitare che persone non autorizzate possano operare creando problemi di vario genere). Il sistema sarà definito insieme all'AIPO ed alla ditta che attualmente gestisce l'impianto del Vasarone.

Alla fine del "**Lotto B**" tutto l'impianto dovrà risultare realizzato a regola d'arte e a norma e dovrà essere reso perfettamente funzionante ed operativo in ogni sua parte secondo quanto previsto ed indicato negli elaborati di progetto.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli altri elaborati di progetto, al computo metrico ed al capitolato.

5.3.3.2. Manufatto di scarico

Gli interventi da effettuare sul manufatto di scarico possono essere ricompresi in tre macro categorie:

- opere propedeutiche al posizionamento delle panconature per il prosciugamento dei canali di scarico ("**Lotto A**");

- opere di presidio dei volti delle canne secondarie lato monte ("**Lotto A**");
- interventi di restauro del manufatto esistente ("**Lotto B**");
- soletta di collegamento tra la spalla in Dx idraulica la pila di separazione dei canali minori e l'atra pila ("**Lotto B**").

Al fine di poter eseguire le lavorazioni di sostituzione delle paratoie e di restauro del manufatto si rende necessario provvedere al prosciugamento provvisorio dei canali di scarico. Il prosciugamento dei canali avverrà per fasi successive e sempre mantenendo in funzione almeno due scarichi; in prima istanza si ipotizza di iniziare con il canale minore in dx idraulica e poi proseguire verso la sx idraulica. La suddivisione in lotti funzionali del progetto non pregiudica tale concetto; infatti per i lavori previsti nel "**Lotto A**" sarà sempre disponibile in maniera alternata un canale di scarico minore e il canale di scarico principale, mentre durante i lavori del "**Lotto B**" si opererà analogamente al "Lotto A" durante la chiusura alternata dei canali minori e quando sarà necessario chiudere il canale principale saranno disponibili i due canali minori.

Le chiusure dei canali saranno coordinate con le previsioni della "Relazione idraulica" allegata al presente progetto in modo tale da minimizzare l'eventuale necessaria operazione di sgombero del cantiere per apertura d'emergenza di tutti e tre i canali in contemporanea. Ricordiamo comunque che il Fiume Mincio è completamente regolato e regimentato come illustrato nei capitoli precedenti.

Per ottenere la chiusura provvisoria dei canali si procederà alla posa di panconature (vedi descrizione al capitolo precedente) sia dal lato di monte che dal lato di valle; mentre dal lato di monte si andranno a sfruttare le gargamature esistenti, dal lato di valle non è presente alcuna predisposizione per l'inserimento di panconi, pertanto si rende necessaria la costruzione delle sedi degli stessi.

In considerazione di vincoli di tutela imposti dalle vigenti leggi sul manufatto la soluzione per la quale si è optato è stata quella di realizzare, in corrispondenza delle spalle e delle pile, dei prolungamenti delle stesse, in seguito definiti "rostri" in cui ricavare le sedi dei panconi. Analizzando le serie storiche dei dati delle quote del Lago di Mezzo rilevate dagli idrometri si è valutato che non era necessario realizzare dei rostri con altezza pari al manufatto esistente, ma per le necessità di cantiere era sufficiente limitare l'altezza degli stessi fino a quota + 15,60 mslm e cioè fino alla sommità dei dissipatori. Questa quota consente il calaggio di panconi di altezza 1,50 mt che sono quindi in grado di mantenere asciutti i canali fino al raggiungimento di quota +15,40 mslm del Lago di Mezzo. Come detto in precedenza le analisi dei dati dei livelli idrici riportano in media, negli ultimi 7 anni il superamento della quota +15,40 mslm per circa 12gg l'anno; dato ampiamente compatibile con la gestione delle chiusure dei canali di scarico.

La sfida principale quindi è quella di realizzare i suddetti rostri lavorando esclusivamente dall'acqua e soprattutto come garantire un ancoraggio efficace degli stessi al manufatto esistente. L'analisi dei dati del rilievo geometrico e dei sondaggi effettuati hanno rilevato la presenza di una fondazione in materiale fittile dello spessore di circa 3,00 mt si è pertanto ritenuto ragionevole, visti i carichi presenti (peso proprio e spinta idrostatica dell'acqua; non viene considerato il sisma in quanto trattasi di opera provvisionale), prevedere di ancorare le nuove strutture nella fondazione esistente, quindi senza interessare il suolo sottostante.

I rostri saranno costituiti da cassoni metallici in acciaio COR-TEN che saranno trasportati fino alla sede di installazione con pontoni galleggianti, saranno calati fino alla quota di posa (+13,90 mslm) e quindi saranno ancorati sia alla fondazione che al paramento murario in elevazione. L'impiego dell'acciaio COR-TEN è particolarmente indicato in quanto esprime le massime performance di esercizio in ambienti con cicli di bagnato e asciutto; la porzione di cassone che rimarrà a costantemente a diretto contatto dell'acqua (circa 30/35 cm alla base del rostro) sarà trattata con un ciclo di verniciatura che prevede la preparazione mediante sabbiatura a metallo quasi bianco Grado SA 2 ½, prima mano di zincante inorganico pari a 75 micron, seconda mano di verniciatura con vernice clorocaucciù pari a 20 micron e terza mano di verniciatura con vernice clorocaucciù pari a 30 micron.

Per garantire quindi un ancoraggio efficace si prevede di effettuare delle perforazioni verticali diametro 200 mm per una profondità di circa 2,10 mt all'interno della fondazione; successivamente al calaggio in posizione del cassone sarà inserito nel foro precedentemente realizzato un tubo di armatura diametro 139,7 ≠ 8 mm la cui parte sommitale sarà annegata nel getto di calcestruzzo di riempimento. Per il corretto fissaggio si impiegherà una malta fluida, adeguatamente adittivata per evitarne il dilavamento, iniettata per rifluimento nella cavità precedentemente ricavata; un sistema di guarnizioni e di tubi camicia impedirà qualsiasi fuoriuscita di malta nell'acqua e garantirà la corretta adesione del rostro alla soglia esistente in pietra naturale.

Una volta effettuato l'inghisaggio di fondo e riempito parzialmente il cassone in calcestruzzo sarà possibile posare le panconature e procedere con le ulteriori lavorazioni che prevedono il completamento della carpenteria metallica atta a

raccordare il manufatto esistente con i nuovi rostri, alla realizzazione degli ancoraggi con le strutture in elevazione esistenti costituiti da barre in acciaio diametro 30 mm adeguatamente ancorate al paramento in pietra naturale e successivamente inglobate nella seconda fase di getto del cassone; la seconda fase di getto che andrà a riempire quanto rimane del cassone e ad intasare la zona di contatto tra la nuova carpenteria e il paramento murario esistente sarà realizzata con malta colabile a ritiro compensata arricchita con inerte fine. Si è deciso di optare per questa soluzione alternativa al calcestruzzo in quanto si ritiene che sia in grado di garantire una perfetta sigillatura e penetrazione delle irregolarità presenti.

Le opere termineranno con la posa dello strato di finitura superficiale costituito da lastre di pietra naturale analoga per tipologia e finitura a quella esistente dello spessore di circa 10 cm. Le lastre di pietra saranno adeguatamente ancorate alla sottostruttura in modo tale da garantirne la stabilità anche sotto l'effetto dell'azione dinamica dell'acqua.

Una volta prosciugati i canali di scarico si potrà procedere agli interventi di restauro vero e proprio del manufatto.

Gli interventi che si andranno ad effettuare saranno estesi su tutte le parti raggiungibili del manufatto; quindi dal lato del Lago Superiore, a monte delle panconature, si opererà da pontili galleggianti e si lavorerà sulle parti d'opera che emergono dal filo dell'acqua, mentre dal lato di valle si lavorerà sull'intero manufatto.

Le prime operazioni da mettere in campo saranno quelle necessarie alla rimozione di tutte le essenze erbacee ed arbustive che hanno degradato soprattutto i fronti di monte e valle.

In seguito si procederà con idropulitura a bassa pressione di tutte le superfici in vista per rimuovere le patine di sedimenti ed eventualmente muffe e licheni sedimentati nel tempo; durante questa operazione si avrà cura di preservare e tutelare le eventuali porzioni di intonaco originali ancora presenti.

Altra operazione fondamentale risulta essere quella di ricostruzione delle volte parzialmente crollate dal lato di monte nelle canne secondarie.

Per poter effettuare la ricostruzione delle volte è necessario predisporre delle centine (normalmente costituite da elementi lignei a perdere) che sostengano i conci degli archi in ricostruzione; in considerazione che l'intervento di ricostruzione delle volte verrà effettuato durante il "**Lotto B**", per poter operare in sicurezza sia sopra che sotto di esse durante le operazioni del "**Lotto A**" è stata prevista la realizzazione delle suddette centine in carpenteria metallica che siano in grado di sostenere, in caso di degenerazione delle volte, il peso delle stesse, i carichi permanenti portati e i carichi variabili indotti dalle lavorazioni in corso.

Le centine saranno composte da elementi modulari metallici, con manto in fenolico, che andranno inseriti all'interno delle canne facendoli scorrere sui pontili predisposti all'uopo e successivamente ancorati alle pareti con tasselli.

Una volta terminata la ricostruzione delle volte le centine saranno rimosse e si procederà con il ripristino delle pareti delle canne.

Si interverrà poi in adiacenza ai gargami delle paratoie, dal lato di monte, per estendere la protezione in pietra oltre la quota attuale, almeno fino a quota +18,00 mslm; verranno posizionate delle lastre in pietra naturale analoga per tipologia e finitura a quella esistente dello spessore di circa 5 cm per un'estensione di circa 200 cm a monte dei gargami, e comunque in armonia con la partitura dei blocchi sottostanti, per presidiare ai fenomeni di erosione generati dai vortici che si innescano durante lo scarico dell'acqua.

Dove si renderà necessario, a seguito di indagini più approfondite da effettuarsi a canali asciutti, si interverrà con scuci e cuci per la ricostituzione della continuità dei paramenti murari nel rispetto e tutela delle geometrie originali.

Su porzioni particolarmente estese si dovrà inoltre intervenire con la risarcitura e ristilatura dei corsi di malta ammalorati con malta di calce; il fenomeno di degrado dei giunti è particolarmente evidente e incisivo.

Sulle parti metalliche relative a scalette alla marinara, mensole per l'appoggio di passerelle di transito per manutenzione e carpenteria minore si procederà con un ciclo di verniciatura che prevede la preparazione mediante sabbiatura a metallo quasi bianco Grado SA 2 ½, prima mano di zincante inorganico pari a 75 micron e seconda mano di verniciatura con vernice clorocaucciù pari a 30 micron. In questa fase si provvederà, ove necessario, al raddrizzamento e sistemazione degli elementi ammalorati.

Per quanto concerne le parti in calcestruzzo armato, una volta eseguita la pulizia, si effettueranno delle scarifiche di precisione per andare ad esporre completamente le armature ad oggi compromesse; si provvederà alla sabbiatura e passivazione delle stesse ed al successivo ripristino della scarifica con malte tixotropiche a base cementizia. Una volta risarcite le lacune più evidenti si stenderà una mano di rasante protettivo dello spessore di 2,5 mm previa preparazione della superficie di aggrappo.

Una volta terminati tutti gli interventi di restauro si provvederà alla posa di un rivestimento di tutte le superfici con una vernice protettiva trasparente a base di silani e silossani.

Al fine del perseguimento dell'adeguamento sismico della struttura, come anticipato in precedenza si provvederà a realizzare, in corrispondenza delle aree esterne di monte e di valle (non n corrispondenza della sede carrabile), una soletta in calcestruzzo armato di collegamento tra la spalla in Dx idraulica la pila di separazione dei canali di scarico minori e l'atra pila al fine di limitare gli spostamenti sommitali della pila di separazione dei canali di scarico minori e quindi ridurre le sollecitazioni di pressoflessione facendole rientrare nei limiti di resistenza del materiale. Il presente intervento è meglio descritto nei seguenti capitoli inerenti le aree esterne di monte e di valle.

5.3.3.3. Edificio di contenimento della paratoia principale

La realizzazione degli interventi previsti per l'edificio di contenimento della paratoia principale afferiscono al "**Lotto B**".

Gli interventi previsti per ottimizzare il funzionamento dell'edificio in relazione alle azioni sismiche inducono anche ad un miglioramento dell'efficienza gestionale della paratoia in esso contenuta.

Preliminarmente agli interventi da effettuare sul manufatto sarà rimossa la paratoia esistente e smantellato il relativo castello di sostegno e tutte le opere elettromeccaniche afferenti.

Si procederà con la pulizia interna ed esterna dei paramenti murari con idropulitrice a bassa pressione in modo da preservare eventuali distacchi di intonaco. Successivamente si andranno a rimuovere le porzioni di intonaco ammalorate ed irrecuperabili (soprattutto il rigonfiamento per umidità alla base del manufatto) oltre a demolire le porzioni necessarie per il rifacimento dei tamponamenti delle aperture attualmente realizzati con blocchi in laterizio semipieni non maschiati con la struttura originaria.

Tutti i serramenti interni ed esterni verranno rimossi e non più rimpiazzati.

Demolizione delle opere di recente realizzazione legate al transito del percorso ciclopedonale consistenti in:

- demolizione del solaio di copertura del tunnel ciclopedonale costituito da soletta in calcestruzzo armato (Sp = 20 cm);
- demolizione della trave in calcestruzzo armato (Dim. 40 x 60 cm) a sostegno del solaio di copertura del tunnel;
- demolizione della parete (Sp = 15 cm) di delimitazione del tunnel ciclopedonale costituita da elementi in laterizio semipieni intonacati;
- demolizione del locale di alloggiamento degli attuali quadri elettrici e di comando delle paratoie;
- demolizione dei ringrossi di appoggio dell'attuale castello di sostegno della paratoia.

Si rimuoverà la pavimentazione esistente consistente in conglomerato bituminoso per quanto concerne la pista ciclopedonale e in cemento per quanto riguarda il locale paratoia fino al raggiungimento dell'estradosso della soletta in calcestruzzo armato del solaio. Il nuovo pavimento sarà costituito, sia nella zona della pista ciclopedonale che internamente all'edificio, da una soletta in calcestruzzo armato alleggerito dello spessore di 10 cm con spolvero superficiale al quarzo e finitura ad elicottero.

Gli interventi inerenti il solaio di calpestio sono legati alla pulizia dell'intradosso dello stesso e all'inertizzazione dei processi di corrosione innescati nelle travi in acciaio HEA 240 mediante preventiva sabbiatura a metallo quasi bianco Grado SA 2 ½ dell'ala inferiore e successivo ciclo di verniciatura costituito da stesa di prima mano di zincante inorganico pari a 75 micron e seconda mano di verniciatura pari a 30 micron. Successivamente, vista la scelta progettuale effettuata di estrarre la paratoia non più dal portone sul lato Nord ma facendola transitare sul solaio e successivamente traslandola sul percorso ciclopedonale, si procederà ad effettuare il rinforzo dello stesso mediante la realizzazione di una nuova soletta in calcestruzzo armato dello spessore di circa 40 cm posta all'intradosso del solaio. Operativamente si procederà costituendo le selle d'appoggio in corrispondenza della pila e della spalla Sx mediante riservazioni nel paramento murario; successivamente si poserà l'acciaio d'armatura appendendolo al solaio esistente, infine, a seguito della casseratura, verrà effettuato il getto di calcestruzzo alleggerito superfluido operando dei fori di circa 20 x 20 cm nel solaio esistente riempiendo gli spazi vuoti fino ad intasamento. A tutela e conservazione del solaio esistente verrà posizionato ad intradosso dello stesso un foglio in polietilene. In una posizione localizzata verrà predisposto un passo d'uomo con la possibilità di accedere direttamente al canale di scarico.

Le aperture, che ad oggi sono state tamponate con blocchi in laterizio semipieni, subiranno l'operazione di rimozione del tamponamento esistente e la ricostituzione della muratura mediante l'impiego di mattoni di laterizio pieni a ricostituire la continuità strutturale dei maschi murari. Per garantire la continuità strutturale dei maschi e al contempo mantenere il più possibile integra la muratura originaria nonché la traccia delle trasformazioni avvenute nel tempo, i tamponamenti verranno effettuati con dei giunti "a sorella" (senza maschiatura) con l'inserimento di barre d'acciaio da posizionare nei corsi di malta ogni 40 cm circa a cucitura dei paramenti murari. Anche le due finestre sul lato Est, le due finestre sul lato Ovest e il portone sul lato Nord verranno tamponati con la medesima tecnologia; per questi ultimi si manterrà la traccia della preesistente apertura lasciando una leggera rientranza rispetto al filo della muratura esistente.

Alla quota di +25,10 mslm, per ridurre la luce libera dei maschi murari, si realizzerà un "piano rigido" mediante l'impiego di una struttura metallica di controventatura. Questa struttura è costituita da un profilo in acciaio UNP 180 che percorre tutto il perimetro interno dell'edificio collegato mediante barre filettate passanti ad un piatto continuo di dimensioni 180 x 8 mm che percorre tutto il perimetro esterno dell'edificio. La cerchiatura così costituita verrà ripartita in quattro quadranti, mediante l'impiego di travi in acciaio HEB 180, che saranno controventati con profili in acciaio ad "L" di dimensioni 70 x 7 mm. Tutta la struttura sarà realizzata in acciaio COR-TEN e sarà completamente bullonata; le uniche saldature da effettuare in opera sono quelle relative alla ricostituzione della continuità del piatto di confinamento esterno sugli spigoli del fabbricato.

Anche la copertura verrà completamente smontata e ricostituita per assolvere la funzione di "piano rigido"; si procederà preliminarmente alla rimozione del manto di copertura, avendo cura di accatastare per un eventuale recupero gli elementi non danneggiati, dell'impermeabilizzazione, delle lattonerie e dello strato di tavelloni esistenti. Successivamente si smonteranno quegli elementi lignei di cui è necessaria la sostituzione, mentre per quegli elementi che non dovranno essere sostituiti si procederà con sabbiatura e successiva posa di impregnante trasparente. Una volta messa a nudo la copertura, previo puntellamento del cornicione di gronda, si andrà a rimuovere la porzione di muratura sovrastante lo stesso sempre avendo cura di accatastare il materiale per l'eventuale recupero. Si andrà quindi a posizionare un dispositivo anticaduta per laterizio con tessuto sintetico adesivo per preservare dal ribaltamento il cornicione di gronda realizzato con tavelloni e poi si ricostituirà la porzione di muratura, recuperando eventualmente quanto accantonato in precedenza, sovrastante il cornicione fino alla quota di posa dell'assito. In questo spazio si realizzerà una cerchiatura costituita da un piatto in acciaio di dimensioni 150 x 8 mm su tutto il perimetro esterno dell'edificio collegato allo stesso mediante perniature in acciaio inox. Si procederà al rimontaggio della struttura della copertura e alla posa di doppio assito incrociato con inclinazione di 45° adeguatamente fissato ai travetti; in corrispondenza del muro perimetrale si posizionerà un piatto in acciaio di dimensioni 150 x 8 mm collegato all'assito mediante viti autofilettanti e ancorato alla muratura sottostante con perniature in acciaio inox; inoltre sui displuvi sarà posizionato un ulteriore piatto di dimensioni 300 x 5 mm collegato all'assito mediante viti autofilettanti nonché saldato sul colmo e nei punti di congiunzione con la gronda. Infine si installeranno le nuove lattonerie costituite da canale di gronda e tubi pluviali in rame, si ripristinerà l'impermeabilizzazione mediante l'impiego di guaina adesiva e si rimonterà il manto di copertura costituito da tegole marsigliesi in laterizio eventualmente recuperando quanto accatastato in precedenza.

Su tutti i paramenti murari, dove è stata riscontrata l'assenza di intonaco e dove necessario, si effettuerà la risarcitura e ristilatura dei corsi di malta ammalorati con malta di calce.

Come anticipato precedentemente il portone sul lato Nord verrà tamponato completamente quindi l'accessibilità al vano della paratoia avverrà mediante installazione di nuovo portone a libro che interesserà tutto il fronte che si affaccia sul percorso ciclopedonale. Il portone avrà larghezza di 5,90 mt e altezza di circa 3,40 mt; al suo interno sarà presente un parta di accesso pedonale (dim. 90 x 210 cm) per le normali operazioni di manutenzione ordinaria.

Sul lato Est, all'interno del tunnel della pista ciclopedonale, verrà posata una controparete e un controsoffitto in cartongesso per esterni a mascheratura della struttura di protezione della nuova paratoia. Si ricorda che la "corazzatura" della paratoia si rende necessaria in quanto l'edificio che la ospita non è in grado di raggiungere l'adeguamento sismico richiesto.

Verranno infine ripristinati tutti gli intonaci precedentemente rimossi per lo svolgimento delle varie attività; si concluderà l'intervento con la tinteggiatura interna ed esterna.

Si coglierà anche l'occasionane per riordinare tutta la strumentazione elettrica ed elettronica, oggi presente in maniera confusa e disordinata sulla copertura e sul fronte Sud.

5.3.3.4. Aree esterne di valle

La realizzazione degli interventi previsti per le aree esterne di valle afferiscono al "**Lotto B**". Nella zona di valle si procederà con i seguenti interventi.

Prioritariamente si effettueranno gli interventi legati all'adeguamento sismico del manufatto di scarico consistenti nella realizzazione degli elementi di collegamento tra la spalla in Dx idraulica la pila di separazione dei canali di scarico minori e l'atra pila. Si procederà con la rimozione dello strato di riempimento esistente fino alla messa a nudo delle volte e dei relativi appoggi. In corrispondenza di questi ultimi si realizzeranno dei baggioli in calcestruzzo alleggerito armato, ancorati alla sottostruttura in muratura con perniature costituite da barre in acciaio diametro 30 mm, fino alla generatrice superiore dell'estradosso dell'arco dei volti. Negli spazi rimanenti si poserà un riempimento in materiale inerte atto a costituire un piano di posa per la realizzazione delle nuove nervature di collegamento. Le nervature, di dimensione 30 x 30 cm, realizzate in calcestruzzo armato alleggerito, avranno un interasse di circa 100/150 cm. Preliminarmente alla posa dell'armatura sarà steso sotto l'impronta di ogni nervatura un foglio in geotessuto. Una volta completato l'intervento strutturale si procederà con il riempimento con mista naturale e successivamente si ripristineranno le condizioni attuali.

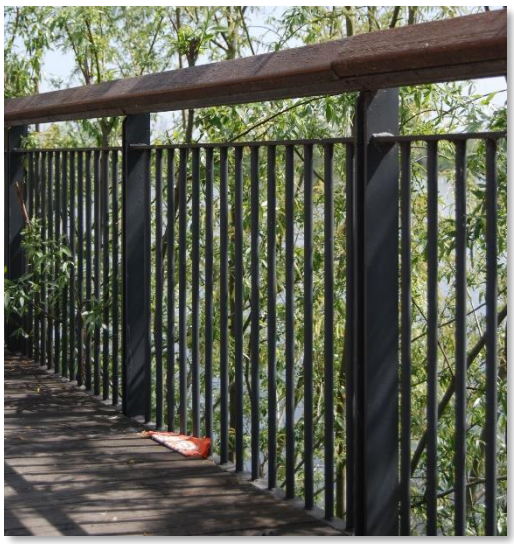
Verranno ricostituite le pavimentazioni in conglomerato bituminoso rifacendo lo strato di usura dello spessore di 3 cm previa fresatura dell'esistente, spazzolatura e stesa di emulsione bituminosa di aggrappo.

Nelle porzioni di area in cui si effettuerà l'intervento di adeguamento sismico si provvederà al ripristino completo della pavimentazione mediante posa di stabilizzato per la realizzazione della livelletta, 5 cm di binder ed infine 3 cm di manto d'usura.Le murature in mattoni pieni di laterizio verranno preventivamente lavate con idropulitura a bassa pressione e successivamente si interverrà, a seconda delle esigenze, con:

- scuci e cuci per la ricostituzione della continuità del paramento murario;
- risarcitura e ristilatura dei corsi di malta ammalorati con malta di calce;
- rivestimento delle parti non intonacate con vernice protettiva trasparente a base di silani e silossani;
- ripristino delle porzioni di intonaco ammalorate.

Le copertine in materiale cementizio saranno ripristinate nella loro forma e geometria mediante l'impiego di malte tixotropiche a base cementizia. Per le recinzioni in rete metallica si provvederà allo smontaggio provvisorio della rete, alla sabbiatura e riverniciatura dei montanti e reinstallazione con tesatura della rete precedentemente rimossa.

Nella porzione a scavalco dei canali di scarico minori verrà rimosso l'attuale parapetto costituito da elementi in laterizio forati e intonacati che verrà sostituito con un nuovo parapetto in carpenteria metallica di fattezze analoghe a quanto già presente nella porzione di pista ciclopedonale poco più a Nord (si allega documentazione fotografica).



Parapetto esistente nella porzione di pista ciclopedonale poco più a Nord

La scala in calcestruzzo che conduce al piede del manufatto verrà mantenuta; ad essa verrà estesa l'idropulitura e successivamente verrà stesa una vernice protettiva trasparente antiscivolo, inoltre verrà ripristinato il parapetto costituito da staccionata in legno.

Con le stesse geometrie e materiali sarà ripristinato un parapetto in legno a delimitazione della porzione di area prospicente il Lago di Mezzo in andamento con il percorso ciclopedonale (soluzione già adottata in origine durante le opere di costruzione della pista ciclopedonale e non più mantenuta – vedi foto). Per quest'area si provvederà inoltre a completare la cordolatura oggi assente.

Parapetto in legno di delimitazione dell'area verde (Google Street View 2010)

La recinzione in fregio alla ex S.S. 62 sarà mantenuta; si provvederà al ripristino del basamento in calcestruzzo armato mediante l'impiego di malte tixotropiche a base cementizia, nonché al completamento dello stesso nelle parti mancanti o irrecuperabili, mentre per le porzioni metalliche si procederà a sabbiatura a metallo quasi bianco Grado SA 2 ½ e successivo ciclo di verniciatura costituito da stesa di prima mano di zincante inorganico pari a 75 micron e seconda mano di verniciatura pari a 30 micron. Per il cancello si provvederà inoltre a ripristinare il perfetto allineamento delle ante e dei riscontri di chiusura e si installerà una nuova serratura a chiave.

Saranno installati due pannelli informativi, orientati verso la pista ciclopedonale, sui quali sarà raccontata la storia, anche fotografica, del "Ponte dei Mulini" e della regolazione idraulica dei "Laghi di Mantova". I pannelli informativi saranno analoghi per caratteristiche materiche, cromatiche e divulgative a quelli della cartellonistica del "Parco del Mincio".

Nell'area verde ad Est si procederà con la messa in quota dei coperchi in lamiera striata che coprono una cameretta in muratura dove è ubicata una valvola di intercettazione della linea dell'acquedotto nonché alla loro riverniciatura previa sabbiatura, mentre per il cunicolo fuori terra in calcestruzzo dove è inserita la tubazione dell'acquedotto concessionata provvisoriamente, si effettuerà un lavaggio con idropulitura e successivo ripristino mediante l'impiego di malte tixotropiche a base cementizia e verniciatura protettiva trasparente.

Infine saranno posizionati due cestini gettacarte; uno a Sud e uno a Nord dell'edificio di contenimento della paratoia principale.

5.3.3.5. Aree esterne di monte

La realizzazione degli interventi previsti per le aree esterne di monte, a meno dell'installazione delle paratoie e dei panconi, afferiscono al "**Lotto B**". Nella zona di monte si procederà con i seguenti interventi.

Oltre ad effettuare un'accurata pulizia dalla vegetazione infestante attualmente presente, una volta effettuati gli interventi di ricostruzione delle volte in muratura descritti in precedenza, si procederà con la realizzazione, su tutto il perimetro del manufatto, di un cordolo in muratura di mattoni pieni di laterizio dello spessore di 25 cm adeguatamente ancorato alla struttura sottostante con copertina in materiale lapideo con funzione di contenimento del nuovo riempimento e di supporto

per il nuovo parapetto di protezione dalle cadute in acqua. Una cordolatura analoga ma di spessore 38 cm, con la medesima funzione, sarà realizzata a delimitazione delle sedi calaggio dei panconi dei due canali minori.

Sarà completata, nelle porzioni mancanti, la pavimentazione in pietra naturale costituita da lastre di granito bianco e poi si provvederà alla posa del nuovo pacchetto di pavimentazione, previo scotico ed asportazione del terreno vegetale, costituito da un riempimento con mista naturale, realizzazione della livelletta con stabilizzato, posa di sabbia di fiume soffice con funzione di allettamento di geomembrana in HDPE e geotessuto. Lo strato finale sarà costituito da circa 15 cm di spaccato di marmo bianco.

Le murature in mattoni pieni di laterizio verranno preventivamente lavate con idropulitura a bassa pressione e successivamente si interverrà, a seconda delle esigenze, con:

- scuci e cuci per la ricostituzione della continuità del paramento murario;
- risarcitura e ristilatura dei corsi di malta ammalorati con malta di calce;
- rivestimento delle parti non intonacate con vernice protettiva trasparente a base di silani e silossani;
- ripristino delle porzioni di intonaco ammalorate.

Tutte le strutture in calcestruzzo armato, a meno di quelle che verranno demolite, saranno ripristinate, previa idropulitura, nella loro forma e geometria mediante l'impiego di malte tixotropiche a base cementizia.

Tutti gli elementi in pietra naturale saranno trattati con idropulitura e rivestimento con vernice protettiva trasparente a base di silani e silossani.

Tutte le parti metalliche verniciate delle recinzioni subiranno sabbiatura a metallo quasi bianco Grado SA 2 ½ e successivo ciclo di verniciatura costituito da stesa di prima mano di zincante inorganico pari a 75 micron e seconda mano di verniciatura pari a 30 micron. Per i cancelli si provvederà inoltre a ripristinare il perfetto allineamento delle ante e dei riscontri di chiusura, si realizzerà la nuova carpenteria di fissaggio ai castelli delle paratoie e dei panconi e si installeranno nuove serrature a chiave.

La recinzione costituita da rete metallica sarà sostituita con nuova recinzione di analoga fattezza ma con l'impiego di nuovi elementi di supporto a "T" in acciaio verniciato ad interasse di circa 200 cm e rete metallica plastificata verde a maglie rettangolari per un'altezza di circa 160 cm.

Nella zona a Sud, in adiacenza alla recinzione della linea ferroviaria Mantova – Verona, i due pannelli in grigliato elettrosaldato zincati verranno sostituiti ripristinando il cancello di accesso a due ante in acciaio verniciato con analoga geometria e decoro di quelli esistenti sul fronte della ex S.S. 62 previa realizzazione di idoneo basamento di fondazione in calcestruzzo armato.

Verranno modificate ed adeguate tutte le griglie a protezione delle feritoie di calaggio delle paratoie e dei panconi in relazione alle nuove strutture delle paratoie come già indicato e descritto al paragrafo 5.3.3.1.

In corrispondenza del canale di scarico principale si andrà a sostituire la passerella esistente con una nuova passerella pavimentata con grigliato elettrosaldato e munita di adeguato parapetto di protezione dalle cadute in acqua come già indicato e descritto al paragrafo 5.3.3.1.

A ridosso delle nuove paratoie verrà installata una passerella in acciaio, sopraelevata rispetto al piano di calpestio attuale, per facilitare le operazioni di manutenzione ed eventuale movimentazione manuale delle paratoie come già indicato e descritto al paragrafo 5.3.3.1.

5.4. Risoluzione delle interferenze

Nel capitolo 5.2 sono stare descritte in maniera puntuale ed esaustiva le interferenze riscontrate con le opere in oggetto. Per la risoluzione delle stesse si ritiene di operare come segue:

INTERFERENZA n. 1 - Interventi edili sull'edificio di alloggiamento della paratoia principale che interferiscono con la linea aerea di alimentazione elettrica e con la rete di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale ("**Lotto B**").

Per quanto concerne la linea di alimentazione elettrica si provvederà al mantenimento in esercizio della stessa operando spostamenti provvisori del cavo anche per fasi successive fino al riposizionamento nella configurazione di progetto effettuando tutte quelle ottimizzazioni funzionali ad una maggiore efficienza gestionale e ad un miglior inserimento paesistico. Nelle fasi transitorie la linea sarà opportunamente protetta e gestita ai sensi del D.lgs. 81/2008. Per quanto concerne la rete di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale, essa verrà completamente dismessa e ricostruita con nuovi cavidotti e nuovi corpi illuminanti.

INTERFERENZA n. 2a - Interventi edili sul manufatto di scarico che interferiscono con la rete di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale ("**Lotto B**").

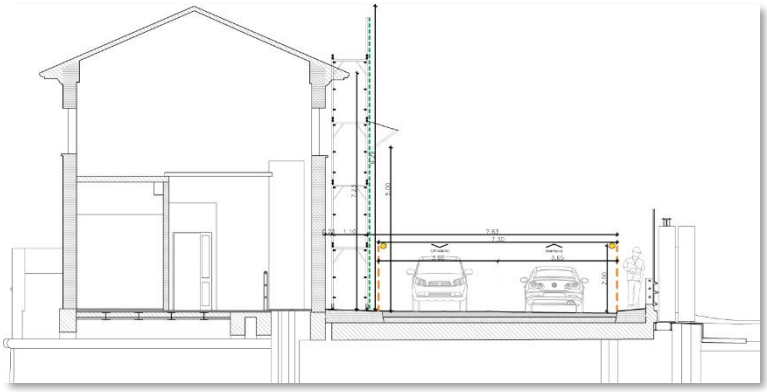
Per quanto concerne la rete di illuminazione pubblica della pista ciclopedonale, essa verrà completamente dismessa e ricostruita con nuovi cavidotti e recupero dei corpi illuminanti precedentemente smontati e accantonati.

INTERFERENZA n. 2b - Interventi edili sul manufatto di scarico che interferiscono con la rete di distribuzione del gas metano in media pressione sul lato di valle costituita da linea aerea AR125 incamiciata e con la rete di distribuzione dell'acqua potabile sul lato di valle costituita da linea aerea AR400 inserita in parte nel manufatto in calcestruzzo e appesa al manufatto di scarico ("**Lotto B**").

Le due linee in oggetto non costituiscono intralcio con le lavorazioni previste; esse saranno mantenute in posizione e in esercizio durante tutto lo svolgimento dei lavori. Qualsiasi intervento di manutenzione ordinaria e/o straordinaria risulterà di stretta competenza dell'Ente gestore. Durante le fasi di lavorazione le linee aeree saranno opportunamente protette e gestite ai sensi del D.lgs. 81/2008.

INTERFERENZA n. 3 - Il transito sulla ex S.S. 62 "della Cisa" non subirà normalmente limitazioni al traffico. Sarà necessario in occasioni saltuarie occupare la semicarreggiata o l'intera carreggiata ("**Lotto A**" e "**Lotto B**").

Ai lati della ex S.S. 62 sarà posizionata la recinzione di cantiere provvista di controventi che ne impediscano il ribaltamento e la conseguente invasione della sede stradale; inoltre sarà installata adeguata segnaletica e luci d'ingombro. Il punto che presenta maggiore criticità per interferenza con il transito veicolare è quello in corrispondenza dell'edificio di contenimento della paratoia principale; dalle verifiche effettuate, come evidenziato nella sezione sottostante, detratto lo spazio necessario per le lavorazioni, la sezione disponibile per il transito veicolare rimane comunque di 7,30 m e quindi due corsie da 3,65 m.



Sezione stradale in corrispondenza dell'edificio di contenimento della paratoia principale

Il ponteggio necessario per le lavorazioni sull'edificio sarà completamente schermato con rete antipolvere in polietilene e nella zona prospicente la strada sarà montata anche adeguato parasassi per evitare qualsiasi tipo di proiezione di materiale sulla carreggiata.

Verrà realizzata la segnaletica orizzontale gialla per individuare la presenza del cantiere e per realizzare un passaggio pedonale ad uso dei pedoni estranei al cantiere nonché due passaggi pedonali riservati agli operatori di cantiere.

Durante alcune fasi delle lavorazioni sarà necessario occupare una corsia per il transito veicolare e pertanto, in funzione delle necessità, sarà richiesta l'autorizzazione per la gestione del traffico con senso unico alternato mediante movieri e/o impianto semaforico. Sarà cura dell'Appaltatore programmare suddette attività nei momenti della giornata con minor afflusso di traffico, presumibilmente in notturna, di concerto con la polizia locale.

L'eventuale occupazione dell'intera carreggiata, e quindi l'interruzione totale del traffico, avverrà sempre e comunque in orario notturno e quindi con flussi di traffico ridotti, di concerto con la polizia locale, previa installazione della necessaria segnaletica di deviazione posizionata in corrispondenza della rotatoria di "Porta Mulina", della rotatoria di "Porta San Giorgio", della rotatoria di intersezione tra Viale della Favorita – Via Legnago – ex S.S. 482, della rotatoria di intersezione tra Viale della Favorita – Strada Montata – Viale di Poggio Reale e le due rotatorie di "Cittadella"

INTERFERENZA n. 4 - Il percorso ciclopedonale verrà completamente ricostruito nel tratto insistente sul manufatto idraulico ("**Lotto A**" e "**Lotto B**").

L'uso della pista ciclopedonale posta a valle, in fregio alla ex S.S. 62, verrà interdetto con predisposizione di idonea segnaletica di deviazione verso il percorso di monte (Mantova – Peschiera); nella planimetria di cantiere è indicato il percorso consentito.

INTERFERENZA n. 5 - Il transito sulla linea ferroviaria Mantova – Verona non subirà limitazioni al traffico ("**Lotto A**" e "**Lotto B**").

Con riferimento all'esistenza della linea ferroviaria Mantova – Verona a lato del cantiere di monte si rileva la presenza della relativa linea elettrica aerea e pertanto saranno sottoposte a una specifica procedura le lavorazioni e i sollevamenti svolti in prossimità della stessa in modo da garantire il rispetto della distanza di sicurezza ai sensi del D.lgs. 81/2008.

Inoltre sarà cura dell'impresa esecutrice delle opere adottare le tecnologie necessarie a garantire che durante qualsiasi operazione di sollevamento di carichi aerei sia scongiurato il pericolo di ribaltamento del carico e/o del mezzo sollevante sul tracciato della linea ferroviaria. Di questo dovrà essere data dimostrazione mediante calcolazioni e/o schemi grafici per approvazione preventiva da parte della Direzione dei Lavori del piano di sollevamento. Si prescrive comunque l'impiego di mezzi con capacità di sollevamento pari almeno a 3 volte il carico da movimentare.

6. Impianto di cantiere e dotazioni di sicurezza

Vista la necessità di articolare l'esecuzione dei lavori in due lotti funzionali ("**Lotto A**" e "**Lotto B**") risulta inevitabile prevedere l'articolazione dei cantieri e delle dotazioni di sicurezza separatamente per i due lotti. Nel seguito quindi sarà descritto separatamente l'impianto di cantiere e le dotazioni di sicurezza relative ad ogni lotto.

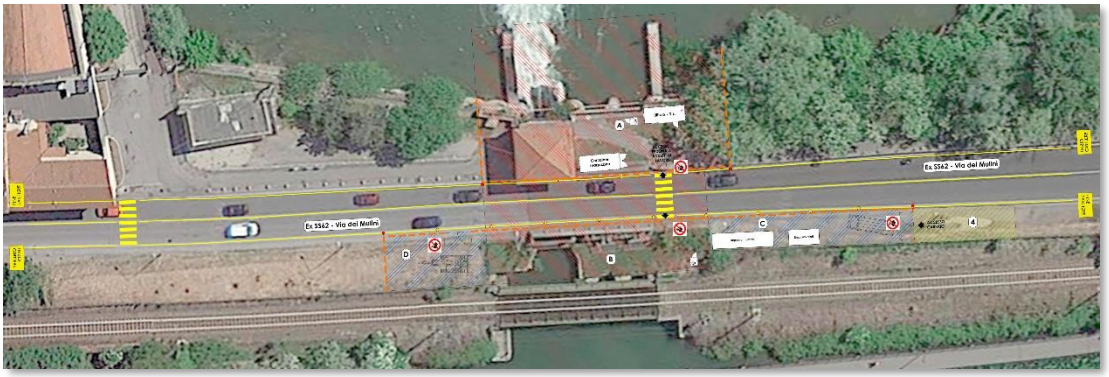
6.1. Organizzazione del cantiere – Lotto A

L'area di cantiere viene delimitata con recinzione in pannelli metallici prefabbricati removibili resi visibili con l'applicazione di rete in materiale plastico di colore arancio di altezza pari a 1,00 m posizionata a metà altezza della recinzione; tale recinzione viene disposta dove indicato in planimetria in modo da creare una netta distinzione tra area di cantiere e aree non occupate dal cantiere.

Nell'area di cantiere sono comprese le zone di lavorazione per eseguire le opere in progetto (A e B) e le zone di servizio al cantiere (C e D); in queste ultime è prevista l'installazione delle "baracche" per i diversi utilizzi quali spogliatoio e wc per operatori, ufficio Direzione Lavori e container magazzino, i depositi dei materiali e dei rifiuti e le aree riservate alla movimentazione e alla sosta delle macchine di cantiere. Inoltre sono presenti altre tre aree (1, 2, 3) che svolgono la funzione di zone temporanee per il calaggio dei pontili galleggianti e attracchi di sicurezza. L'area n. 1 si trova a monte del manufatto, nella darsena del circolo sportivo "Canottieri Mincio", in prossimità di Via San G. Bono, l'area n. 3 si trova sempre a monte, in prossimità del manufatto, in corrispondenza del pontile di attracco del circolo sportivo "Canottieri Mincio"; infine l'area n. 2 è localizzata a valle del manufatto, in corrispondenza dell'attracco "dell'A.S.D. Gruppo pesca Porta Giulia", in prossimità di Strada Montata.

Planimetria generale di cantiere – Lotto A

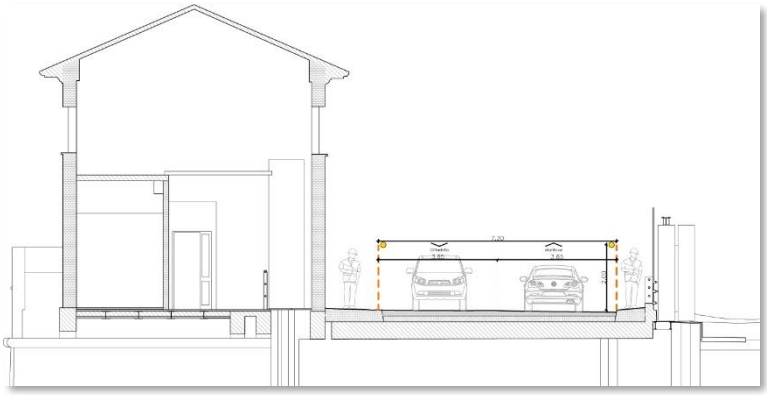
Il posizionamento delle strutture logistiche all'interno delle aree di cantiere dovrà essere studiato in modo da ottenere una distribuzione compatta per lasciare le rimanenti aree per movimentazioni e deposito materiali e attrezzature; tutti i servizi dovranno essere accessibili mediante un'idonea viabilità ed il numero dei parcheggi dovrà essere calcolato in relazione al numero presunto degli addetti nel cantiere specifico.



Planimetria di dettaglio del cantiere – Lotto A

Il progetto costruttivo dovrà dettagliare, approfondire, specificare tutte le fasi operative (Vedi P.S.C.) in modo personalizzato funzionalmente alle scelte strategiche realizzative e organizzative che ogni singolo concorrente proporrà in relazione alla propria specifica organizzazione ed esperienza.

Il cantiere si estende a ridosso della ex S.S. 62 e pertanto sono previste delle azioni per limitare i rischi da interferenze tra le attività di cantiere e il normale transito di veicoli e pedoni. La recinzione posta ai lati della ex S.S. 62 sarà provvista di controventi che ne impediscano il ribaltamento e la conseguente invasione della sede stradale; inoltre sarà installata adeguata segnaletica e luci d'ingombro. Il punto che presenta maggiore criticità per interferenza con il transito veicolare è quello in corrispondenza dell'edificio di contenimento della paratoia principale; dalle verifiche effettuate, come evidenziato nella sezione sottostante, detratto lo spazio necessario per le lavorazioni, la sezione disponibile per il transito veicolare rimane comunque di 7,30 m e quindi due corsie da 3,65 m.



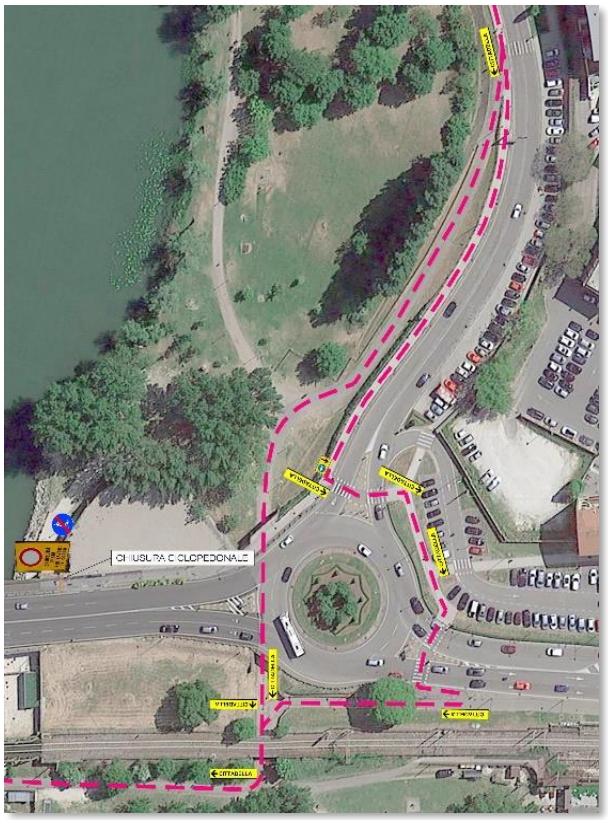
Sezione stradale in corrispondenza dell'edificio di contenimento della paratoia principale – Lotto A

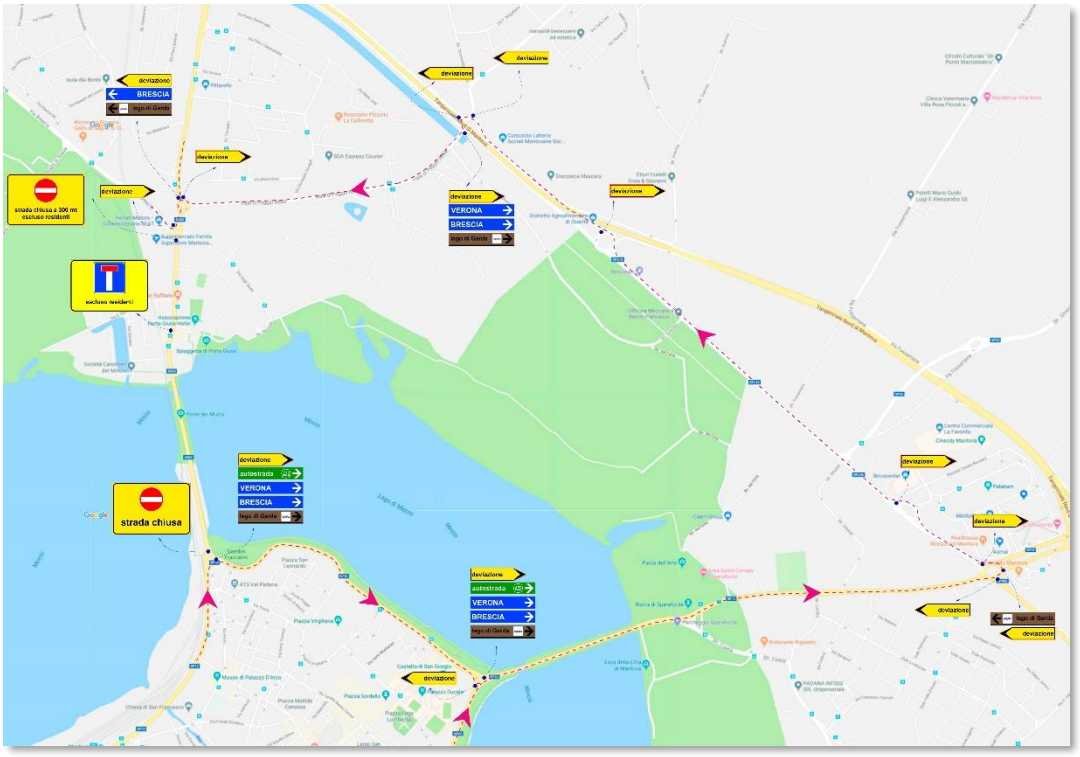
Verrà realizzata la segnaletica orizzontale gialla per individuare la presenza del cantiere e per realizzare un passaggio pedonale ad uso dei pedoni estranei al cantiere nonché un passaggio pedonale riservati agli operatori di cantiere.

L'uso della pista ciclopedonale posta a valle, in fregio alla ex S.S. 62, verrà interdetto con predisposizione di idonea segnaletica di deviazione verso il percorso di monte; nella planimetria è indicato il percorso consentito.

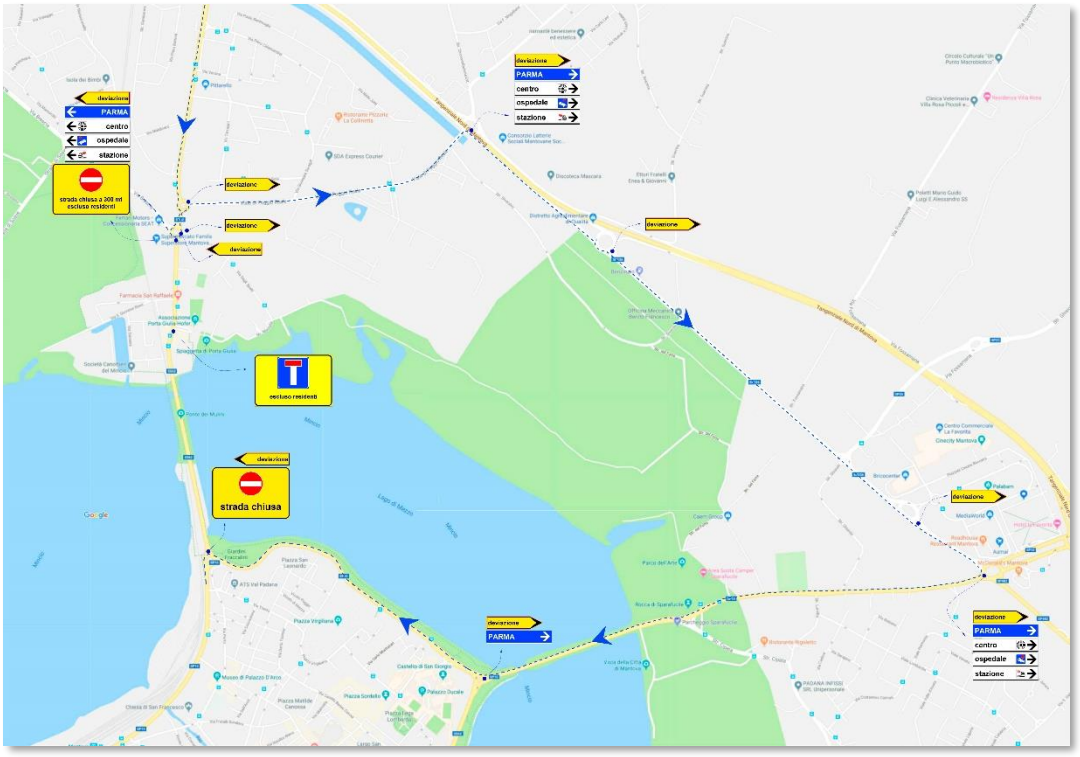
Durante alcune fasi delle lavorazioni sarà necessario occupare una corsia per il transito veicolare e pertanto, in funzione delle necessità, sarà richiesta l'autorizzazione per la gestione del traffico con senso unico alternato mediante movieri e/o impianto semaforico. Sarà cura dell'Appaltatore programmare suddette attività nei momenti della giornata con minor afflusso di traffico, presumibilmente in notturna, di concerto con la polizia locale.

L'eventuale occupazione dell'intera carreggiata, e quindi l'interruzione totale del traffico, avverrà sempre e comunque in orario notturno e quindi con flussi di traffico ridotti, di concerto con la polizia locale, previa installazione della necessaria segnaletica di deviazione posizionata in corrispondenza della rotatoria di "Porta Mulina", della rotatoria di "Porta San Giorgio", della rotatoria di intersezione tra Viale della Favorita – Via Legnago – ex S.S. 482, della rotatoria di intersezione tra Viale della Favorita – Strada Montata – Viale di Poggio Reale e le due rotatorie di "Cittadella"





Planimetria della deviazione del traffico – Senso di percorrenza Mantova → Verona



Planimetria della deviazione del traffico – Senso di percorrenza Verona/Brescia → Mantova

Le lavorazioni per la sostituzione delle paratoie avverranno in aree prosciugate tra i panconi di monte e valle. All'esterno di tali aree prosciugate si opererà in sicurezza installando una passerella parapettata a valle e utilizzando dei pontili galleggianti collocati a monte e valle dei canali chiusi dai panconi.

All'interno dei canali di scarico si impiegheranno trabattelli mobili in quanto possono essere smantellati in tempi brevi per necessità di sgombero del cantiere.

Con riferimento all'esistenza della linea ferroviaria Mantova – Verona a lato del cantiere di monte si rileva la presenza della relativa linea elettrica aerea e pertanto saranno sottoposte a una specifica procedura le lavorazioni e i sollevamenti svolti in prossimità della stessa in modo da garantire il rispetto della distanza di sicurezza. Sarà cura dell'impresa esecutrice adottare le tecnologie necessarie a garantire che durante qualsiasi operazione di sollevamento di carichi aerei sia scongiurato il pericolo di ribaltamento del carico e/o del mezzo sollevante sul tracciato della linea ferroviaria. Di questo dovrà essere data dimostrazione mediante calcolazioni e/o schemi grafici per approvazione preventiva da parte della Direzione dei Lavori del piano di sollevamento. Si prescrive comunque l'impiego di mezzi con capacità di sollevamento pari almeno a 3 volte il carico da movimentare.

Un'altra procedura specifica riguarderà la gestione dell'emergenza idraulica con relativa necessità di sgombero delle aree di cantiere allagabili.

Dal punto di vista esecutivo è possibile prevedere le seguenti principali lavorazioni e di conseguenza le attrezzature relative. Va premesso, che per l'opera da realizzare e le relative lavorazioni, il cantiere sarà normalmente dotato di un pontone di servizio allestito con attrezzature varie in base alle lavorazioni da svolgere ed imbarcate le macchine necessarie alle stesse.

LISTA DELLE PRINCIPALI LAVORAZIONI

- Impianto di cantiere
- Taglio di vegetazione arborea ed arbustiva (decespugliatore, sega a catena);
- Scavi e movimenti terra (escavatore);
- Realizzazione di sottofondazioni (trivella per realizzazione micropali, pompa per getto ad iniezione della malta);
- Opere in calcestruzzo armato costituite da casseratura, armatura e getto in calcestruzzo (sega circolare, autobetoniera, pompa per calcestruzzo);
- Assemblaggio delle opere in carpenteria metallica (saldatrice, smerigliatrice angolare, avvitatore pneumatico);
- Varo delle opere in carpenteria metallica (gru semovente e carrelli);
- Impianti elettromeccanici;
- Smobilizzo cantiere

L'impresa esecutrice, in sede di offerta, dovrà valutare attentamente tutte le condizioni locali, dei luoghi, sociali, usi e consuetudini onde provvedere alla migliore programmazione, gestione e organizzazione dei lavori compatibilmente con le indicazioni e prescrizioni del progetto esecutivo e del quadro approvativo espresso dai pareri degli Enti terzi.

6.2. Organizzazione del cantiere – Lotto B

L'area di cantiere viene delimitata con recinzione in pannelli metallici prefabbricati removibili resi visibili con l'applicazione di rete in materiale plastico di colore arancio di altezza pari a 1,00 m posizionata a metà altezza della recinzione; tale recinzione viene disposta dove indicato in planimetria in modo da creare una netta distinzione tra area di cantiere e aree non occupate dal cantiere. Nell'area di cantiere sono comprese le zone di lavorazione per eseguire le opere in progetto (B e C) e le zone di servizio al cantiere (A, D ed E); in queste ultime è prevista l'installazione delle "baracche" per i diversi utilizzi quali spogliatoio e wc per operatori, ufficio Direzione Lavori e container magazzino, i depositi dei materiali e dei rifiuti e le aree riservate alla movimentazione e alla sosta delle macchine di cantiere. Inoltre sono presenti altre tre aree (1, 2, 3) che svolgono la funzione di zone temporanee per il calaggio dei pontili galleggianti e attracchi di sicurezza.

L'area n. 1 si trova a monte del manufatto, nella darsena del circolo sportivo "Canottieri Mincio", in prossimità di Via San G. Bono, l'area n. 3 si trova sempre a monte, in prossimità del manufatto, in corrispondenza del pontile di attracco del circolo sportivo "Canottieri Mincio"; infine l'area n. 2 è localizzata a valle del manufatto, in corrispondenza dell'attracco "dell'A.S.D. Gruppo pesca Porta Giulia", in prossimità di Strada Montata.

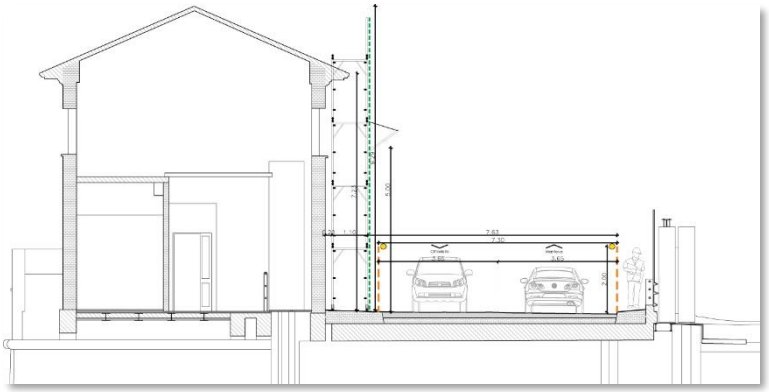
Planimetria generale di cantiere – Lotto B

Il posizionamento delle strutture logistiche all'interno delle aree di cantiere dovrà essere studiato in modo da ottenere una distribuzione compatta per lasciare le rimanenti aree per movimentazioni e deposito materiali e attrezzature; tutti i servizi dovranno essere accessibili mediante un'idonea viabilità ed il numero dei parcheggi dovrà essere calcolato in relazione al numero presunto degli addetti nel cantiere specifico.

Planimetria di dettaglio del cantiere – Lotto B

Il progetto costruttivo dovrà dettagliare, approfondire, specificare tutte le fasi operative (Vedi P.S.C.) in modo personalizzato funzionalmente alle scelte strategiche realizzative e organizzative che ogni singolo concorrente proporrà in relazione alla propria specifica organizzazione ed esperienza.

Il cantiere si estende a ridosso della ex S.S. 62 e pertanto sono previste delle azioni per limitare i rischi da interferenze tra le attività di cantiere e il normale transito di veicoli e pedoni. La recinzione posta ai lati della ex S.S. 62 sarà provvista di controventi che ne impediscano il ribaltamento e la conseguente invasione della sede stradale; inoltre sarà installata adeguata segnaletica e luci d'ingombro. Il punto che presenta maggiore criticità per interferenza con il transito veicolare è quello in corrispondenza dell'edificio di contenimento della paratoia principale; dalle verifiche effettuate, come evidenziato nella sezione sottostante, detratto lo spazio necessario per le lavorazioni, la sezione disponibile per il transito veicolare rimane comunque di 7,30 m e quindi due corsie da 3,65 m. Il ponteggio necessario per le lavorazioni sull'edificio sarà completamente schermato con rete antipolvere in polietilene e nella zona prospicente la strada sarà montata anche adeguato parasassi per evitare qualsiasi tipo di proiezione di materiale sulla carreggiata.



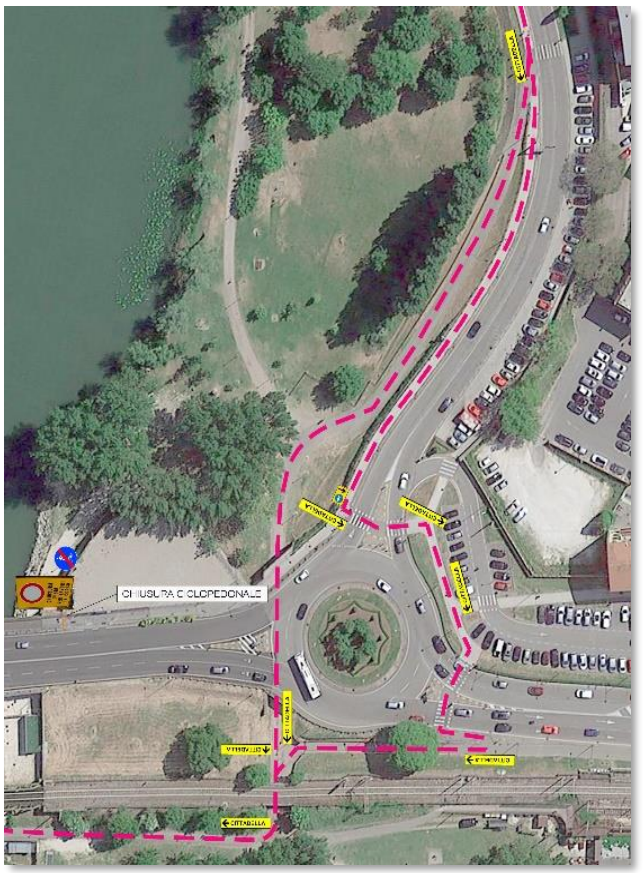
Sezione stradale in corrispondenza dell'edificio di contenimento della paratoia principale – Lotto B

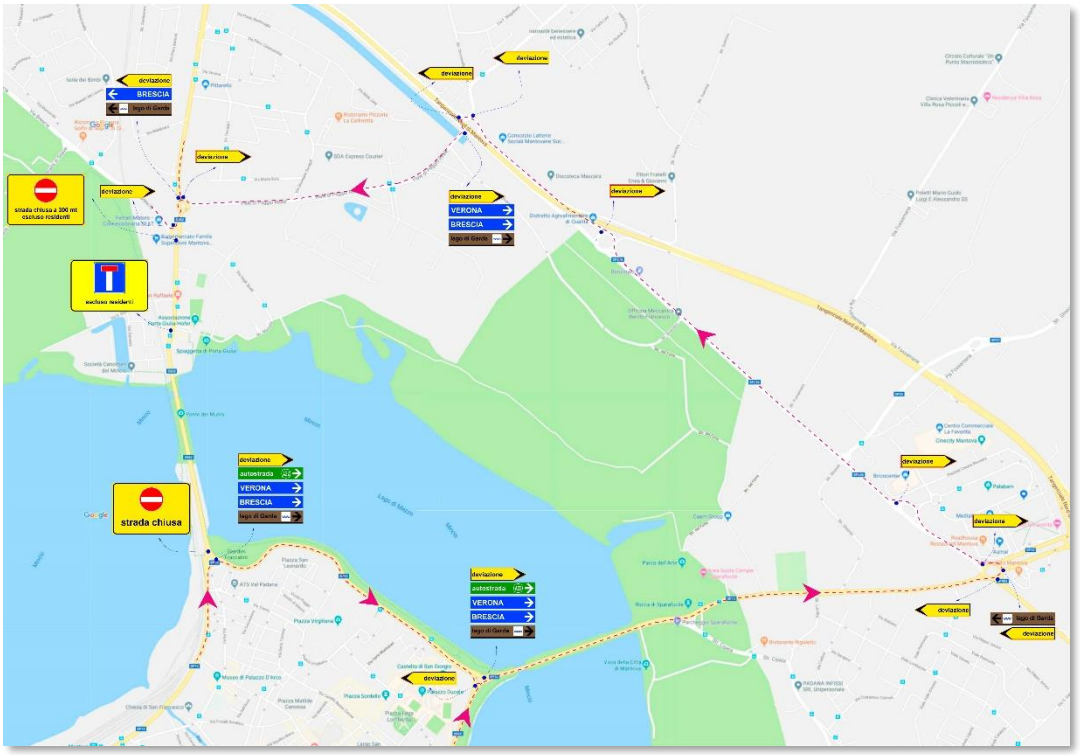
Verrà realizzata la segnaletica orizzontale gialla per individuare la presenza del cantiere e per realizzare un passaggio pedonale ad uso dei pedoni estranei al cantiere nonché due passaggi pedonali riservati agli operatori di cantiere.

L'uso della pista ciclopedonale posta a valle, in fregio alla ex S.S. 62, verrà interdetto con predisposizione di idonea segnaletica di deviazione verso il percorso di monte; nella planimetria è indicato il percorso consentito.

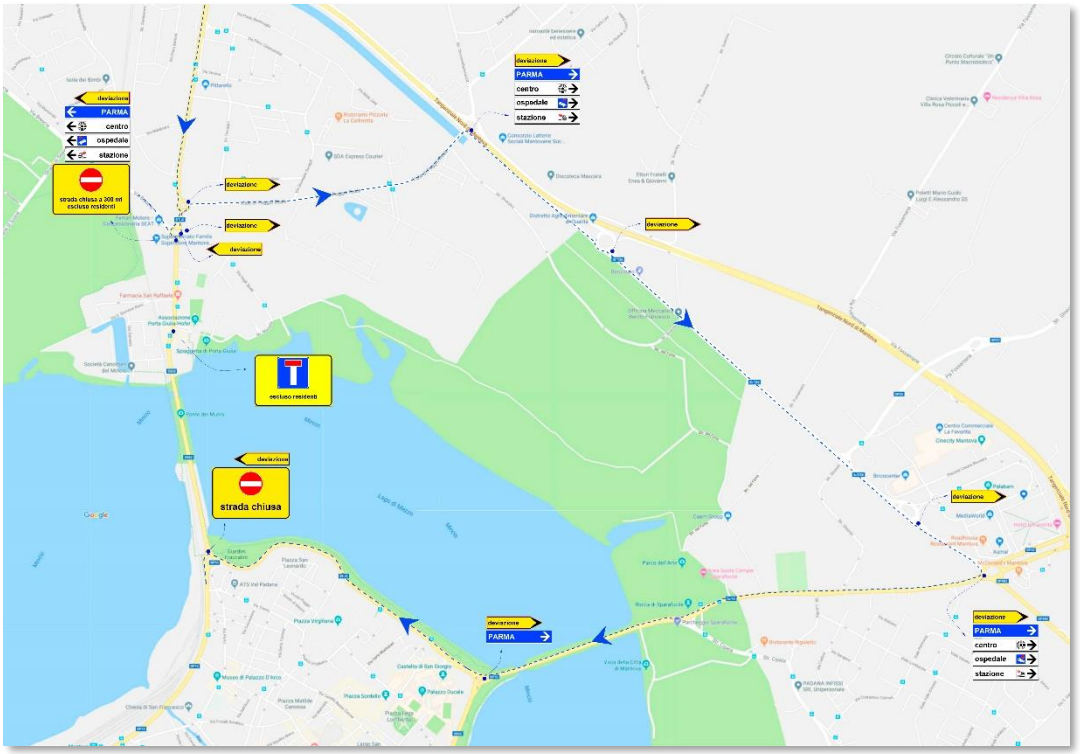
Durante alcune fasi delle lavorazioni sarà necessario occupare una corsia per il transito veicolare e pertanto, in funzione delle necessità, sarà richiesta l'autorizzazione per la gestione del traffico con senso unico alternato mediante movieri e/o impianto semaforico. Sarà cura dell'Appaltatore programmare suddette attività nei momenti della giornata con minor afflusso di traffico, presumibilmente in notturna, di concerto con la polizia locale.

L'eventuale occupazione dell'intera carreggiata, e quindi l'interruzione totale del traffico, avverrà sempre e comunque in orario notturno e quindi con flussi di traffico ridotti, di concerto con la polizia locale, previa installazione della necessaria segnaletica di deviazione posizionata in corrispondenza della rotatoria di "Porta Mulina", della rotatoria di "Porta San Giorgio", della rotatoria di intersezione tra Viale della Favorita – Via Legnago – ex S.S. 482, della rotatoria di intersezione tra Viale della Favorita – Strada Montata – Viale di Poggio Reale e le due rotatorie di "Cittadella"





Planimetria della deviazione del traffico – Senso di percorrenza Mantova → Verona



Planimetria della deviazione del traffico – Senso di percorrenza Verona/Brescia → Mantova

Le lavorazioni sul manufatto di scarico avverranno in aree prosciugate tra i panconi di monte e valle. All'esterno di tali aree prosciugate si opererà in sicurezza installando una passerella parapettata a valle e utilizzando dei pontili galleggianti collocati a monte e valle dei canali chiusi dai panconi.

Come anticipato in precedenza sarà previsto il montaggio di un ponteggio sui quattro lati dell'edificio di contenimento della paratoia principale; tale apprestamento necessiterà di specifico progetto per le porzioni di esso difformi dalla configurazione da libretto. Il ponteggio verrà utilizzato anche all'interno dell'edificio, mentre all'interno dei canali di scarico non potrà essere utilizzato in quanto no smantellabile in tempi brevi; per questo motivo si impiegheranno trabattelli mobili.

Con riferimento all'esistenza della linea ferroviaria Mantova – Verona a lato del cantiere di monte si rileva la presenza della relativa linea elettrica aerea e pertanto saranno sottoposte a una specifica procedura le lavorazioni e i sollevamenti svolti in prossimità della stessa in modo da garantire il rispetto della distanza di sicurezza. Sarà cura dell'impresa esecutrice adottare le tecnologie necessarie a garantire che durante qualsiasi operazione di sollevamento di carichi aerei sia scongiurato il pericolo di ribaltamento del carico e/o del mezzo sollevante sul tracciato della linea ferroviaria. Di questo dovrà essere data dimostrazione mediante calcolazioni e/o schemi grafici per approvazione preventiva da parte della Direzione dei Lavori del piano di sollevamento. Si prescrive comunque l'impiego di mezzi con capacità di sollevamento pari almeno a 3 volte il carico da movimentare.

Un'altra procedura specifica riguarderà la gestione dell'emergenza idraulica con relativa necessità di sgombero delle aree di cantiere allagabili.

Dal punto di vista esecutivo è possibile prevedere le seguenti principali lavorazioni e di conseguenza le attrezzature relative. Va premesso, che per l'opera da realizzare e le relative lavorazioni, il cantiere sarà normalmente dotato di un pontone di servizio allestito con attrezzature varie in base alle lavorazioni da svolgere ed imbarcate le macchine necessarie alle stesse.

LISTA DELLE PRINCIPALI LAVORAZIONI

- Impianto di cantiere
- Taglio di vegetazione arborea ed arbustiva (decespugliatore, sega a catena);
- Demolizione di pavimentazioni stradali (escavatore con benna e/o martello pneumatico, martello pneumatico a mano);
- Scavi e movimenti terra (escavatore);
- Opere in calcestruzzo armato costituite da casseratura, armatura e getto in calcestruzzo (sega circolare, autobetoniera, pompa per calcestruzzo);
- Assemblaggio delle opere in carpenteria metallica (saldatrice, smerigliatrice angolare, avvitatore pneumatico);
- Varo delle opere in carpenteria metallica (gru semovente e carrelli);
- Pulizia del manufatto esistente (idropulitrice e sabbiatrice);
- Ricostruzione di paramenti murari (betoniera, sega circolare);
- Rifacimento copertura (saldatrice, sega circolare, smerigliatrice angolare, avvitatore pneumatico);
- Pavimentazioni stradali (finitrice e rullo compressore);
- Altre pavimentazioni (autobetoniera);
- Impianti elettromeccanici e di illuminazione;
- Segnaletica orizzontale e verticale;
- Opere di completamento;
- Smobilizzo cantiere

L'impresa esecutrice, in sede di offerta, dovrà valutare attentamente tutte le condizioni locali, dei luoghi, sociali, usi e consuetudini onde provvedere alla migliore programmazione, gestione e organizzazione dei lavori compatibilmente con le indicazioni e prescrizioni del progetto esecutivo e del quadro approvativo espresso dai pareri degli Enti terzi.

6.3. Bonifica da ordigni bellici inesplosi

È stata esclusa la necessità di effettuare la bonifica da ordigni bellici inesplosi per i seguenti motivi:

- non vengono effettuate operazioni di scavo se non in aree già ampiamente manomesse per la posa di sottoservizi;
- i fori praticati in profondità riguardano manufatti antecedenti la seconda guerra mondiale e comunque non saranno interessati strati di sottosuolo;
- nell'area di intervento è stata eseguita, nel 1997, la bonifica preventiva da residuati bellici inesplosi con dichiarazione di garanzia finale.

7. Tempi presunti per la costruzione dell'opera

Il soggetto proponente del progetto è AIPO che pertanto, ai sensi dell'art. 7 del DPR 380/2001 e s.m.i., approverà il Progetto Definitivo/Esecutivo previa validazione dello stesso. L'approvazione sarà preceduta da Conferenza dei Servizi o dalla raccolta dei pareri di competenza singolarmente. Raccolti i pareri sarà effettuata la validazione del progetto e la approvazione dei singoli lotti funzionali da parte di AIPO.

La Struttura Commissariale del Terremoto di Regione Lombardia, in seguito, esprimerà il proprio parere di conformità sul progetto Definitivo/Esecutivo sia per il "**Lotto A**" che per il "**Lotto B**", seppur in maniera coordinata in conformità con il procedimento speciale di approvazione conseguente al cofinanziamento dell'opera con i fondi degli eventi sismici del Maggio 2012.

Seguiranno le procedure di gara per l'individuazione e l'aggiudicazione della esecuzione dei lavori.

Il tempo utile per l'ultimazione dei lavori è stabilito in circa 30 settimane per il "**Lotto A**" e 57 settimane per il "**Lotto B**", come rappresentanto nell'allegato cronoprogramma di progetto. I tempi decorreranno dalla data del verbale di consegna dei lavori e fatto salvo quanto specificato nel seguito nel CSA in merito a penali, sospensioni o proroghe. In detto tempo sono compresi gli intervalli per la installazione dell'impianto di cantiere ed all'ottenimento di ogni concessione, permesso od autorizzazione indispensabili per l'esecuzione dei lavori.

Fattore strategico delle valutazioni di gara sarà l'analisi delle migliorie qualitative offerte e della riduzione degli impatti generati in fase di esecuzione funzionalmente alle capacità organizzative dei concorrenti.

8. Stima dei costi e quadro economico

In relazione alla stima riportata nello specifico elaborato a cui si rinvia direttamente, si precisa che gli importi a base d'asta si riferiscono esclusivamente ai lavori ed alle opere valutate in questa fase, tenendo perciò separate le opere e gli oneri relativi a: danni, tributi, spese tecniche generali, etc. (somme a disposizione dell'Amministrazione).

Le valutazioni sono state effettuate sulla base di prezzi inseriti nel prezziario della Regione Lombardia e dei prezzi relativi a lavori analoghi al fine di determinare il costo complessivo dell'opera.

Per il R.T.P.

POLARIS – Studio Associato

Hydrodata S.p.a.

Engeo S.r.l.

SAP S.r.l.

Ing. Ugo Bernini