

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO – PARMA

Strada Giuseppe Garibaldi 75, I-43121 Parma

MO-E-1357 – ADEGUAMENTO DEI MANUFATTI DI REGOLAZIONE E SFIORO DELLA CASSA DI ESPANSIONE DEL FIUME SECCHIA COMPRESIVO DELLA PREDISPOSIZIONE DELLA POSSIBILITÀ DI REGOLAZIONE IN SITUAZIONI EMERGENZIALI ANCHE PER PIENE ORDINARIE IN RELAZIONE ALLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO DEL TRATTO ARGINATO (EX CODICE 10969) E AVVIO DELL'ADEGUAMENTO IN QUOTA E POTENZIAMENTO STRUTTURALE DEI RILEVATI ARGINALI DEL SISTEMA CASSA ESPANSIONE ESISTENTE

**MO-E-1273 – LAVORI DI AMPLIAMENTO E ADEGUAMENTO DELLA CASSA DI ESPANSIONE DEL FIUME SECCHIA NEL COMUNE DI RUBIERA (RE)
(ACCORDO DI PROGRAMMA MINISTERO – RER – PARTE A)**

PROGETTO DEFINITIVO
R.11.6 – ANALISI IPOTESI PROGETTUALI ALTERNATIVE
IL RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:

CAPOGRUPPO MANDATARIA
PROGETTAZIONE GENERALE – INGEGNERIA IDRAULICA E STRUTTURALE



DIZETA INGEGNERIA
STUDIO ASSOCIATO
Via Bassini, 19 – 20133 MILANO Tel. 02-70600125
server@dezetaingegneria.it Fax 02-70600014

ING. FULVIO BERNABEI
ING. STEFANO ADAMI
ING. LAURA GRILLI
ING. GIANLUIGI SEVNI
ING. PAOLO SANAVIA

MANDANTE
RAPPORTI CON ENTI TERZI – MODELLISTICA IDROLOGICA E
IDRAULICA – IDROGEOLOGIA



ING. DENIS CERLINI
ING. MARCO BELICCHI
ING. NICOLA PESSARELLI (CSP)
ING. MICHELE FERRARI

MANDANTE
INGEGNERIA STRUTTURALE



ING. MARCO G. P. BRAGHINI
ING. DANIELE L. GIOMETTI

MANDANTE
GEOLOGIA



EN GEO S.r.l.
ENGINEERING GEOLOGY
www.engeo.it

GEOLOGO CARLO CALEFFI
GEOLOGO FRANCESCO CERUTTI

MANDANTE
ASPETTI AMBIENTALI



ING. MASSIMO SARTORELLI
ING. BENIAMINO BARENGHI
DOTT. AGR. ALESSIA MANICONE
DOTT.SSA CHIARA LUVIE'

MANDANTE
ASPETTI PAESAGGISTICI



ARCH. ANGELO DAL SASSO

PER IL R.T.P.:

IL PROGETTISTA GENERALE
DOTT. ING. FULVIO BERNABEI

IL RUP:

DOTT. ING.
FEDERICA PELLEGRINI

CONSULENTE
INGEGNERIA GEOTECNICA



PROF. ING. FRANCESCO COLLESELLI
ING. GIUSEPPE COLLESELLI

CONSULENTE
PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO

GEOM. MARCO SOZZE'

CONSULENTE
VALUTAZIONI ARCHEOLOGICHE

DOTT.SSA IVANA VENTURINI

DATA: LUGLIO 2019

Mod.7.3 F – Rev.01

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTR.	APPR.
01	OTTOBRE 2020	Integrazione a seguito verifica di completezza V.I.A.			
02					

1	Premesse	3
2	Assetto sistematorio generale	5
3	Criteri per l'individuazione delle soluzioni progettuali alternative	9
4	Descrizione interventi ipotesi alternative	10
4.1	Soluzione in essere - Adeguamento del manufatto regolatore	10
4.2	Soluzione in essere - Manufatto di derivazione laterale regolato – soglia 42,00 m s.l.m.	15
4.3	Manufatto di derivazione laterale – a soglia libera	19
4.3.1	<i>Manufatto di derivazione laterale – soglia libera q. 47,60÷46,30 mslm – L=150 m</i>	19
4.3.2	<i>Manufatto di derivazione laterale – soglia libera q. 46,10÷45,30 mslm – L=150 m</i>	20
4.4	Manufatto regolatore – ipotesi alternative	20
4.4.1	<i>Soluzione che minimizza la meccanizzazione della traversa</i>	20
4.4.2	<i>Soluzione che minimizza la modifica architettonica dell'opera</i>	21
4.5	Manufatto di derivazione laterale regolato – soglia 45,80 m s.l.m.	23
5	Confronto ipotesi progettuali – manufatto di derivazione a soglia libera	24
6	Confronto ipotesi progettuali – minimizzazione meccanizzazione e modifiche architettoniche	30
6.1	Analisi multicriteri	31

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



7 Conclusioni	37
8 ALLEGATI	38



1 Premesse

L'analisi delle soluzioni alternative è stata svolta nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico economica e ha portato all'individuazione della soluzione sviluppata nel presente progetto definitivo. Di seguito si da atto come richiesto di quanto svolto.

Le possibili soluzioni progettuali alternative, compresa la non realizzazione o «opzione zero», possono essere individuate in relazione al contesto territoriale, ambientale e paesaggistico in cui l'intervento si inserisce, agli effetti che tale intervento produce sull'ambiente, alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire, tutto ciò si traduce in linea di massima nella valutazione di due aspetti: **la localizzazione e la caratterizzazione dell'opera.**

Entrambi questi aspetti nel caso specifico sono predefiniti con una localizzazione già fissata, trattandosi di adeguamento di un'opera esistente e con una caratterizzazione già individuata nel «**Documento Preliminare alla Progettazione**» in termini di **obiettivi e linee di intervento**

Obiettivi:

- massimizzazione del riempimento della vasca al fine di minimizzare il deficit di sicurezza che comunque rimarrebbe sull'asta di valle rispetto all'evento di progetto T200;
- rendere l'opera in grado di laminare l'evento con tempo di ritorno 20 anni;
- adeguare l'opera per il rispetto delle prescrizioni del DPR1363/59 e s.m.i.

Interventi:

1. adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali costituenti il sistema della cassa di espansione esistente;
2. adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della stessa cassa di espansione, **comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione** in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato;
3. adeguamento del sistema difensivo immediatamente a valle della cassa.

I criteri di individuazione di possibili soluzioni alternative, dati i presupposti, risultano molto stringenti. Per l'individuazione delle ipotesi alternative si è partito dalla sintesi delle conoscenze e degli studi pregressi, successivamente si è proceduto individuando l'assetto sistematorio generale comune a tutte le ipotesi alternative e a seguire sono state formulate ipotesi alternative. Dapprima si è presa in considerazione l'ipotesi di non fornire il manufatto di derivazione laterale di organi di manovra, ovvero di restaurare il manufatto esistente mantenendo un funzionamento a soglia libera. Constatato, come era ragionevole aspettarsi, che tali ipotesi alternative risultano sempre meno efficienti rispetto a configurazioni che prevedano la possibilità di regolare il funzionamento del sistema cassa in derivazione, si è proceduto confrontando, con una analisi multicriteri, ipotesi alternative formulate sempre nel rispetto degli stringenti vincoli imposti alla progettazione.

2 Assetto sistematorio generale

L'assetto sistematorio generale ha l'obiettivo di risolvere le seguenti criticità:

- L'insufficienza dell'invaso nel fornire un grado di laminazione adeguato rispetto all'evento di riferimento con tempo di ritorno $T=200$ anni;
- L'inadeguatezza dei manufatti di sbarramento e di sfioro laterale nell'ottimizzare l'efficienza dell'invaso, anche per eventi di piena di minore entità;
- L'inadeguatezza normativa dell'opera, rispetto previsioni del DPR 1363/59, con particolare riferimento all'entità del franco idraulico in concomitanza con il passaggio dell'evento di progetto.

Come dichiarato in premessa la soluzione a tali criticità veniva suggerita, all'interno del documento preliminare alla progettazione, attraverso l'attuazione dei seguenti quattro interventi:

- Adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali costituenti il perimetro della cassa di espansione esistente (ordinanza commissariale 7 e 8/2015);
- Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione, compresa la possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato di valle (ordinanza commissariale 7 e 8/2015);
- Adeguamento del sistema difensivo immediatamente a valle della cassa (ordinanza commissariale 7 e 8/2015);
- Ampliamento della cassa espansione (Accordo di programma ministero - RER - Parte A).

La prima attività svolta dallo scrivente RTP nell'ambito della progettazione di fattibilità è stata quella di individuare le effettive potenzialità del sistema di casse di espansione del Secchia con l'obiettivo di adeguare il sistema all'evento di riferimento con tempo di ritorno $T=200$ anni.

Le analisi svolte hanno portato alla presa atto dell'impossibilità di adeguamento della cassa all'evento di progetto. Tale impossibilità deriva dall'insufficiente volume d'invaso ottenibile con il rialzo delle arginature e l'ampliamento della cassa a fronte del volume in eccedenza delle onde di piena da laminare.

Considerando, infatti, che la portata di regolazione compatibile con l'asta di valle è risultata valutabile tra un minimo di 750 m³/s e un massimo di 900 m³/s (portata compatibile nell'ipotesi di significativi interventi atti al miglioramento della sezione di deflusso del tratto arginato vallivo), il volume minimo necessario - in condizioni di massima efficienza del sistema di laminazione e non tenendo conto della capacità naturale di laminazione dell'alveo tra il ponte A1 e ponte Alto - è quello riportato nella tabella seguente, a fronte di un volume massimo ottenibile dalla ristrutturazione della cassa di Rubiera pari a circa 23 Mm³.

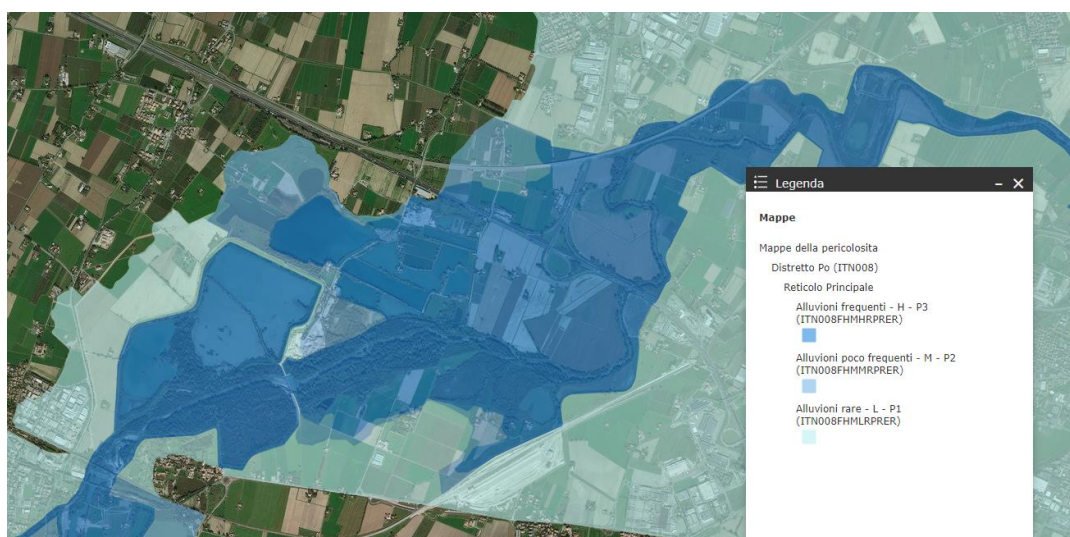
Portata massima rilasciata a valle	Volume mancante TR200 12h	Volume mancante TR200 24h
Q _{max valle} = ~750 m ³ /s	38.4 Mm ³	50.8 Mm ³
Q _{max valle} = ~900 m ³ /s	33.8 Mm ³	43.8 Mm ³

Tabella 3.4: Ulteriore capacità di invaso necessaria per la copertura del rischio idraulico

E' risultato evidente, quindi, che il perseguimento del primo obiettivo della progettazione, cioè la risoluzione dell'insufficienza dell'invaso nel fornire un grado di laminazione adeguato rispetto all'evento di riferimento con tempo di ritorno TR=200 anni, risultava irrealizzabile tramite la sola attuazione degli interventi individuati nel documento preliminare alla progettazione ed oggetto dell'incarico.

A seguito di tale presa atto lo scrivente RTP ha analizzato scenari di intervento che comprendessero la realizzazione di una seconda vasca di laminazione nell'area di valle compresa tra lo sbarramento e l'autostrada A1. Tale area, che ha una dimensione pari

a circa 350 ha risulta allo stato di fatto inondabile per una porzione significativa per tempi di ritorno inferiori a 20 anni e già svolge un effetto considerevole nella riduzione dei colmi delle onde di piena che fuoriescono dalla cassa prima del loro ingresso nel tratto arginato a valle del ponte A1. Nella figura seguente si riporta stralcio della mappa di pericolosità del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dove si vede come l'area in oggetto rientra nella classifica Alluvioni Frequenti H- P3.



Si riporta di seguito la tabella degli scenari prodotta nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico economica che sintetizza l'analisi svolta e ha portato ad identificare come intervento aggiuntivo per l'adeguamento del sistema di laminazione all'evento di riferimento TR 200, la realizzazione di una seconda vasca di laminazione. Tale intervento, come riportato nel capitolo 1 della presente relazione, è stato inserito nel Lotto D del progetto di fattibilità tecnico economica.

Come conseguenza delle analisi sopra sinteticamente riportate il prosieguo della progettazione preliminare è stato svolto perseguendo l'obiettivo di massimizzare l'efficienza del sistema in rapporto alla portata compatibile a valle e ai volumi di invaso disponibili comprendendo anche l'ampliamento della cassa esistente.

Tale obiettivo è stato perseguito imponendo in uscita alla cassa esistente una portata di regolazione di 750 m³/s, compatibile con il sistema difensivo arginale di valle, a seguito dell'intervento descritto nel precedente paragrafo.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



Portate al colmo (mc/s)							Descrizione aree di intervento							Descrizione scenari di intervento																									
Qmax monte							A1 A2 B C							SDF 1 2 3							Stato di fatto attuale con cassa in linea A1 e fuori linea A2 regolate ad un massimo invaso di 49,50 m s.l.m. A1+A2+B con massimo invaso a 50 m s.l.m. C con massimo invaso a 42,50 m s.l.m. (limite intradosso autostrada) Scenario 1 con ripristino volume sedimentato in vasca in linea A1 Scenario 2 con sovrizzo massimo invaso area di intervento C tale per cui si annullino i deficit per le piene di progetto																		
Volumi in eccedenza necessario alla riduzione delle piene																																							
V per Q= 750																																							
V per Q= 848																																							
V per Q= 1066																																							
V per Q= 1136																																							

Tabella 3.5: Sintesi della stima circa la copertura del rischio idraulico all'aumentare della capacità di invaso e al variare della portata massima rilasciata a valle



3 Criteri per l'individuazione delle soluzioni progettuali alternative

Definito l'assetto sistematorio generale è stata individuata la soluzione in essere che prevede, in accordo con quanto indicato nel documento di progettazione preliminare **l'adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della stessa cassa di espansione, comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione.**

Tale soluzione è stata poi valutata e confrontata con delle soluzioni alternative che non prevedessero la regolazione del manufatto laterale, sono stati individuati poi ulteriori criteri per la formulazione di ipotesi progettuali alternative che comunque prevedessero l'adeguamento dei manufatti con organi di regolazione:

1. Soluzioni che minimizzino la macchinizzazione del funzionamento della cassa;
2. Soluzioni che minimizzino le modifiche architettoniche del manufatto regolatore.

Per il manufatto di derivazione nella cassa laterale è analizzata una possibile alternativa di adeguamento del manufatto esistente oltre alla soluzione in essere; tale soluzione prevede l'installazione di opere elettromeccaniche ad una quota pari a quella esistente 45,80 m s.l.m.

4 Descrizione interventi ipotesi alternative

4.1 Soluzione in essere - Adeguamento del manufatto regolatore

(Si ricorda che le considerazioni qui riportate sono state svolte durante la fase precedente di progettazione e pertanto la descrizione dei manufatti è quella del progetto di fattibilità tecnico economica e non quella del presente progetto definitivo; le modifiche apportate ai manufatti nella presente fase di progettazione non cambiano i risultati di seguito riportati). L'adeguamento del manufatto è stato finalizzato ad ottimizzare l'entrata in funzione della vasca in linea e, successivamente, della cassa in derivazione. La portata di riferimento per la regolazione del manufatto è pari a $750 \text{ m}^3/\text{s}$, compatibile con gli interventi adeguamento delle arginature di valle.

Le luci di fondo del nuovo manufatto regolatore sono state dimensionate in modo tale che, completamente aperte, tale valore di portata transiti verso valle con un funzionamento a luci sotto battente generando un livello di monte pari a 46.25 m s.l.m..

Per il dimensionamento della lunghezza delle porzioni di manufatto esistente che vengono mantenute si è verificato che, a paratoie completamente chiuse, su di esse possa sfiorare la portata di $750 \text{ m}^3/\text{s}$, con un tirante tale da generare un profilo di piena nell'alveo del fiume Secchia sufficientemente elevato da permettere il funzionamento ottimale del manufatto di derivazione in vasca.

Da ultimo il manufatto è stato dotato per il rispetto della normativa circa gli sbarramenti, di uno sfioratore d'emergenza per il transito della piena millenaria. Il valore al colmo di portata di tale piena è stimato pari a circa $2'700 \text{ m}^3/\text{s}$. Fissata il ciglio di sfioro a quota pari a 48.75 m s.l.m., la lunghezza necessaria è stata calcolata considerando la quota parte di portata che transiterà sul manufatto esistente, la quota parte che transiterà sullo sfioratore d'emergenza e la quota parte che transiterà potendo considerare la riapertura parziale di metà delle luci di fondo. È risultato che la lunghezza minima dello sfioratore di emergenza debba essere pari a circa 220 m e il relativo livello di massima piena che si genera a monte del manufatto regolatore vale 50.00 m s.l.m.

L'intervento in progetto, quindi, prevede una parziale demolizione del manufatto esistente e la realizzazione di un nuovo manufatto ad esso adiacente. La demolizione riguarderà la parte centrale del manufatto esistente fino a quota 39.75 m s.l.m. per un tratto di lunghezza di 44.60 m. che interessa

quindi anche le due luci centrali. Le restanti due luci di fondo, al di fuori del tratto interessato dalla parziale demolizione vengono occluse con due piastre metalliche. In corrispondenza di entrambe le spalle della traversa è prevista la realizzazione di un secondo muro di sponda. Tali muri di sponda, collocati a 6 m a tergo delle spalle esistenti, saranno sagomati secondo la sezione arginale di progetto che, rispetto all'esistente prevede un ringrosso in sommità fino alla quota di 51.75 m s.l.m., quota in grado di contenere il livello massimo della piena, millenaria stimato pari quota di 50.45 m s.l.m. Le sponde, avranno una pendenza 2:1 sia a monte che a valle del manufatto con, rispettivamente, una banchina a quota 46.75 m s.l.m. e due banchine ad una altezza di 46.75 e 43.00 m s.l.m. Al di sotto del muro di sponda aggiuntivo è prevista una diaframmatrice di larghezza pari a 80,00 cm fino alla profondità di 33.95 m s.l.m. La porzione di argine esistente rimanente tra i muri del manufatto e il muro di sponda aggiuntivo il cui coronamento si mantiene pari all'attuale quota di 49.25 m s.l.m., sarà tracimabile e pertanto verrà protetto con un rivestimento in massi regolarizzati.

Immediatamente a monte della traversa è prevista la realizzazione del nuovo manufatto che si innesta sulla traversa esistente. Tale manufatto è concettualmente composto da una serie di luci regolate, una soglia di sfioro e una vasca di dissipazione. Il manufatto a forma di "U" con l'estremità aperta che si innesta sulla traversa esistente è costituito da un muro sfiorante con ciglio a quota 48.75 e dimensioni esterne di 84.1 x 54.0 m. Al piede i muri hanno uno spessore di 3.96 m una platea di fondazione di larghezza circa 10 m verso l'interno Al di sotto delle pareti della vasca si sviluppa una diaframmatrice estesa fino alla profondità di 27.75 m s.l.m. Nelle pareti sono disposte in totale otto luci di fondo alte 3.5 m a larghe 7 m, tre per ciascun lato lungo e due sul lato corto a monte della vasca di regolazione. Quest'ultime sono collocate alla quota di 37.25 m s.l.m. mentre le altre luci disposte sui lati lunghi sono poste alla quota di 38.00 m s.l.m. Tutte le luci sono regolate con paratoie motorizzate. La parte interna del manufatto costituisce la vasca di dissipazione. Sul fondo verrà realizzata una platea in massi squadrati di volume almeno pari a 2 m³. La platea in massi è interrotta, per tutta la sezione trasversale, da travi di contrasto di sezione 200 x 200 cm collocati ad una distanza rispetto al loro asse centrale di 15.50 m.

Sopra la traversa, nei tratti non modificati, e lungo tutto il contorno della vasca di regolazione verrà realizzata una passerella carrabile in carpenteria metallica che poggerà su pilastri plinti sorretti da pilastri sagomati di dimensione 3 x 1 m. Limitatamente alla traversa esistente, i pilastri saranno

collocati ad una distanza in asse di 23.50 m. Per quanto riguarda il nuovo manufatto i pilastri saranno collocati ad una distanza di 18.00 m e 20.10 m rispettivamente sul lato lungo della vasca e su quello corto.

Sul manufatto di regolazione verranno installate n. 8 paratoie piane motorizzate, aventi ciascuna le seguenti caratteristiche costruttive:

- luce : mm. 7000
- altezza : mm. 3500
- tenute : lati 4
- carico idrostatico : mm. 12000
- corsa : mm. 3500
- movimentazione : elettrica
- funzionamento : modulante
- scorrimento : a strisciamento
- finecorsa paratoia piana : tramite trasduttore di posizione 4-20mA

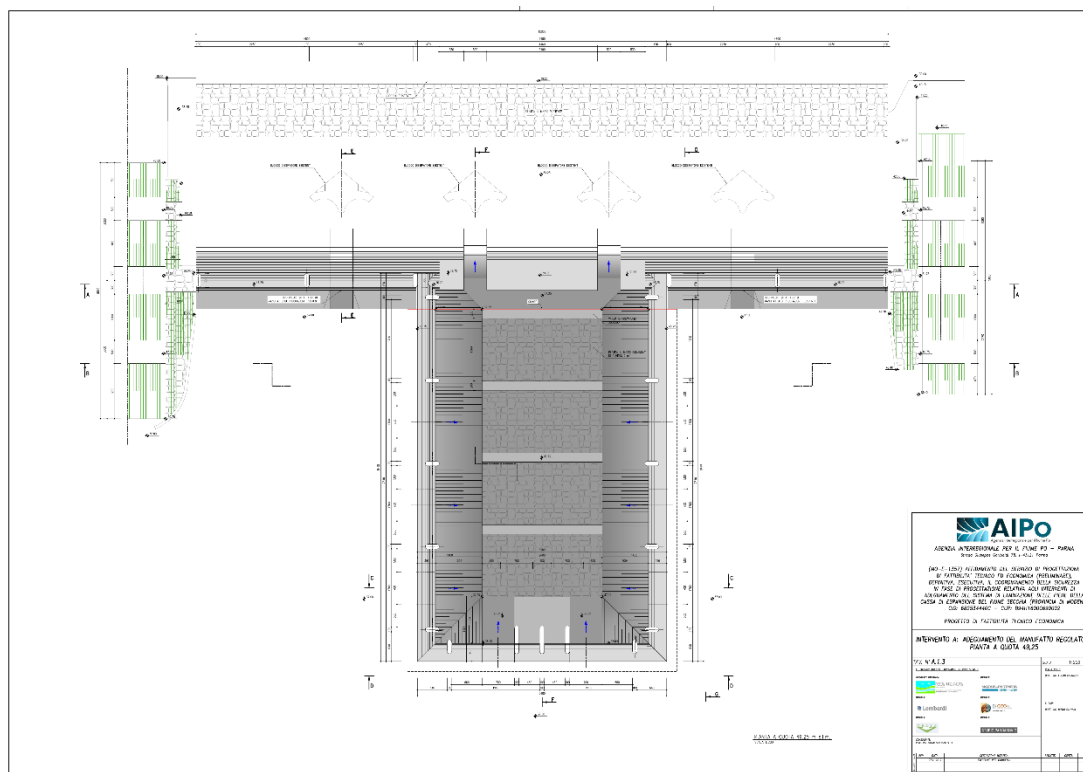
Le paratoie piane saranno realizzate in acciaio al carbonio tipo S275 con trattamento protettivo superficiale mediante zincatura a caldo a norma EN 1461.

I principali impianti elettrici connessi al funzionamento degli organi di regolazione, compresi quelli del manufatto di derivazione laterale di cui al capitolo successivo, saranno sinteticamente composti da:

- Apparecchiature di media tensione
- Quadro di media tensione
- Accessori di cabina
- Apparecchiature di bassa tensione
- Quadri elettrici di bassa tensione
- Quadro elettrico generale di BT
- Quadro elettrico di automazione e centro di controllo
- PLC
- Centro di controllo con PC
- Impianto di illuminazione interno

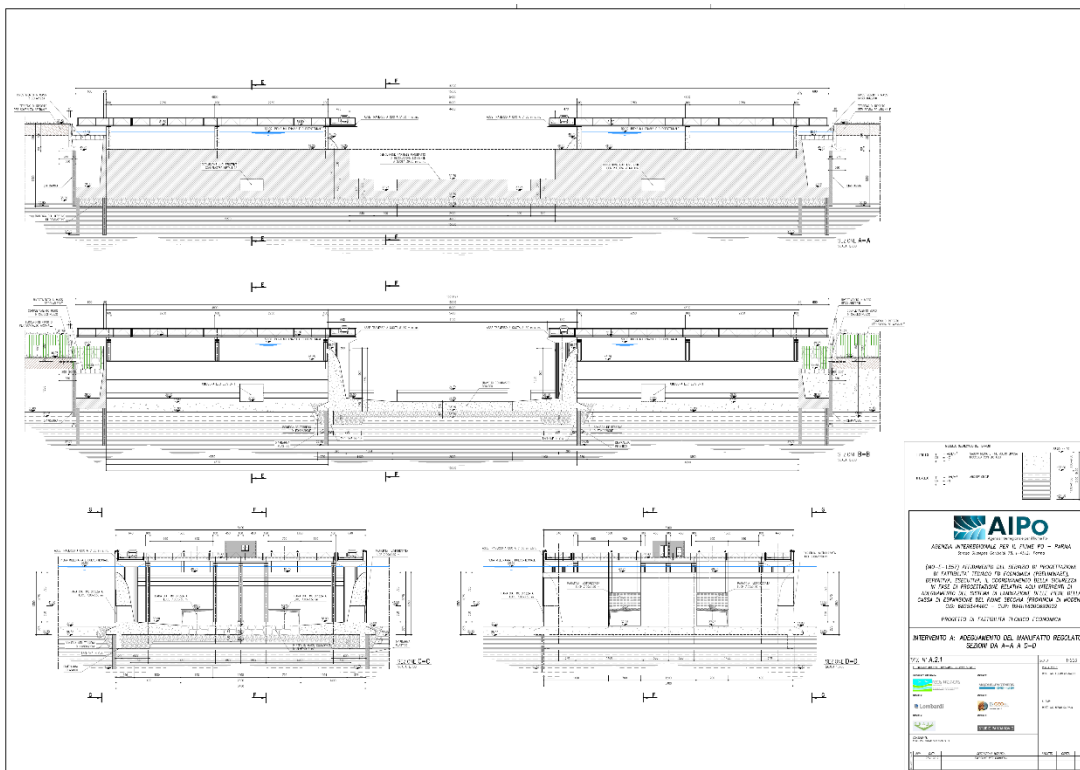
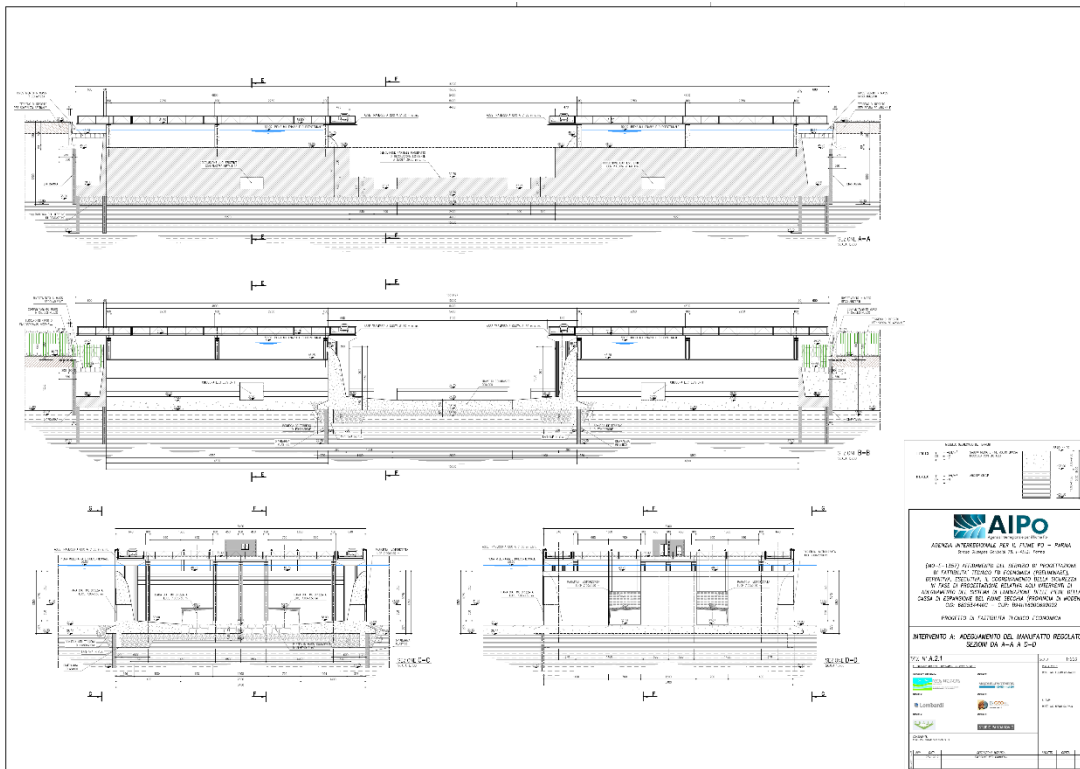
MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

- Impianto di illuminazione esterna
- Impianto di terra
- Software per il telecontrollo a distanza



MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



4.2 Soluzione in essere - Manufatto di derivazione laterale regolato – soglia 42,00 m s.l.m.

(Si ricorda che le considerazioni qui riportate sono state svolte durante la fase precedente di progettazione e pertanto la descrizione dei manufatti è quella del progetto di fattibilità tecnico economica e non quella del presente progetto definitivo; le modifiche apportate ai manufatti nella presente fase di progettazione non cambiano i risultati di seguito riportati). Circa 900 m a monte della traversa, in corrispondenza di una rientranza della sponda in sinistra idrografica è presente il manufatto di sfioro per l'alimentazione della cassa di laminazione in derivazione. L'intervento in progetto prevede la demolizione della soglia sfiorante esistente e la realizzazione di un nuovo manufatto.

Tale manufatto sarà caratterizzato da una larghezza di circa 75.50 m e sarà composto da 8 luci: 6 luci dotate di paratoie a doppia lente e 2 dotate di paratoie a settore. Le paratoie a doppia lente avranno una luce nominale di 7.00 x 7.00 m, quota di scorrimento pari a 42.00 m s.l.m. e potranno essere aperte fino alla quota massima di 49.00 m s.l.m. Le 2 paratoie a settore avranno dimensione nominale di 10.00 x 5.00 m, e quota di scorrimento pari a 45.40 m s.l.m. Lato fiume verrà realizzato un tratto di imbocco, lato cassa verrà realizzata un'area per la dissipazione dell'energia della corrente.

In condizioni normali tutte le luci del manufatto sono chiuse e tali rimangono fintanto che la portata del fiume Secchia si mantiene al di sotto di 750 m³/s. Il raggiungimento di tale valore è osservato in corrispondenza del manufatto regolatore.

L'apertura delle luci del manufatto di collegamento con la vasca laterale avverrà progressivamente a partire dalle luci dotate di paratoia a doppia lente. La portata derivabile attraverso ciascuna di queste luci è stata determinata utilizzando la formula delle luci di fondo, considerando che all'avvio delle stesse il livello d'acqua in vasca sarà inferiore al piano di scorrimento della vasca di dissipazione e che quindi non vi sia controbattente. Il livello stimato a monte all'apertura delle paratoie è pari a 49.00 m s.l.m. Utilizzando la formula appena citata risulta che l'apertura di ciascuna luce da 7.0 m porterà a far defluire in vasca una portata pari a circa 200 m³/s, per un totale complessivo pari a 1'200

m³/s, sempre stimato in condizione di luce sotto battente non rigurgitata. Per sostenere la derivazione di portata man mano che prosegue il riempimento della vasca, al raggiungimento del livello in vasca di 45.00 m s.l.m. avverrà l'apertura delle paratoie a settore; il raggiungimento di tale livello, infatti, comporta che il funzionamento delle luci già aperte perda di efficienza per effetto del controbattente. Sul manufatto di derivazione laterale verranno installate n. 6 paratoie motorizzate piane a doppia lente, ciascuna composta da n. 2 elementi indipendenti uno dall'altro, comandati ciascuno da una coppia di servomotori elettrici.

I due elementi, in posizione di totale chiusura devono garantire la tenuta idraulica sui 4 lati. I gargami saranno indipendenti e la tenuta del quarto lato dell'elemento inferiore deve essere garantita dall'installazione di una trave longitudinale a profilo idrodinamico.

Le paratoie a doppia lente saranno realizzate in acciaio al carbonio tipo S275 con trattamento protettivo superficiale mediante zincatura a caldo a norma EN 1461.

Elemento superiore:

- luce: mm 7'000
- altezza: mm 3'500
- corsa: mm 3'500
- altezza gargami: mm 10'000 ca.
- carico idrostatico max.: mm 3'500
- velocità di movimentazione: m/1' 0.35
- tenute: lati 4 da monte verso valle
- movimentazione: elettrica
- funzionamento: on/off
- scorrimento: su n. 4 ruote
- finecorsa

Elemento inferiore:

- luce: mm 7'000
- altezza: mm 3'500
- corsa: mm 7'000
- altezza gargami: mm 10'000 ca.

- carico idrostatico max.: mm 7'000
- velocità di movimentazione: m/1' 0.35
- tenute: lati 4 da monte verso valle
- movimentazione: elettrica
- funzionamento: on/off
- scorrimento: su n. 4 ruote
- finecorsa

Sempre sul manufatto di derivazione laterale verranno inoltre installate, in affiancamento alle paratoie piane, n. 2 paratoie a settore motorizzate costituite da:

- Diaframma lunghezza 10.00 m e altezza sulla verticale 5.00 m;
- N° 2 gambe (1 sx - 1 dx) con mozzi di rotazione su boccola autolubrificante e perno in acciaio AISI 431 bonificato;
- Cornice di tenuta su tre lati (2 vert. sx/dx e 1 di soglia) con bulloni e piatti di serraggio in acciaio inox classe A4;
- N° 2 supporti di rotazione del settore con tiranti di fissaggio alle pareti verticali delle pile;
- movimentazione: sollevamento mediante funi a catena con comando elettrico
- N° 2 supporti (1 sx/1 dx) di sostegno dei cilindri oleodinamici ancorati alle pile;
- Telaio con tre parti (2 vert. sx/dx e 1 di soglia) murato alle pile e alla platea di luce 10 m e altezza pari alle dimensioni delle pile;
- N° 1 trasduttore analogico con uscita 4-20mA tipo CELESCO IT9420, con funzione di indicazione analogica della posizione e segnalazione finecorsa;

Dimensioni:

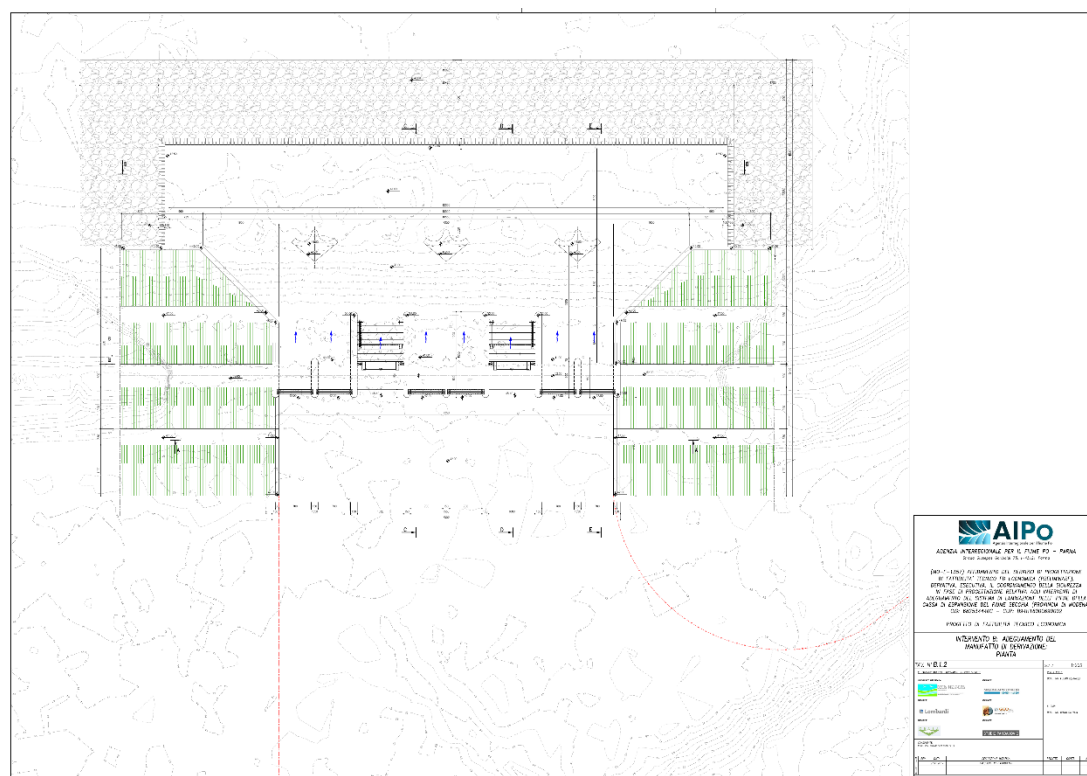
- Luce: mt. 10.00
- Altezza di ritenuta: mt. 5.00
- Tenuta paratoie su tre lati da monte verso valle;
- Carico idrostatico max.: mt. 5.00
- Comando: Volontario
- Velocità di movimentazione singola paratoia: m/min 0.10 a 0.50

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



Le paratoie a settore saranno realizzate in acciaio al carbonio tipo S275 con trattamento protettivo superficiale mediante zincatura a caldo a norma EN 1461.



Mandatario

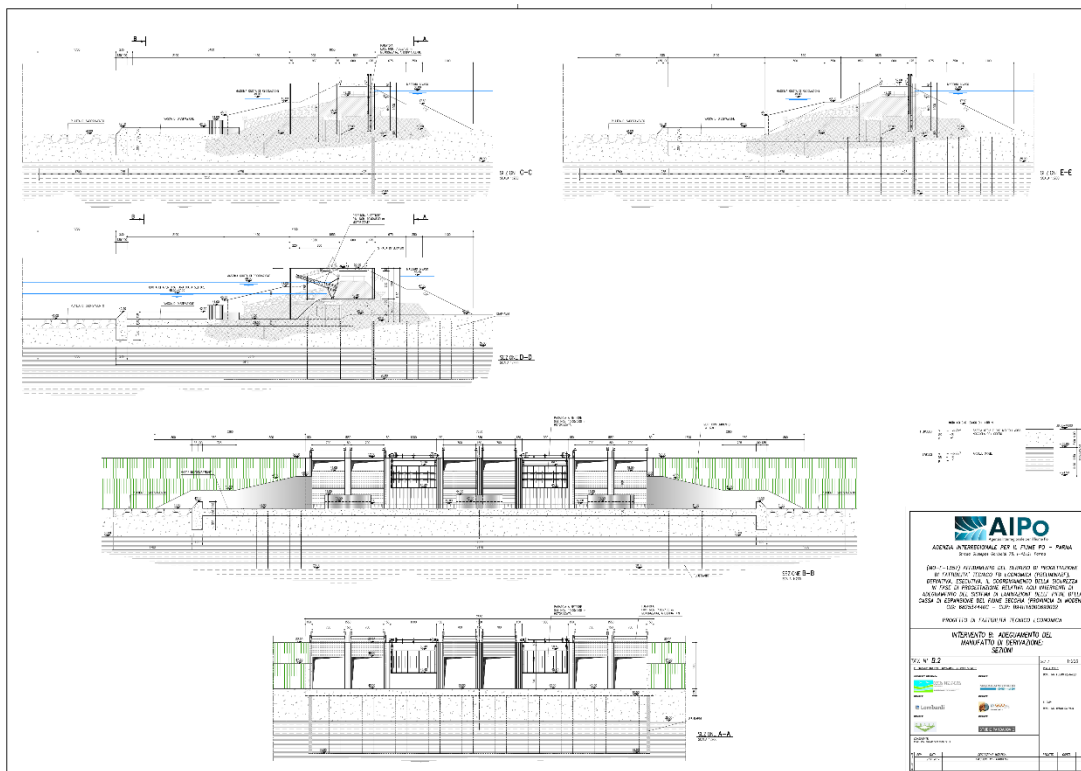


Mandanti



MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



4.3 Manufatto di derivazione laterale – a soglia libera

4.3.1 Manufatto di derivazione laterale – soglia libera q. 47,60÷46,30 mslm – L=150 m

L'intervento in progetto prevede la demolizione della soglia sfiorante esistente e la realizzazione di un manufatto analogo più lungo 150 m con una soglia libera di sfioro con ciglio variabile da monte a valle da 47.60 m slm a 46.30 m slm.

4.3.2 Manufatto di derivazione laterale – soglia libera q. 46,10÷45,30 mslm – L=150 m

L'intervento analogo a quello precedente prevede la demolizione della soglia sfiorante esistente e la realizzazione di un manufatto analogo più lungo 150 m con una soglia libera di sfioro con ciglio variabile da monte a valle da 46.10 m slm a 45.30 m slm.

4.4 Manufatto regolatore – ipotesi alternative

4.4.1 Soluzione che minimizza la meccanizzazione della traversa

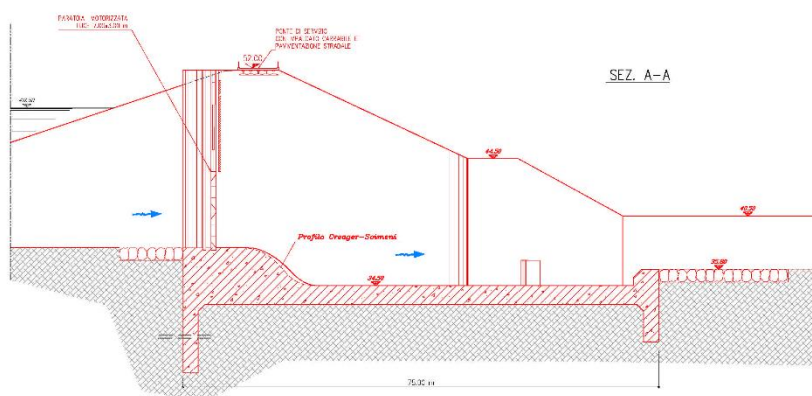
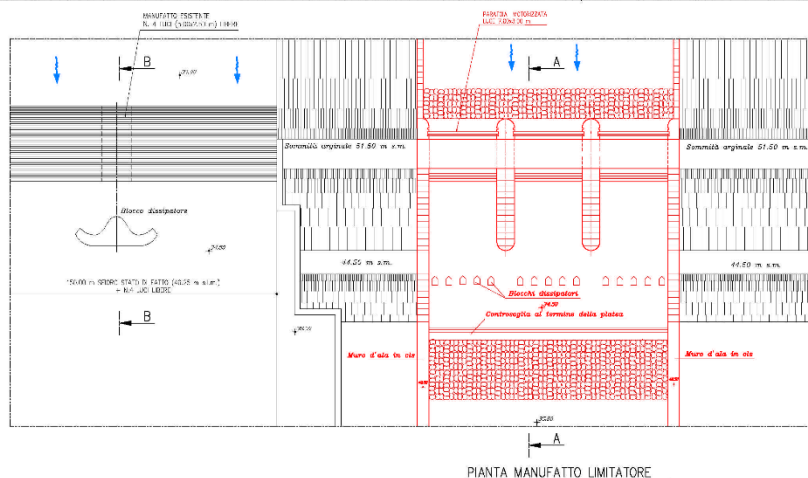
La soluzione che minimizza la meccanizzazione della traversa riprende quanto ipotizzato nello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Secchia nel tratto da Lugo alla confluenza in Po - Estensione relativa al tratto di fiume Secchia da Lugo a Castellarano e al tratto di torrente Tresinaro da Cà de Caroli alla confluenza in Secchia” (Autorità di Bacino del fiume Po -2005). Tale soluzione consiste nel prevedere la realizzazione di un nuovo manufatto, strutturalmente indipendente dall'opera trasversale esistente, ricavato nell'argine trasversale in sinistra idrografica da destinare a sede di paratoie metalliche che consentano un'adeguata parzializzazione delle luci. Il nuovo manufatto realizzato nel tratto di arginatura a lato del manufatto esistente è caratterizzato dalla presenza di 3 luci regolabili aggiuntive rispetto ai varchi ricavati nel limitatore esistente che vengono mantenute come allo stato attuale.

Il dimensionamento delle luci è stato effettuato in modo tale da avere a paratoie completamente aperte il passaggio della portata di riferimento pari a 750 m³/s senza che avvenga lo sfioro superficiale. Allo stesso tempo è stato verificato che la quota del ciglio sfiorante sia compatibile con il passaggio della piena millenaria con una quota massima a monte pari a 50,00 m s.l.m., nell'ipotesi che le luci regolabili di fondo siano aperte per il 50%. Si ricorda che è lo stesso criterio utilizzato per la verifica delle altre due soluzioni progettuali.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

SOLUZIONE AdB FIUME PO: NUOVO MANUFATTO CON N.3 LUCI REGOLATE + MANUFATTO ESISTENTE (SFIORO 46.25 m s.l.m. L=150 m E N.4 LUCI LIBERE)



4.4.2 Soluzione che minimizza la modifica architettonica dell'opera

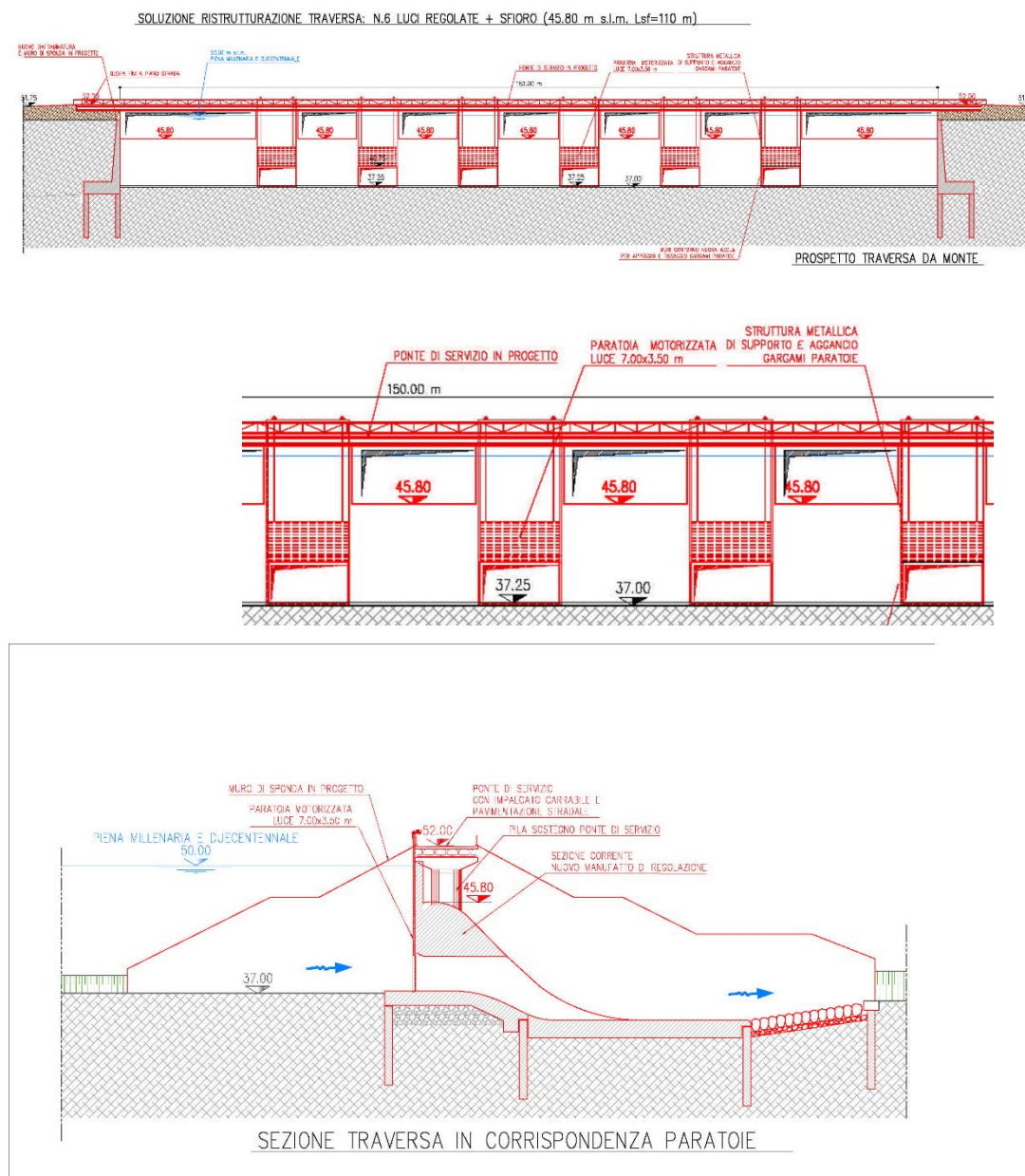
Questa soluzione progettuale è stata messa a punto minimizzando la modifica architettonica della traversa. Tale modifica comporta in ogni caso la demolizione della traversa esistente ed il suo completo rifacimento. La nuova traversa di lunghezza pari a quella esistente verrà dotata di 6 luci 7.00 x 3.50 m dotate di paratoie piane e di una soglia sfiorante di lunghezza pari a 110 m posta a quota 45.80 m s.l.m. Sopra la traversa è previsto un ponte di servizio carrabile analogo a quello previsto nella prima delle soluzioni presentate. Il dimensionamento delle luci è stato effettuato in modo tale da avere a paratoie completamente aperte il passaggio della portata di riferimento pari a

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



750 m³/s senza che avvenga lo sfioro superficiale. Una volta raggiunta la soglia di sfioro avrà inizio la manovra di chiusura delle paratoie e il conseguente innalzamento dei livelli a monte per l'avvio della derivazione in linea. La quota del ciglio sfiorante è stata individuata in modo da garantire il passaggio della piena millenaria con una quota massima a monte pari a 50.00 m s.l.m., nell'ipotesi che le luci di fondo siano aperte per il 50%. Si ricorda che è lo stesso criterio utilizzato per la verifica delle altre due soluzioni progettuali.

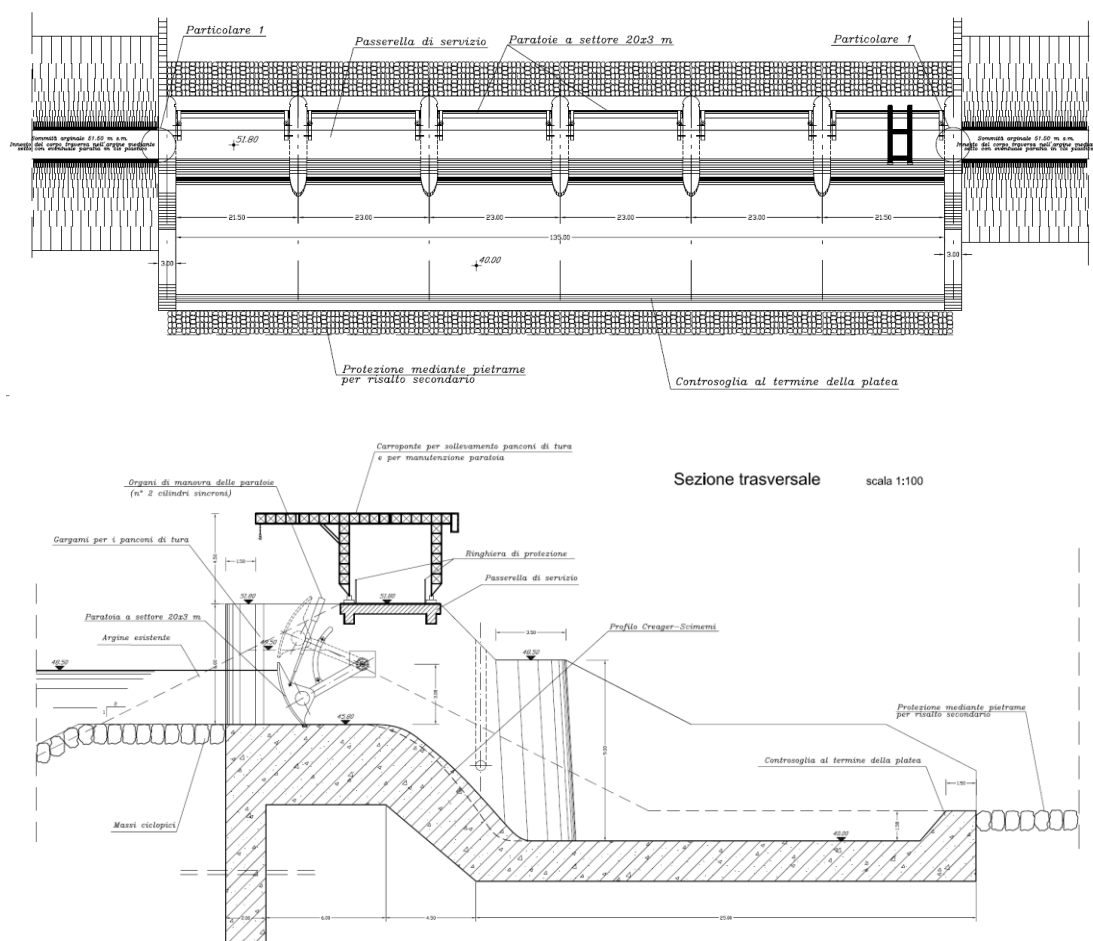


MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

4.5 Manufatto di derivazione laterale regolato – soglia 45,80 m s.l.m.

Una soluzione alternativa all'adeguamento del manufatto laterale rispetto a quella del progetto in essere prevede il mantenimento delle principali caratteristiche funzionali dell'attuale sfioro (ciglio a 45.80 m s.m. e lunghezza di 120 m), ma realizzando il manufatto suddiviso in sei moduli di regolazione, cadauno della larghezza netta di 20 m attrezzato con paratoie di regolazione operanti tra pile intermedie opportunamente dislocate.



5 Confronto ipotesi progettuali – manufatto di derivazione a soglia libera

È stato condotto un confronto tra la soluzione con manufatto laterale regolato e due soluzioni che prevedono per la derivazione nella cassa in linea una soglia libera.

Tali due soluzioni prevedevano:

- Sol1 - quota 47,60÷46,30 m slm – L=150 m
- Sol2 - quota 46,10÷45,30 m slm – L=150 m

Le diverse soluzioni verificate nel progetto di fattibilità tecnico economica sono state verificate con il modello idraulico per le seguenti condizioni:

- T20 lotto A
- T20 lotto A,B
- T20 lotto A,B,C
- T50 lotto A,B,C

Con lotto A si intendeva la sola realizzazione dei manufatti senza il rialzo arginale, con una massima quota di massima regolazione fissata a 48,50 m slm;

Con lotto A e B si intendeva la realizzazione dei manufatti e del rialzo arginale, con una quota di massima regolazione pari a 50,00 m slm.

Con lotto A, B e C si intendeva la realizzazione dei manufatti, il rialzo arginale e l'esecuzione dell'ampliamento della vasca in derivazione.

I risultati che si ottengono sono sinteticamente i seguenti dove sono evidenziate le prestazioni migliori in termini di massima portata rilasciata a valle e rendimento di laminazione (calcolato come rendimento percentuale del volume d'onda laminato eccedente la portata critica):

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



		MANUFATTO LATERALE REGOLATO			MANUFATTO LATERALE NON REGOLATO					
					Soluzione 1			Soluzione 2		
Piena	Q _{in} [m ³ /s]	Q _{out} max [m ³ /s]	H max vasca [m slsm]	Rendimento di laminazione %	Q _{out} max [m ³ /s]	H max vasca [m slsm]	%	Q _{out} max [m ³ /s]	H max vasca [m slsm]	Rendimento di laminazione %
T20 lotto A	1330	1040	48.50	85.6	1170	48.50	73.8	1300	48.50	50.9
T20 lotto A,B	1330	950	49.02	87.7	1070	49.16	76.8	1240	49.23	53.4
T20 lotto A,B,C	1330	810	48.46	98.9	810	48.73	98.9	1100	49.11	72.5
T50 lotto A,B,C	1560	1270	49.32	73.5	1280	49.38	66.7	1470	49.43	43.7

Come si può vedere il manufatto laterale regolato risulta sempre più efficiente rispetto alla soglia libera, ad eccezione di un caso: T20 Lotto A, B e C dove le prestazioni sono le stesse.

A tal proposito vale la pena evidenziare come fissato un evento di riferimento in effetti possa sempre esistere una configurazione a soglia libera in grado di fornire le stesse prestazioni di un manufatto regolato. **La differenza fondamentale, però, è che per eventi diversi da quello di riferimento una soglia libera fornirà sempre prestazioni peggiori rispetto ad un manufatto regolato.**

Di seguito si riportano i grafici di confronto delle simulazioni di cui alla tabella precedente. La linea nera rappresenta l'onda di piena in ingresso, la linea rossa l'onda laminata con il manufatto laterale regolato e la linea viola l'onda laminata da una soglia libera.

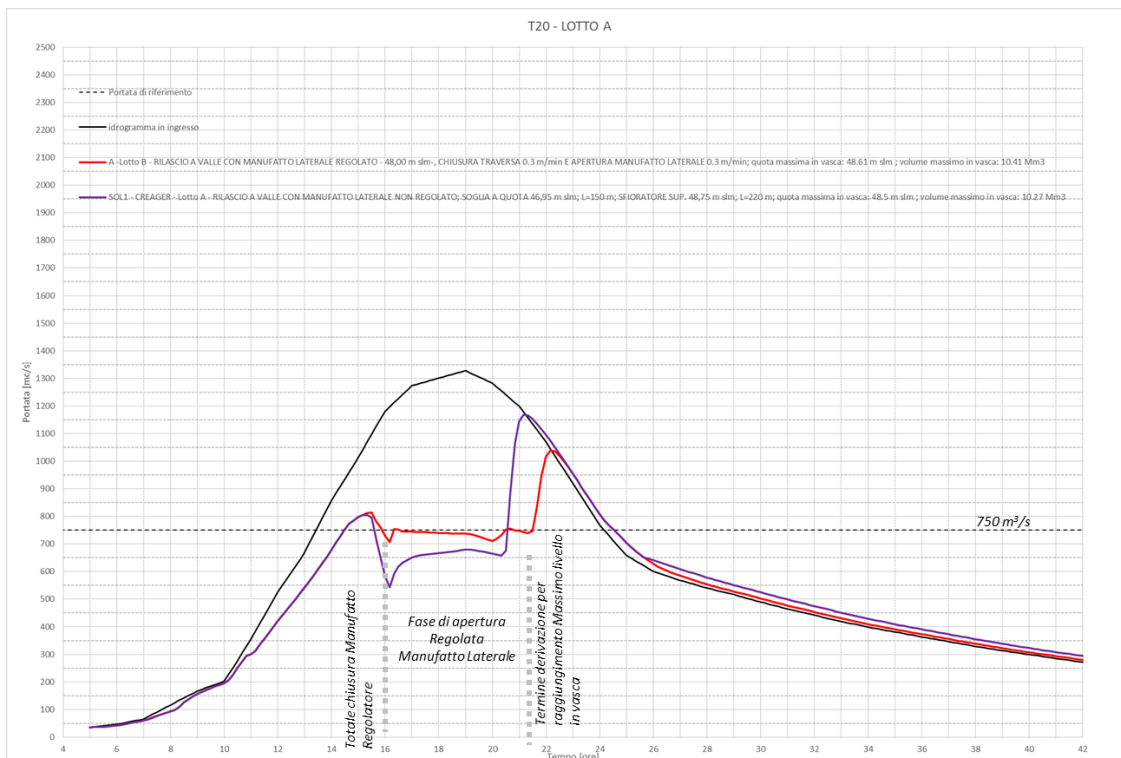
Mandatari



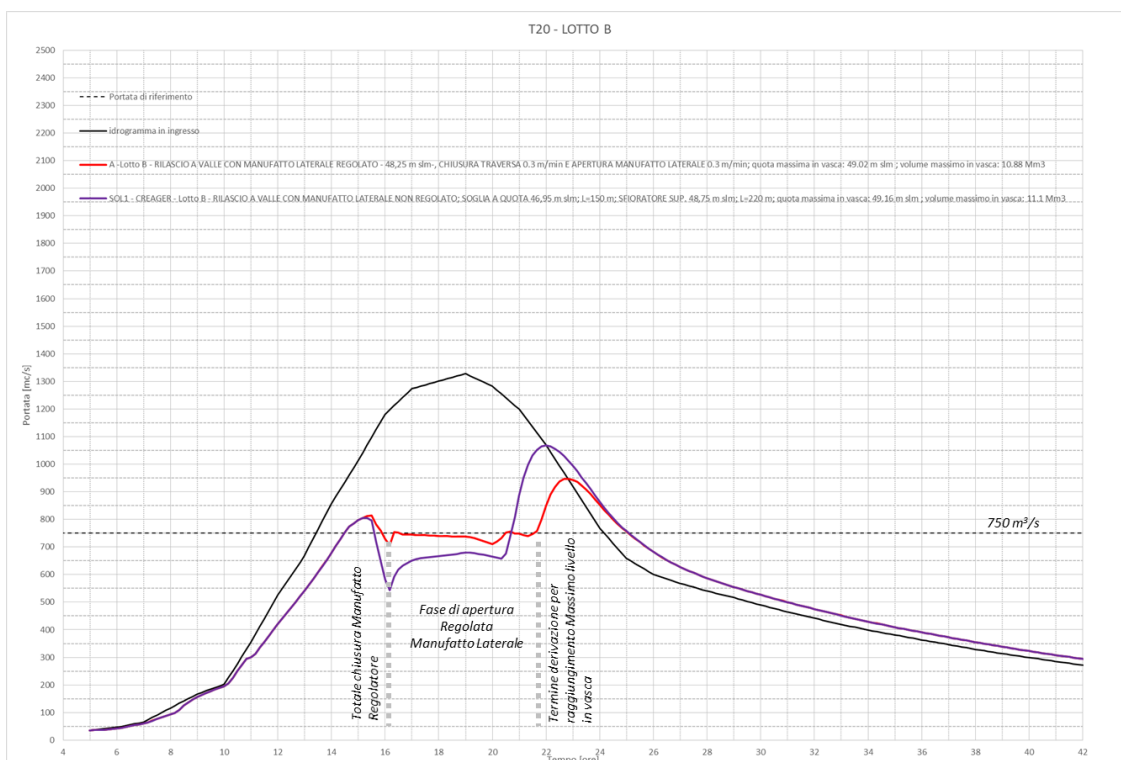
Mandanti



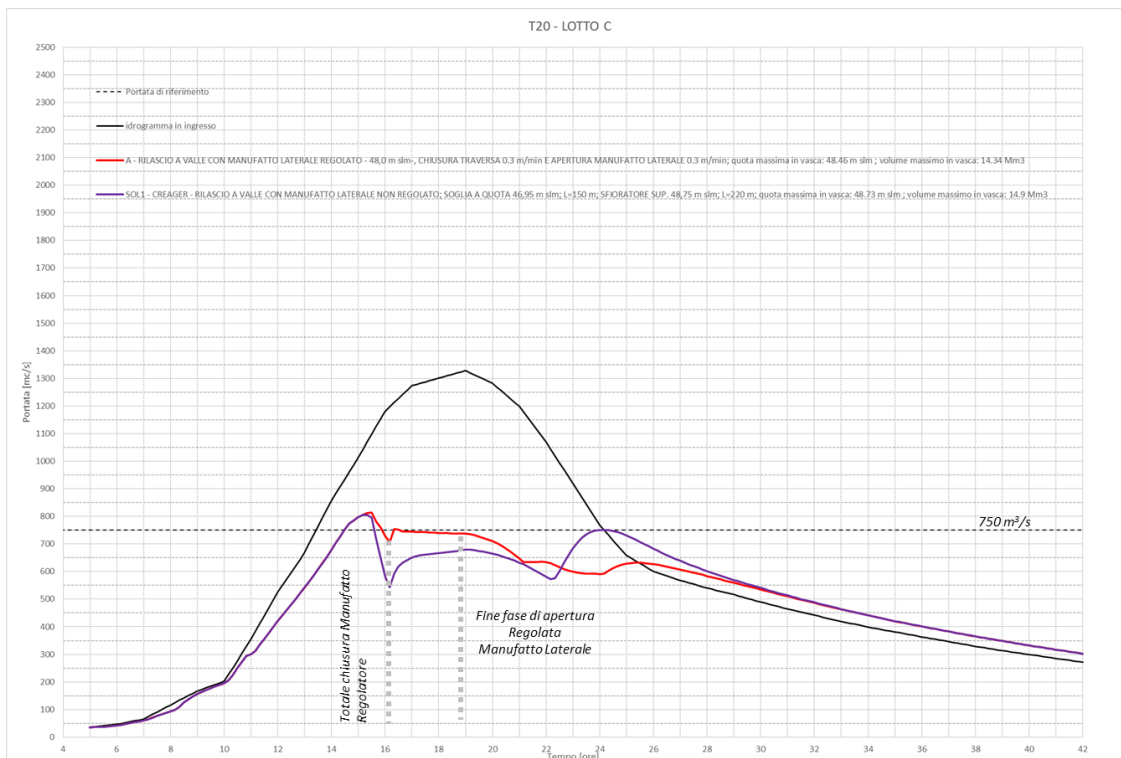
20 Lotto A – Manufatto regolato Vs Sol1 - quota 47,60÷46,30 m slm – L=150 m



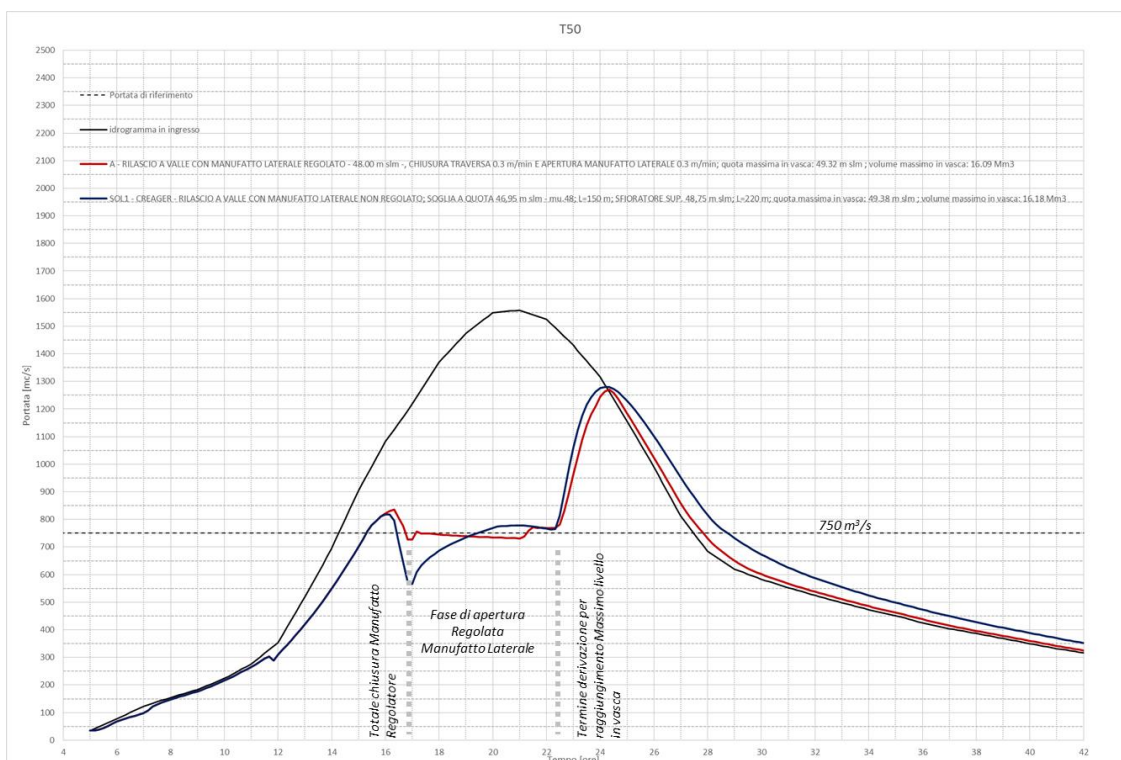
T20 Lotto A e B – Manufatto regolato Vs Sol1 - quota 47,60÷46,30 m slm – L=150 m



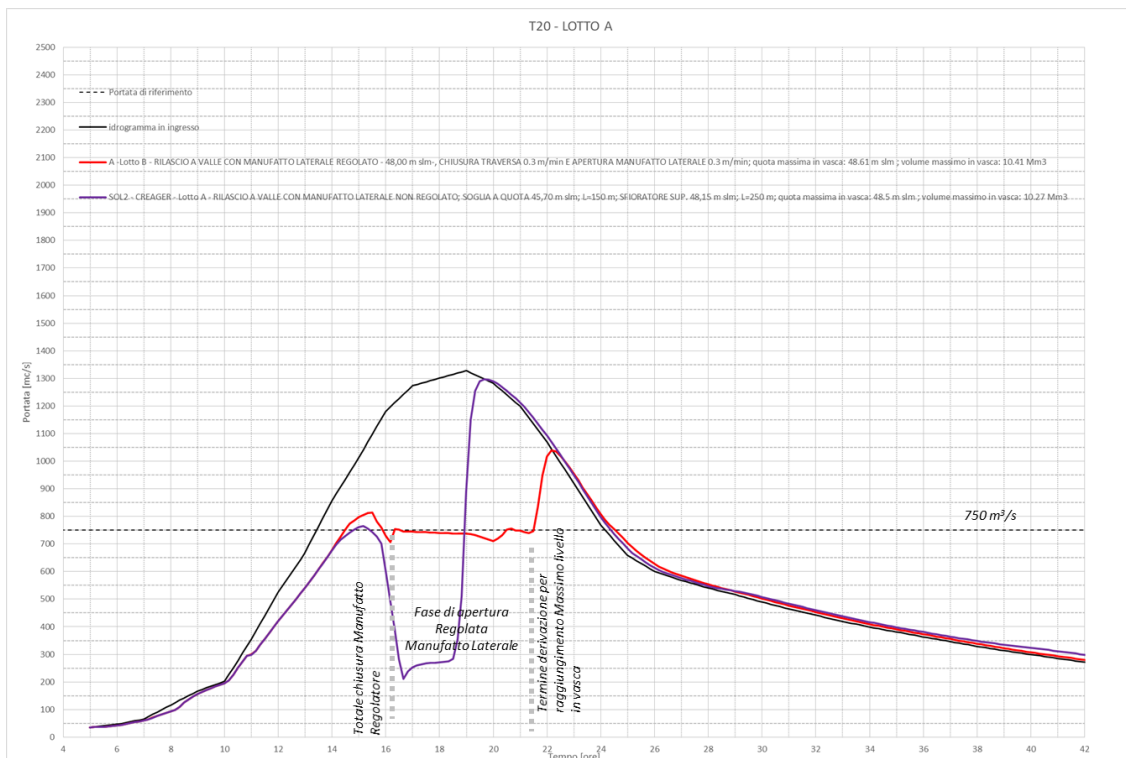
T20 Lotto A, B e C – Manufatto regolato Vs Sol1 - quota 47,60÷46,30 m slm – L=150 m



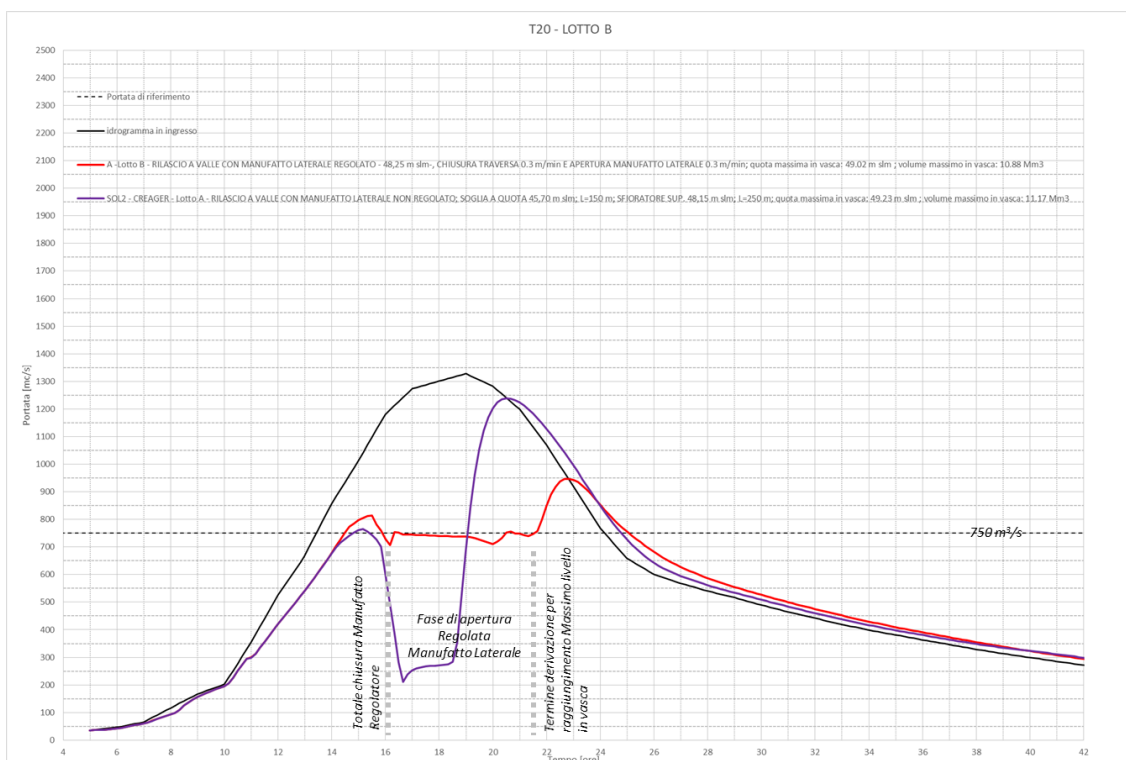
T50 Lotto A, B e C – Manufatto regolato Vs Sol1 - quota 47,60÷46,30 m slm – L=150 m



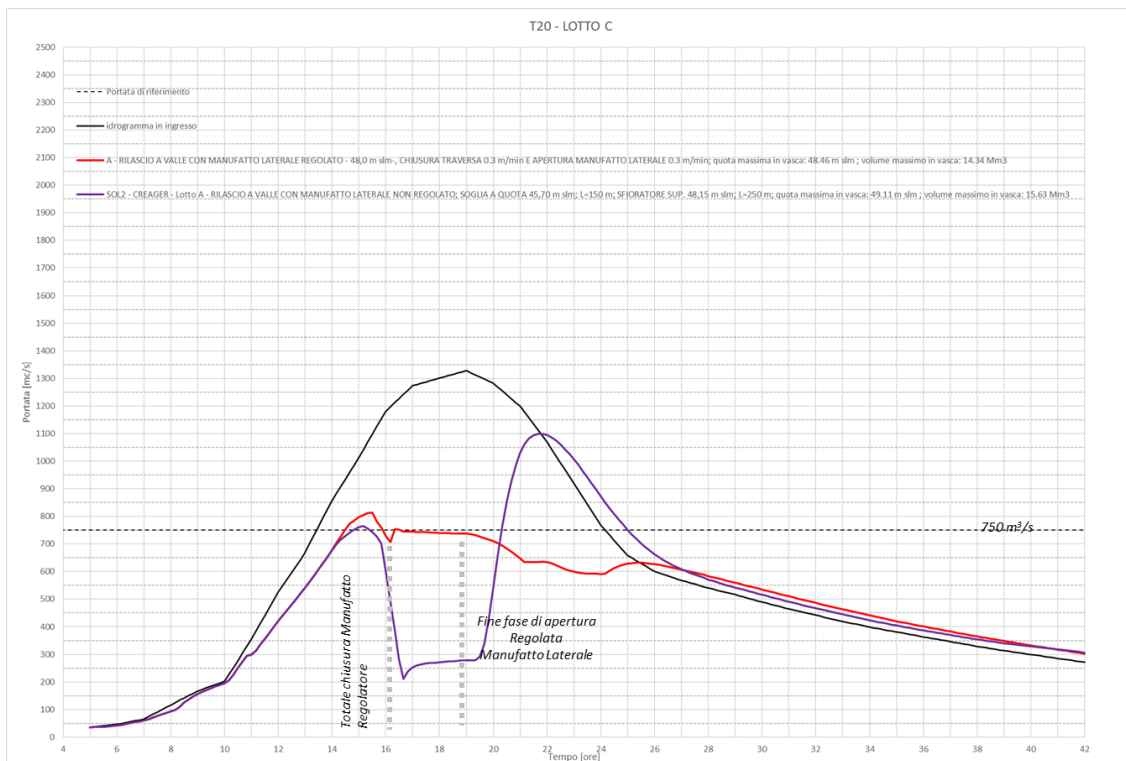
T20 Lotto A – Manufatto regolato Vs Sol2 - quota 46,10÷45,30 m slm – L=150 m



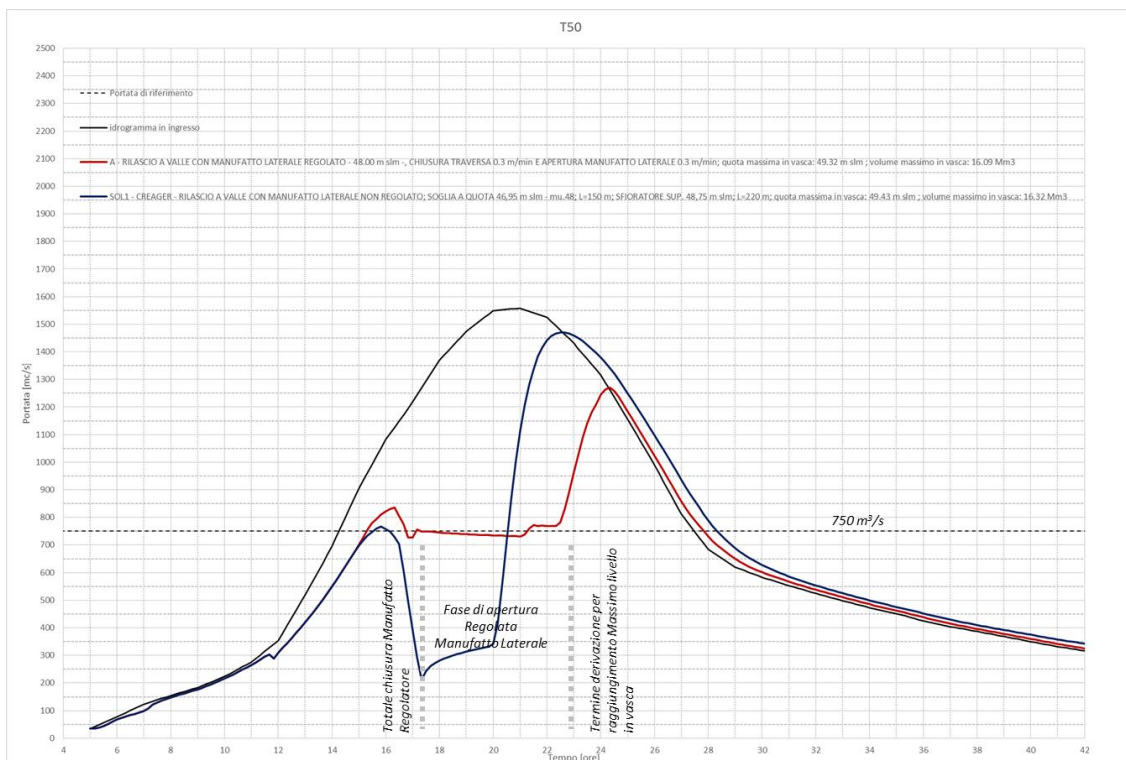
T20 Lotto A e B – Manufatto regolato Vs Sol2 - quota 46,10÷45,30 m slm – L=150 m



T20 Lotto A, B e C – Manufatto regolato Vs Sol2 - quota 46,10÷45,30 m slm – L=150 m



T50 Lotto A, B e C – Manufatto regolato Vs Sol2 - quota 46,10÷45,30 m slm – L=150 m



6 Confronto ipotesi progettuali – minimizzazione meccanizzazione e modifiche architettoniche

Le possibili soluzioni progettuali descritte nel paragrafo 4.4 sono state analizzate al fine di valutare il raggiungimento degli obiettivi posti alla base della progettazione. Tramite una modellazione numerica idraulica è stato simulato il funzionamento delle opere avendo posto come condizione al contorno la piena a tempo di ritorno 20 anni e 200 anni.

Nella tabella seguente si riporta una sintesi dei risultati ottenuti utili per evidenziare le seguenti considerazioni e nel paragrafo che segue si riporta l'analisi multicriteri:

- **nei confronti della piena T20** la soluzione che ottiene le prestazioni migliori è la soluzione in essere; si evidenzia come l'insieme della regolazione presso la traversa e presso il manufatto laterale permetta di massimizzare il riempimento della vasca laterale e di limitare la massima portata in uscita ad un valore di poco superiore al valore di riferimento di 750 m³/s, mentre le altre soluzioni analizzate non raggiungono l'obiettivo e, nei migliore dei casi consentono di laminare circa 16 milioni di m³ di volume di piena, contro i quasi 18 milioni di m³ della prima soluzione.
- **anche nei confronti della piena T200** la soluzione che ottiene le prestazioni migliori è la prima; si evidenzia come l'insieme della regolazione presso la traversa e presso il manufatto laterale permetta di massimizzare il riempimento della vasca laterale mentre le altre soluzioni analizzate non raggiungono l'obiettivo e, nei migliore dei rimanenti casi, rappresentato dall'ultima soluzione, la differenza in termini di extra volume da laminare è pari a più di mezzo milione di metri cubi.

			Confronto soluzioni progettuali				
			Soluzione in essere	Minimizzazione della meccanizzazione		Minimizzazione della modifica architettonica	
Evento				Manufatto laterale regolato soglia 45.80	Manufatto Laterale regolato soglia 42.00	Manufatto laterale regolato soglia 45.80	Manufatto Laterale regolato soglia 42.00
T20	Volume onda di piena = 42107000 mc	Volume laminato (m³)	17 808 200.00	13 370 900.00	14 573 200.00	15 827 000.00	16 045 500.00
	Q max = 1300 mc/s	Qmax rilasciata a valle (m³/s)	765	960	860	850	810
T200	Volume onda di piena da laminare = 38227000 mc	Volume laminato (m³)	19 622 000.00	16 195 000.00	17 468 000.00	17 869 000.00	19 183 000.00
	Q max = 2040 mc/s	Extra volume da laminare	18 605 000.00	22 032 000.00	20 759 000.00	20 358 000.00	19 044 000.00

6.1 Analisi multicriteri

Di seguito si affrontano i diversi criteri di valutazione di cui all'ord. 13/06/2016 E.R. relativamente alle soluzioni progettuali alternative sopra richiamate.

Analisi multicriteriale

Criterio:

➤ Costo di realizzazione;

Nella seguente tabella si riporta la stima delle soluzioni progettuali analizzate. Le stime sono quelle calcolate nel progetto di fattibilità tecnico economica; lo sviluppo del progetto definitivo ha portato ad alcune modifiche nella conformazione in particolare del manufatto di derivazione laterale, con una revisione al ribasso delle stime per i manufatti € 5.250.00,00 contro € 5.500.00,00 per la traversa e € 4.300.000,00 contro € 5.700.000,00 per il manufatto di derivazione laterale. Di tale rivisitazione non si è tenuto conto nell'analisi economica sotto riportata nell'ipotesi che un medesimo approfondimento svolto anche sulle altre soluzioni porterebbe a risultati analoghi e non cambierebbe i rapporti relativi tra i costi complessivi delle opere; I costi riportati riguardano esclusivamente i manufatti, in quanto gli altri corpi d'opera sono identici per tutte le soluzioni ipotizzate.

(MO-E-1273) Lavori di ampliamento della Cassa di laminazione del fiume Secchia, comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma ministero - RER - Parte A)
 CUP: B98G11000320001
 (MO-E-1357) Interventi di adeguamento del sistema di laminazione delle piene della Cassa di espansione del fiume Secchia (provincia di Modena) (Ordinanza 1/2018 del 07.11.2018) - CUP: B94H16000690002



		Confronto soluzioni progettuali				
		Soluzione in essere	Minimizzazione della meccanizzazione		Minimizzazione della modifica architettonica	
			Manufatto laterale regolato soglia 45.80	Manufatto Laterale regolato soglia 42.00	Manufatto laterale regolato soglia 45.80	Manufatto Laterale regolato soglia 42.00
Totale		11 200 000.00 €	9 550 000.00 €	9 200 000.00 €	11 050 000.00 €	10 700 000.00 €

Mandataria:



DIZETA INGEGNERIA
STUDIO ASSOCIATO
Via Bressana, 19 - 20153 MILANO Tel. 02-76000129
email: dize@disizetaingegneria.it Fax 02-76000124

Mandanti:




Lombardi



ENGEO S.r.l.
ENGINEERING GEOLOG
www.engeo.it





Criterio:

➤ **Efficacia dell'opera**

Per la valutazione dell'efficacia dell'opera si confrontano le prestazioni per il raggiungimento degli obiettivi posti alla base della progettazione. Tramite una modellazione numerica idraulica è stato simulato il funzionamento delle opere avendo posto come condizione al contorno la piena a tempo di ritorno 20 anni e 200 anni:

			Confronto soluzioni progettuali				
			Soluzione in essere	Minimizzazione della meccanizzazione		Minimizzazione della modifica architettonica	
Evento				Manufatto laterale regolato soglia 45.80	Manufatto Laterale regolato soglia 42.00	Manufatto laterale regolato soglia 45.80	Manufatto Laterale regolato soglia 42.00
T20	Volume onda di piena = 42107000 mc	Volume laminato (m³)	17 808 200.00	13 370 900.00	14 573 200.00	15 827 000.00	16 045 500.00
	Q max = 1300 mc/s	Qmax rilasciata a valle (m³/s)	765	960	860	850	810
T200	Volume onda di piena da laminare = 38227000 mc	Volume laminato (m³)	19 622 000.00	16 195 000.00	17 468 000.00	17 869 000.00	19 183 000.00
	Q max = 2040 mc/s	Extra volume da laminare	18 605 000.00	22 032 000.00	20 759 000.00	20 358 000.00	19 044 000.00

Criterio:

➤ **Efficienza dell'opera (quantità del “bene” che si rende disponibile in relazione alle risorse impegnate)**

Questo criterio che si riferisce alla fornitura di un “bene” (es. risorsa idrica in caso di opere acquedottistiche o irrigue) non risulta applicabile.

Volendo intendere come “bene”, il “grado di riduzione del rischio alluvioni” raggiungibile dalla realizzazione delle diverse soluzioni alternative, si ribadisce come tale parametro obiettivo sia il medesimo per tutte le soluzioni alternative (come se diverse soluzioni per la realizzazione di un acquedotto mirassero alla fornitura della medesima quantità di risorsa idrica), ma è raggiunto efficacemente solo dall'alternativa scelta. Per quanto riguarda la relazione rispetto alle risorse impegnate, tale valutazione emerge dal primo dei criteri affrontati circa il costo dell'opera.

Si ritiene quindi che una valutazione dell'efficienza dell'opera (inapplicabile in senso stretto in questo caso) possa emergere naturalmente dalla combinazione dei primi due criteri affrontati, costo ed efficacia, che verranno combinati nella tabella di analisi multicriteriale riportata di seguito.

Criterio:

➤ **Affidabilità**

Con affidabilità si intende **l'attitudine di una entità a svolgere la funzione richiesta in condizioni date per un dato intervallo di tempo.**

L'affidabilità è la misura della probabilità che l'insieme dei componenti considerato non si guasti (ovvero non presenti deviazioni dal comportamento descritto nella specifica) in un determinato lasso di tempo.

In senso esteso il termine «affidabilità» può riferirsi anche alla validità o meno delle teorie scientifiche e delle loro intrinseche previsioni.

A differenza di un sistema esistente la cui «Affidabilità» può essere stimata sulla base dello storico delle fallanze del funzionamento del sistema, nel caso di un sistema in fase di progettazione la «Affidabilità» diventa un obiettivo progettuale. Per quanto riguarda gli aspetti tecnologici dei singoli componenti d'opera per superare le difficoltà in termini di affidabilità di un sistema si introduce, infatti, il **concetto di ridondanza nell'ambito del dimensionamento dei sistemi fisici realizzati**. Tale concetto viene applicato in fase di progettazione e redazione delle specifiche tecniche dei vari corpi d'opera e diventa quindi un criterio progettuale comune a tutte le possibili soluzioni alternative. **Per quanto esposto risulta evidente che il criterio di affidabilità in questo caso non è pertinente, in quanto tutte le soluzioni alternative, basate sull'uso di identici approcci scientifici e di identiche tecnologie, possono essere progettate mirando allo stesso grado di Affidabilità.**

Criterio:

➤ **Tempo di realizzazione**

Le lavorazioni che determinano il tempo di realizzazione dell'opera nel suo complesso sono quelle relative ai tempi amministrativi per l'avvio dei lavori, all'adeguamento dei manufatti, all'adeguamento in quota degli argini e alla realizzazione delle arginature dell'area in ampliamento. Di tali lavorazioni solo quelle relative all'adeguamento dei manufatti potrebbero avere differenze tra una soluzione e l'altra, mentre le altre sono identiche. A fronte della durata complessiva tali ipotetiche differenze sono minime (l'adeguamento dei manufatti comporta in tutti i casi lavori di scavo, demolizione, realizzazione nuove opere civili ed elettromeccaniche...).

Si ritiene, pertanto, che il tempo di realizzazione delle opere possa essere considerato lo stesso per tutte le soluzioni alternative.

Criterio:

➤ **Interazione con gli altri interventi in corso di progettazione (come una soluzione progettuale può modificare le ipotesi progettuali di partenza relativamente ad un altro intervento)**

Non essendoci a conoscenza degli scriventi altri interventi in avvio di progettazione dipendenti dall'intervento in progetto tale criterio non risulta applicabile. Si ribadisce inoltre che gli obiettivi posti alla base della progettazione sono comuni a tutte le soluzioni alternative ipotizzate e pertanto, in ogni caso, tale criterio risulterebbe ininfluenza in quanto la sua analisi porterebbe ad una uguale valutazione per tutte le soluzioni alternative.

Da ultimo per completezza di analisi si dichiara che tutte le soluzioni alternative ipotizzate comprendono la realizzazione di opere civili, opere elettromeccaniche e impiantistiche comparabili tra loro per esigenze e oneri manutentivi.

Tabella di valutazione

		Analisi multicriteriale					
		Soluzione in essere	Minimizzazione della meccanizzazione		Minimizzazione della modifica architettonica		Opzione 0
	Note		Manufatto laterale regolato soglia 45,80	Manufatto laterale regolato soglia 42.00	Manufatto laterale regolato soglia 45,80	Manufatto laterale regolato soglia 42.00	
Costo di realizzazione	Valore assoluto	11 200 000.00 €	9 550 000.00 €	9 200 000.00 €	11 050 000.00 €	10 700 000.00 €	0.00 €
	Indice di performance: Valore relativo rispetto alla media	30%	11%	7%	28%	24%	-100%
	Valutazione 0-100	0.00	14.73	17.86	1.34	4.46	100.00
Efficacia dell'opera (percentuale di avvicinamento agli obiettivi di pianificazione consentiti dall'opera)							
T 20 12h Valore della portata al colmo rilasciata a valle dello sbarramento	Valore assoluto (mc/s)	765	960	860	850	810	1190
	Indice di performance: Valore relativo rispetto alla media	-15.5%	6.0%	-5.1%	-6.2%	-10.6%	31.4%
	Valutazione 0-100	100.00	54.12	77.65	80.00	89.41	0.00
T 200 Extra volume da laminare	Valore assoluto (mc)	18 605 000	22 032 000	20 759 000	20 358 000	19 044 000	22 227 000
	Indice di performance: Valore relativo rispetto alla media	-9.3%	7.5%	1.2%	-0.7%	-7.1%	8.4%
	Valutazione 0-100	100.00	5.38	40.53	51.60	87.88	0.00
Efficienza dell'opera (quantità del "bene" che si rende disponibile in relazione alle risorse impegnate)	Non applicabile	-	-	-	-	-	-
Affidabilità	Uguale per tutte le soluzioni	-	-	-	-	-	-
Tempo di realizzazione	Uguale per tutte le soluzioni	-	-	-	-	-	-
Interazione con gli altri interventi in corso di progettazione	Non applicabile	-	-	-	-	-	-
Sintesi delle valutazioni (pari peso)	Somma valutazioni parziali	200.00	74.23	136.03	132.94	181.76	100.00
	Valutazione 0-100	100.00	0.00	49.14	46.68	85.49	20.49

Come si evince dalla tabella sopra riportata la soluzione in essere ottiene il punteggio massimo pari a 100, la seconda soluzione migliore sarebbe quella che prevede la realizzazione di un nuovo manufatto di sbarramento con minimizzazione della architettura attuale e la realizzazione del manufatto laterale di derivazione analogo a quello della soluzione in essere, tale soluzione seppur più economica di quella in essere risulta inferiore come prestazioni relativamente al criterio di efficacia dell'opera.

7 Conclusioni

La soluzione che viene proposta in questo progetto, come mostrato nel presente documento che riporta le analisi svolte nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico economica, non ha trovato vere e proprie possibili alternative in termini di localizzazione e caratterizzazione dell'opera, in quanto l'unico approccio rivelatosi in grado di perseguire gli obiettivi imposti e le tipologie di interventi alla base della progettazione stessa, è risultato nella creazione di uno sbarramento e di un manufatto di derivazione laterale dotati di organi di manovra che potessero garantire un riempimento ottimale della casa indipendentemente dalla configurazione dell'onda di piena in ingresso.

Tale soluzione progettuale è stata comunque dapprima confrontata con soluzioni che non prevedessero la possibilità di regolazione del manufatto di derivazione laterale, dimostrando che seppur possa sempre esistere una configurazione a soglia libera in grado di fornire le stesse prestazioni di un manufatto regolato qualora sia fissato un evento di riferimento, tale configurazione a fronte di eventi diversi da quello di riferimento, fornirà sempre prestazioni peggiori rispetto alle prestazioni raggiungibili con un manufatto regolato.

Sono state quindi verificate ipotesi alternative per l'adeguamento dei manufatti con organi di regolazione, quindi mantenendo localizzazione e caratterizzazione delle opere, si sono adottati i seguenti criteri: minimizzazione della meccanizzazione e minimizzazione delle modifiche architettoniche. L'analisi multicriteri di cui all'ord. 13/06/2016 ha permesso di verificare che la soluzione in essere risulta la migliore.

(MO-E-1273) Lavori di ampliamento della Cassa di laminazione del fiume Secchia, comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma ministero - RER - Parte A)

CUP: B98G11000320001

(MO-E-1357) Interventi di adeguamento del sistema di laminazione delle piene della Cassa di espansione del fiume Secchia (provincia di Modena) (Ordinanza 1/2018 del 07.11.2018) - CUP: B94H16000690002

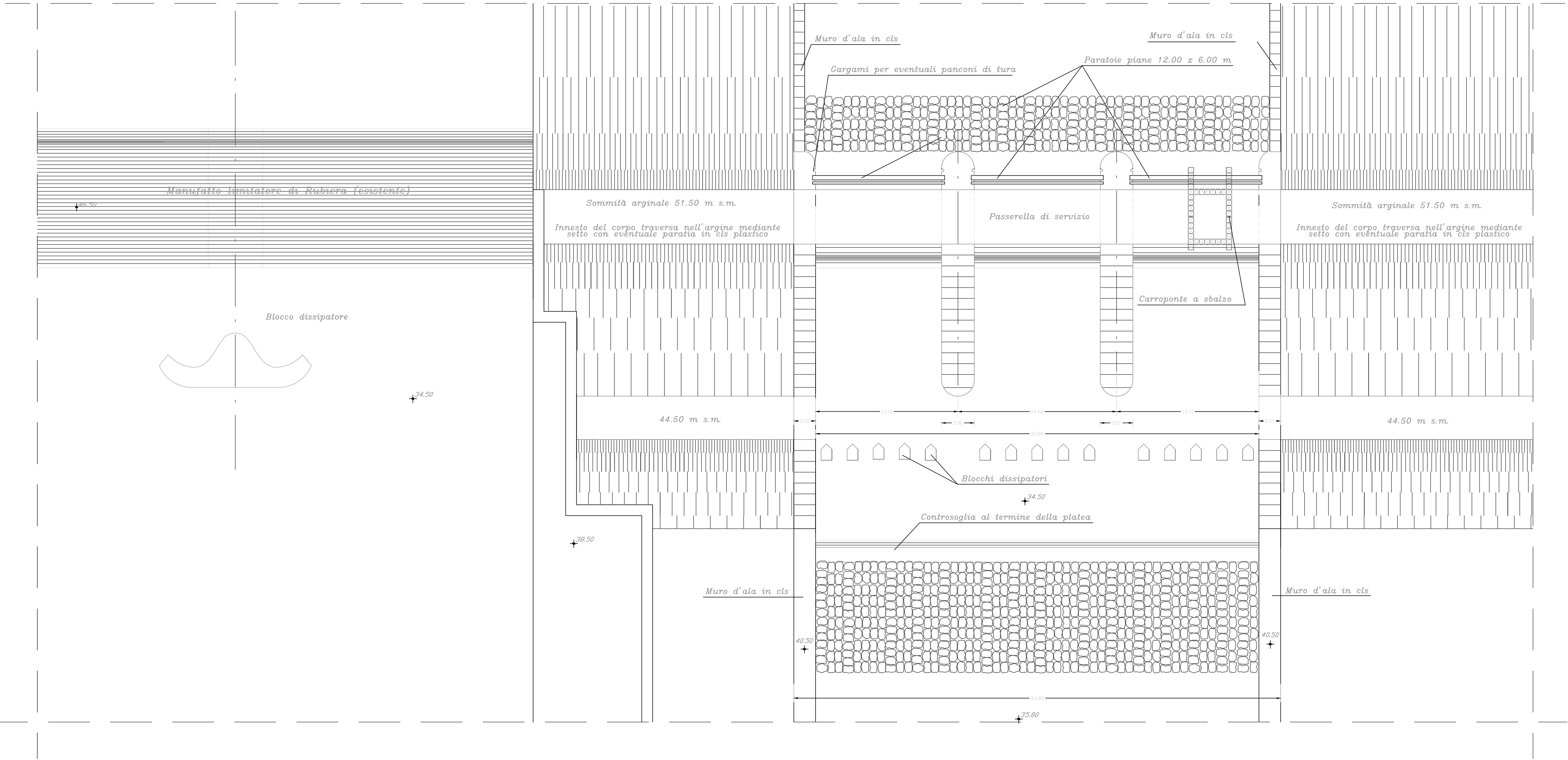


8 ALLEGATI

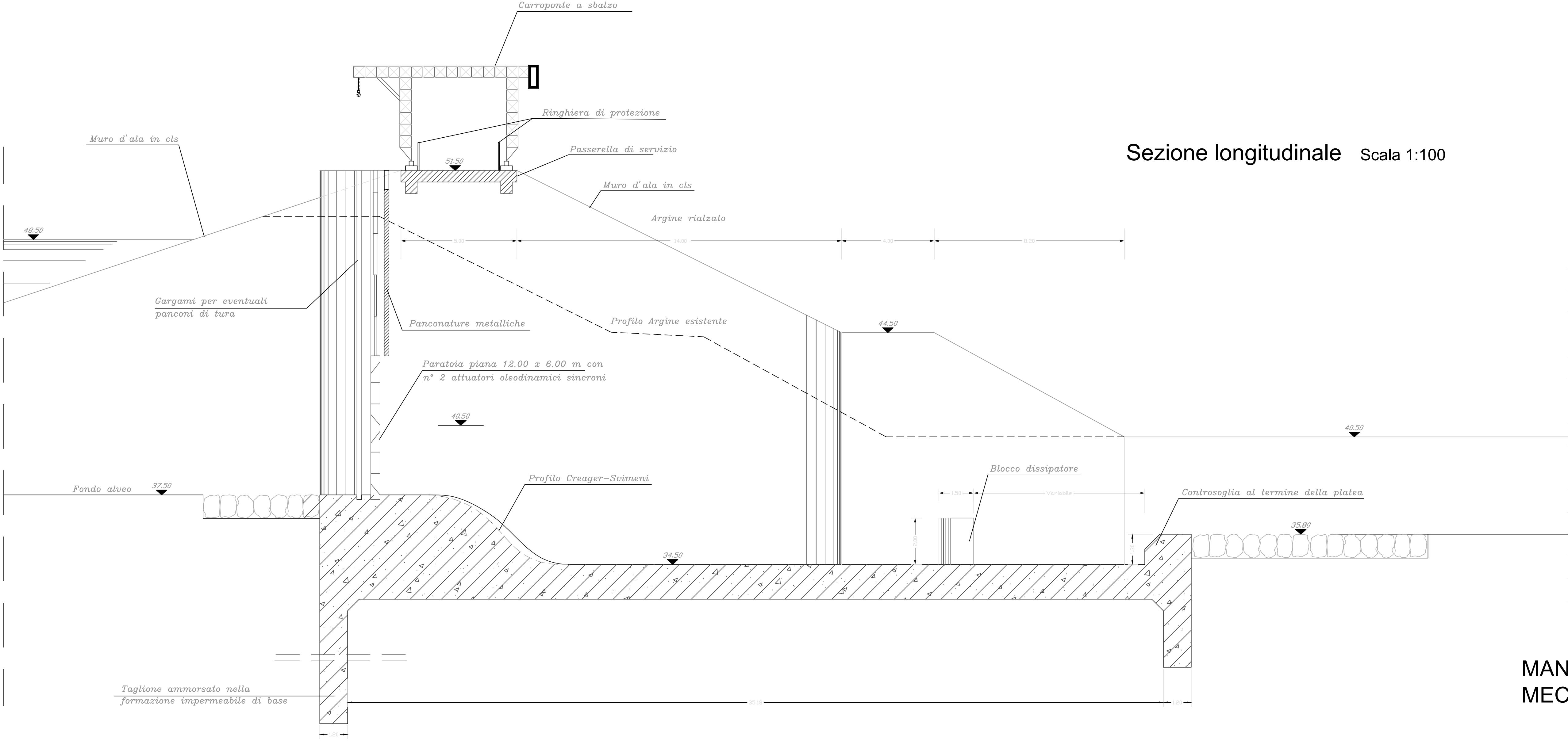
Tavole grafiche:

- manufatto di regolazione che minimizza la meccanizzazione dell'opera
- manufatto di derivazione laterale regolato soglia 45,80 m s.l.m.

Pianta Scala 1:200

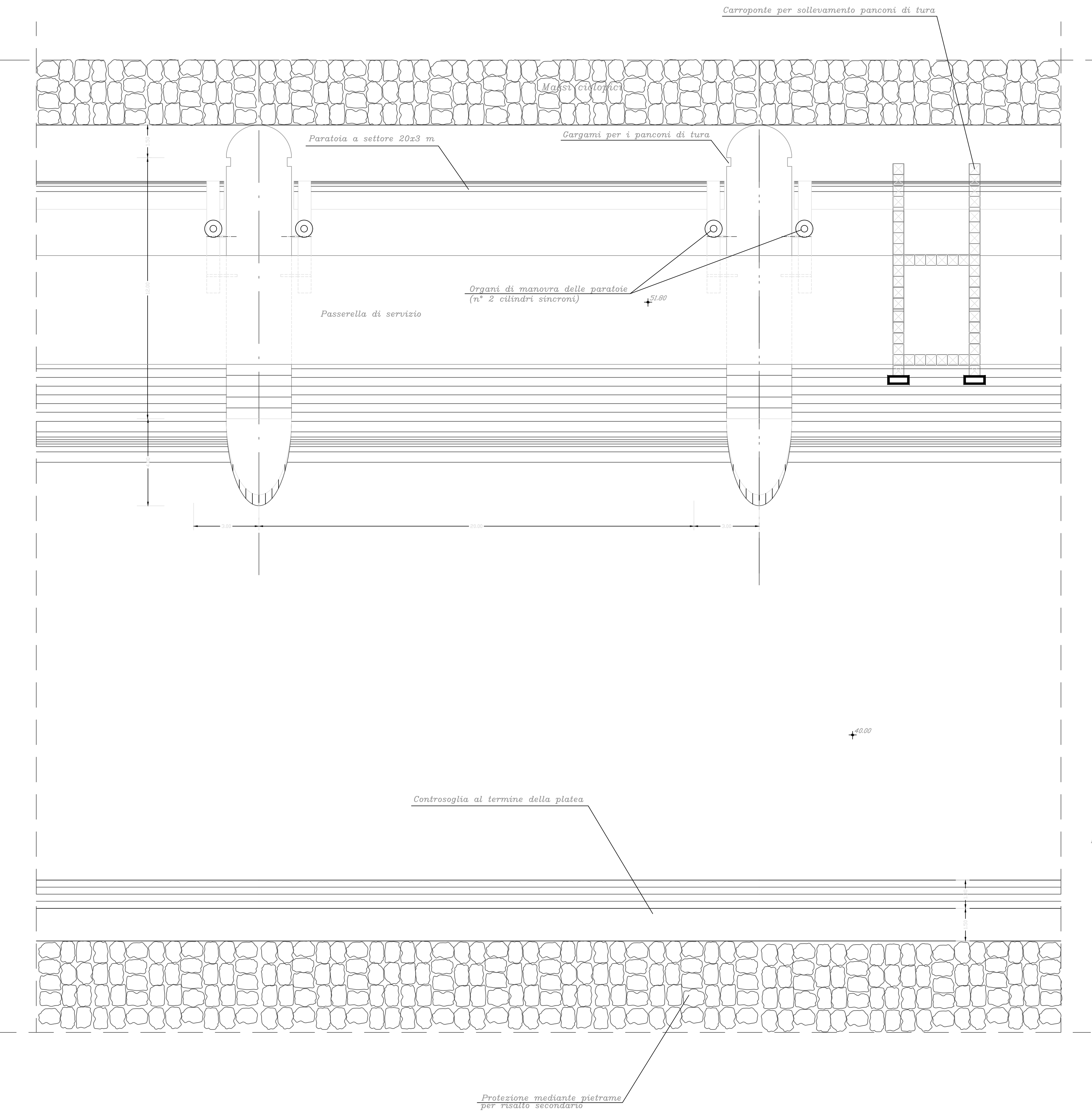


Sezione longitudinale Scala 1:100

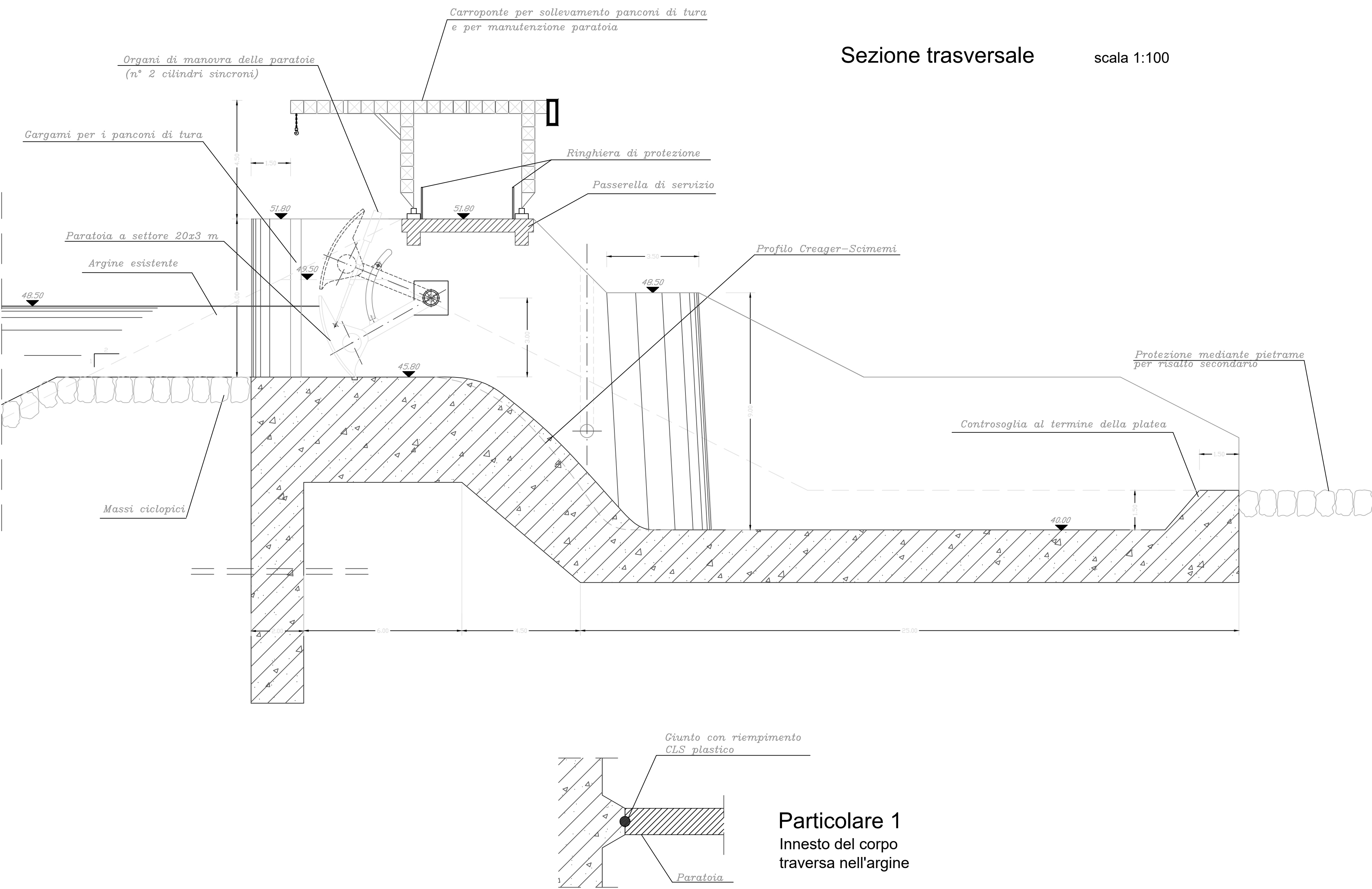


MANUFATTO REGOLATORE SOLUZIONE CHE MINIMIZZA LA
MECCANIZZAZIONE DELLA TRAVERSA

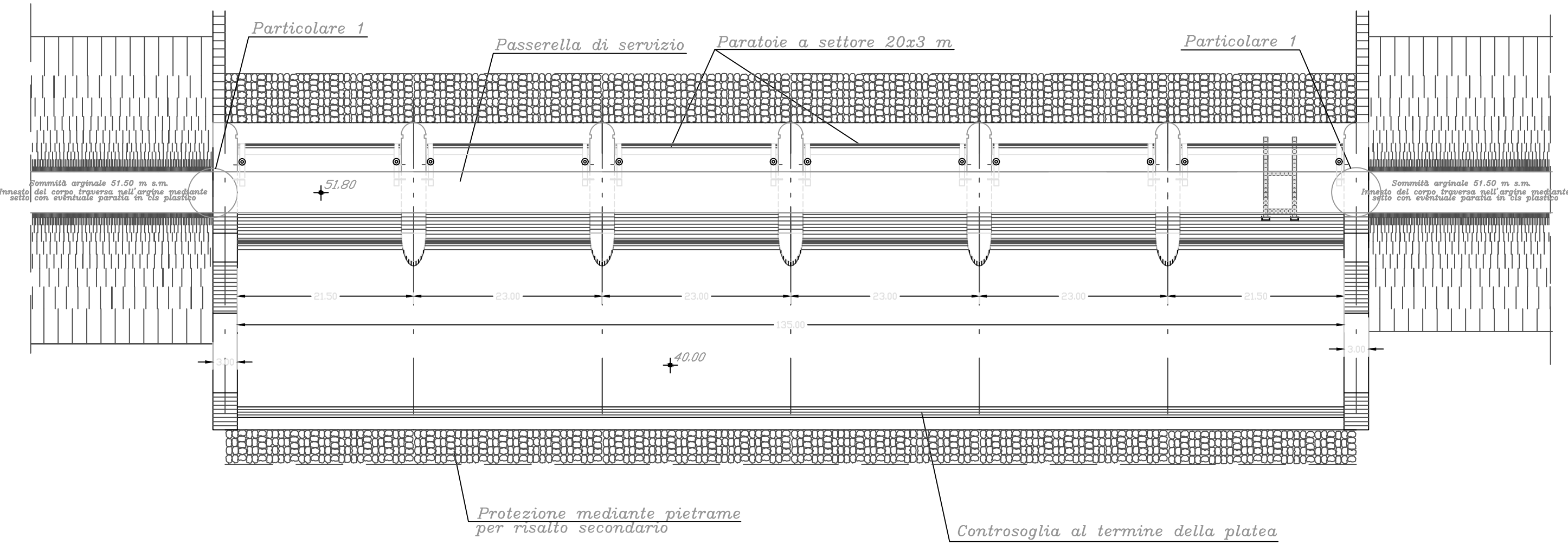
Pianta scala 1:100



Sezione trasversale scala 1:100



Planimetria scala 1:500



MANUFATTO DI DERIVAZIONE LATERALE SOGLIA A 45,80 m slm