

UFFICIO OPERATIVO DI MANTOVA

Opere Idrauliche di 2^a Categoria
Fiume Mincio
**(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro
(nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.**
CUP: B62B23001040002
PROGETTO ESECUTIVO
(Importo complessivo del progetto €. 227.997,21)

DESCRIZIONE:

RELAZIONE IDRAULICA

ALLEGATO N°

2

PROGETTISTA

I.T. Geom. Umberto Rovatti



COLLABORATORE

I.T. Geom. Alfredo Pernarella



VERIFICA ASPETTI IDRAULICI

(professionista esterno)

Ing. Paolo Cerchia

EOS Ingegneria Srl Stp

**RESPONSABILE DELLA SICUREZZA
IN FASE PROGETTUALE ED ESECUTIVA
(professionista esterno)**

Ing. Claudio Lonardi

IL R.U.P.

Ing. Gaetano La Montagna



PROGETTO n° 5498

Data 25 GIU 2024

Prot. n°

Aggiornamenti

INDICE

PREMESSE.....	2
1. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO	3
2. STATO DI FATTO DELLE OPERE IDRAULICHE.....	4
2.1 Portate lungo l'asta del Mincio.....	5
3. INQUADRAMENTO DELLA PIANIFICAZIONE PAI - PGRA.....	9
3.1 Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI).....	9
3.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).....	11
4. INTERVENTI IN PROGETTO	13
4.1 Stralci funzionali	14
5. CONFIGURAZIONE ELETTROPOMPE SOMMERGIBILI.....	15
5.1 Verifica della quota di sommergenza e dimensionamento cella di aspirazione	15
5.2 Dimensionamento elettropompe.....	18
6. SCELTA DELL'ELETTROPOMPA	22
7. CONCLUSIONI	26

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

PREMESSE

La presente relazione fa riferimento ai lavori “*(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova*”.

CUP: B62B23001040002

La presente relazione idraulica ha lo scopo di dimensionare e verificare l'idoneità della soluzione proposta relativa alla sostituzione delle elicopompe a motori endotermici esistenti con n.3 elettropompe sommergibili.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

1. LOCALIZZAZIONE DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

L'area di intervento è situata a Formigosa, frazione del comune di Mantova. Il manufatto scaricatore di Valdaro ha la funzione, insieme al manufatto scaricatore “Vallazza”, di regolare i livelli dei laghi di Mantova. In particolare, il manufatto scaricatore di Valdaro scarica i livelli idrici in eccesso nel Diversivo di Mincio.

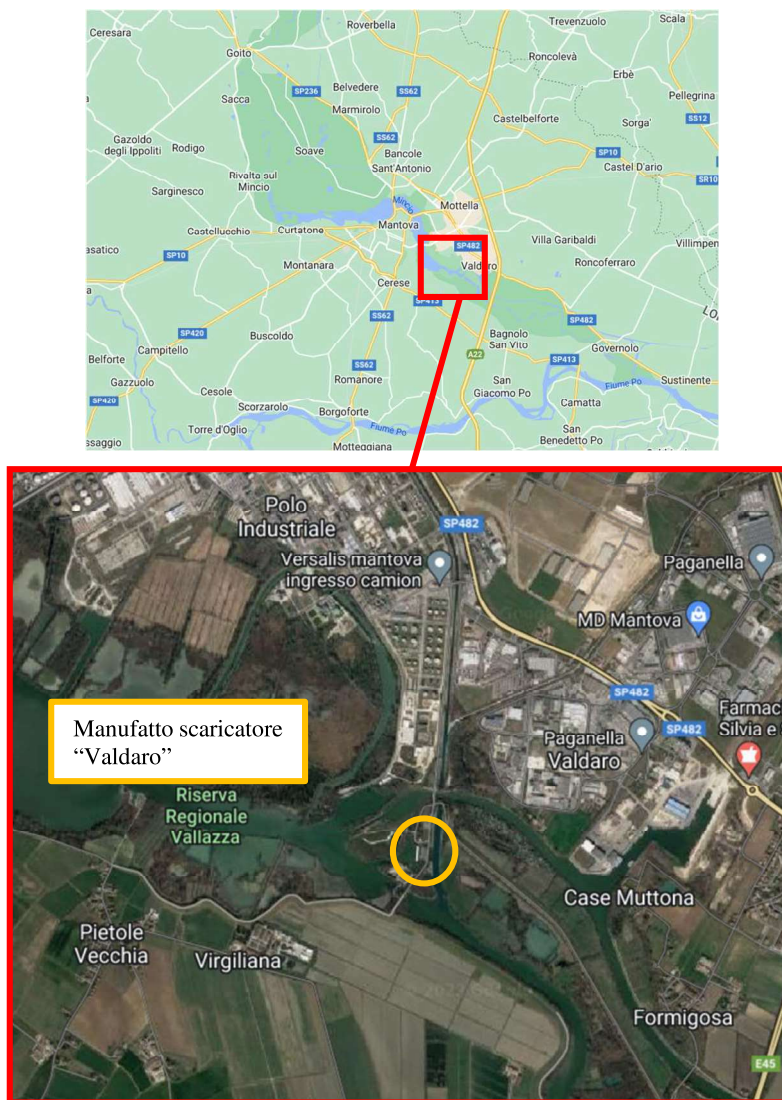


Figura 1-1. Inquadramento su Google Maps e su ortofoto (Google Earth) dell'area oggetto di intervento

2. STATO DI FATTO DELLE OPERE IDRAULICHE

L'impianto di sollevamento di Valdaro è parte del nodo idraulico di Formigosa, il quale assolve ai seguenti scopi:

- a) Difesa della zona di Mantova dalle piene del fiume Po anche in concomitanza dello scarico delle massime portate del Diversivo;
- b) Regolazione del livello dei Laghi di Mantova;
- c) Connessione idraulica dei Laghi di Mantova con il Canale Navigabile e scaricatore Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante.

L'impianto di sollevamento di Valdaro è costituito da n. 38 elicotombe azionate da motori endotermici diesel, ciascuno con potenza di 200 kW e con una portata teorica complessiva di circa 50 m³/s. Esso consente di scaricare nel canale Diversivo di Mincio l'eccesso di acqua invasata nei laghi di Mantova. La necessità di azionamento dell'impianto di sollevamento si realizza durante le piene di Po, durante le quali si verifica una piena di rigurgito, e per la quale è necessario chiudere i fornici di sostegno.

L'impianto di sollevamento è situato all'interno di un fabbricato disposto su due livelli. Al livello inferiore si trova la camera di raccolta dell'acqua, dove sono installate le elicotombe.



Figura 2-1. Camera di raccolta delle acque provenienti dai laghi di Mantova.

Al piano rialzato è visibile parte del corpo delle elicotombe, i motori e un carroponete.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx



Figura 2-2. Piano rialzato della struttura di alloggiamento dell'impianto di sollevamento.

La portata in uscita dall'impianto di sollevamento viene convogliata nel canale Diversivo di Mincio attraverso tubazioni in acciaio aventi diametro 900 mm.



Figura 2-3. Tubazioni in uscita dall'impianto di sollevamento di Valdaro che scaricano nel canale Diversivo.

2.1 Portate lungo l'asta del Mincio

Il controllo delle portate di piena lungo l'asta del Mincio è stato realizzato per disconnettere i laghi di Mantova dai livelli di piena del Po che rigurgita a monte fino alla città.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

I sistemi idrici relativi al sistema di regolazione del complesso idraulico sono di seguito descritti:

- Fiume Mincio;
- Laghi di Mantova (Superiore, di Mezzo, Inferiore);
- La Vallazza, prolungamento del lago Inferiore; in caso di piena del fiume Po essa viene chiusa presso Formigosa;
- Il canale Diversivo, che deriva a Casale di Goito e scarica a valle di Formigosa;
- Il canale navigabile Fissero-Tartaro-Canalbiano.

La regolazione del suddetto complesso idraulico avviene come di seguito descritto:

- i. La portata massima rilasciata dal lago di Garda attraverso lo **sbarramento di regolazione di Salionze** (VR) è pari a 200 m³/s. A tale portata non è facilmente assegnabile un tempo di ritorno, essa infatti rappresenta piuttosto il limite fisico superiore dell'opera di regolazione;
- ii. Durante i periodi di chiusura del **Fornice di Formigosa** e quindi relativi alle piene di Po, le portate di Mincio provenienti dal bacino del Garda e dalla porzione di bacino situata in sinistra idrografica e chiusa a Casale di Goito vengono deviate dal corso naturale del fiume Mincio e immesse nel canale Diversivo, il quale, dopo aver attraversato il territorio situato a Nordi di Mantova, le restituisce al Mincio a valle del Fornice di Formigosa;
- iii. I volumi di piena provenienti dal cosiddetto "bacino residuo", corrispondente al bacino dei corsi d'acqua affluenti di destra del Mincio o che afferiscono direttamente ai laghi di Mantova (Goldone, Marchionale, Osone, Piubega, Gozzolina), vengono temporaneamente invasati nei laghi e scaricati in parte a valle della Vallazza attraverso la **stazione di pompaggio di Valdaro** (portata max. 50 m³/s). Tale stazione di pompaggio viene avviata nel momento in cui il livello idrico dei laghi di Mezzo e Inferiore raggiunge la quota di 17.0 m s.l.m. La stazione venne realizzata nel 1960 come opera provvisoria e destinata a essere successivamente eliminata, ciò in ottica di sistemare il nodo idraulico affinché venisse privilegiato lo scarico a gravità attraverso il sistema degli scolmatori;
- iv. Lo **scaricatore della Vallazza** è in grado di convogliare a gravità nel canale Fissero-Tartaro una portata massima di 30 m³/s, che può andare a integrare o a sostituire il pompaggio di Valdaro. Tuttavia, non sempre il manufatto scaricatore Vallazza è in grado di scaricare tutta la portata necessaria per la regolazione dei laghi durante eventi di piena. Infatti, in caso di concomitanza di eventi meteorici eccezionali che sovraccaricano il canale Canalbiano-Fissero-Tartaro, di alte maree e di venti contrati che limitano il naturale deflusso delle acque verso il mare Adriatico, la Vallazza ha bisogno di lavorare in affiancamento al manufatto scaricatore di Valdaro.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

Il funzionamento del **controllo idraulico dei livelli dei Laghi di Mantova e del tratto di Mincio a valle dei laghi** è spiegato di seguito:

- i. Il livello di regolazione ordinario del lago Superiore, pari a 17.50 m s.l.m., è governato dal manufatto di regolazione del Vasarone, in loc. Ponte dei Mulini. Tale manufatto disconnette il lago Superiore dal lago di Mezzo; in supporto del manufatto, la cui gestione è in carico ad AIPo, è stata installata presso il manufatto della Vasarina una centrale idroelettrica gestita da TEA S.p.A., il cui disciplinare di concessione (rep. N° 6125 del 09.07.2007) permette una derivazione media giornaliera pari a 10.65 m³/s e una portata massima istantanea pari a 10.90 m³/s;
- ii. Il livello di regolazione del lago di Mezzo e del lago Inferiore è di 14.10 – 14.20 m s.l.m., è governato dal manufatto regolatore di Governolo, poco a monte della confluenza in Po, che sostiene così anche il livello del tratto di Mincio a valle dei laghi di Mantova;
- iii. Il livello di massima piena del lago di Mezzo, del lago Inferiore e della Vallazza, fino a Formigosa è governato dallo sbarramento di Formigosa, che viene completamente chiuso, e che unitamente ai sistemi di scarico descritti consente di mantenere il valore limite pari a 17.40 m s.l.m.

Quindi si può ritenere che il livello idrometrico massimo di **17.40 m s.l.m.** sia dunque la **quota di massima escursione dei laghi di Mezzo e Inferiore**.

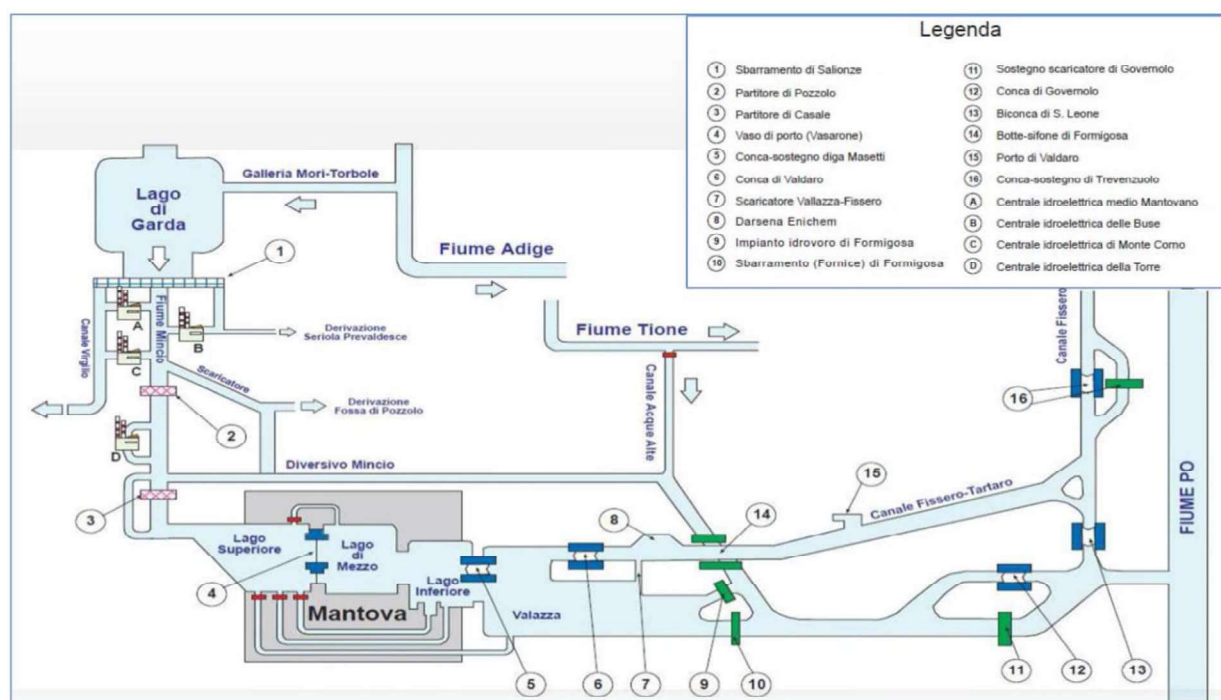


Figura 2-4. Schema del nodo idraulico Garda-Mincio.

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

Per quanto concerne il livello massimo di piena, non appare possibile una stima probabilistica, necessaria per assegnare un tempo di ritorno al tirante massimo in quanto il tirante viene di volta in volta determinato da un sistema complesso, totalmente gestito da AIPO (sede di Mantova). La serie storica dei livelli massimi annui dei laghi Superiore a monte, e di Mezzo e Inferiore a valle, sulla base della quali si potrebbero eseguire le consuete elaborazioni di tipo probabilistico, non può infatti essere considerata una serie omogenea rispetto ai fenomeni di piena.

Una valutazione di carattere qualitativo può essere effettuata sulla base dei dati idrologici del sistema, registrati nelle stazioni di misura nel periodo recente, con riferimento particolare alle situazioni di piena.

Per quanto concerne le portate di piena, dal 1950 ad oggi, i maggiori eventi si sono verificati nel novembre del 1985, con una portata al colmo allo sbarramento di Salionze di 185 m³/s; nell'ottobre 2000, quando all'elevata portata in uscita dal lago di Garda (superiore a 150 m³/s) si sono aggiunte le condizioni critiche del livello di Po (livello al colmo pari a 21,74 m s.m. alla confluenza del Mincio). Nel maggio 2013 la portata del Mincio a Pozzolo ha superato i 170 m³/s e nello scolmatore Pozzolo – Maglio è stato scaricato un massimo di 140 m³/s. Considerando i livelli idrometrici orari all'idrometro di Vassarone, sia sul lago superiore che sul lago di Mezzo, gestito da AIPO e che fornisce i dati dal novembre 2010 fino alla data odierna, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- Livelli idrometrici del lago Superiore: i livelli presentano un'escursione compresa nel range di ± 0.25 m centrato sulla quota di regolazione pari a 17.51 m s.l.m.
- Livelli idrometrici del lago di Mezzo: alcuni eventi hanno manifestato valori superiori alla quota ordinaria media regolata di 14,40 m s.m., anche se appare con evidenza la tendenza delle quote a raggrupparsi su tale grandezza per gran parte delle durate, come del resto atteso. Situazioni tipiche di piena, che naturalmente coincidono con afflussi in portata elevati, si manifestano ad esempio nel 2013 e nel 2014, quando viene superata abbondantemente e per una durata consistente la quota 15,00 m s.m., con punte che superano i 16,00 m s.m.

3. INQUADRAMENTO DELLA PIANIFICAZIONE PAI - PGRA

3.1 Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

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

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

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.

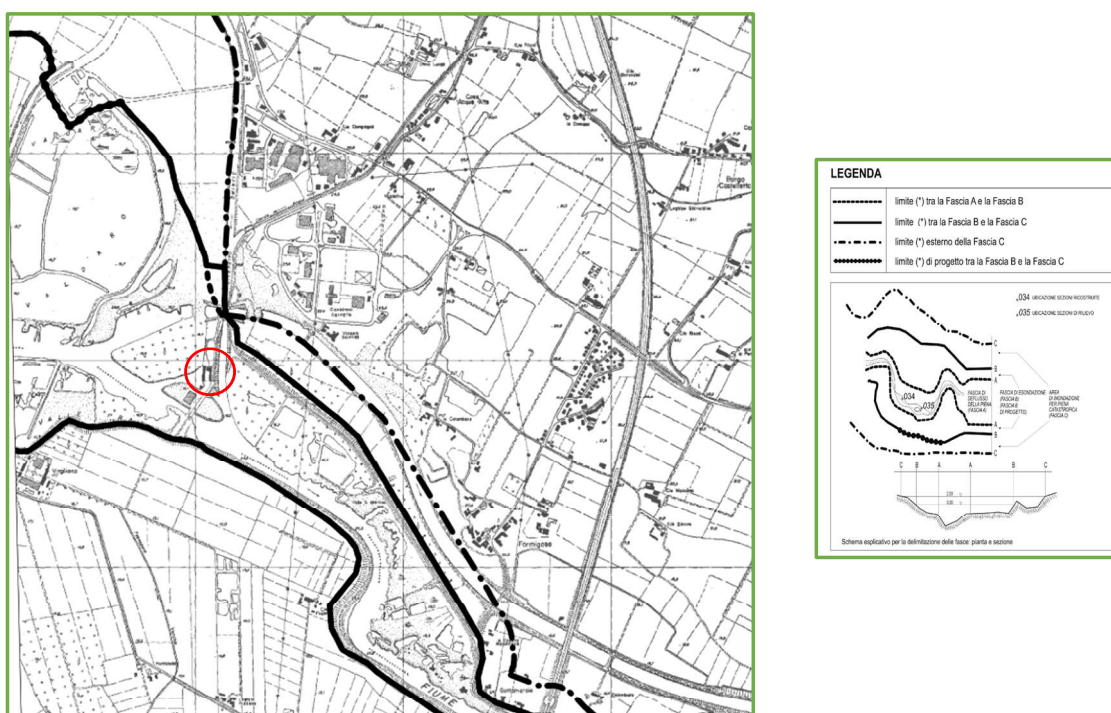


Figura 3-1. Estratto del PAI – fasce fluviali presso Formigosa.

L'impianto di sollevamento di Valdaro è interamente ricompreso nella fascia A.

Nella fascia A di deflusso della piena è necessario:

- Garantire il deflusso della piena, evitando ostacoli e interferenze negative sulle condizioni di moto;
- Consentire la libera divagazione dell'alveo, assecondandone la naturale tendenza evolutiva, ovunque non controllata da opere idrauliche;
- Garantire la tutela e il recupero delle componenti naturali dell'alveo, con particolare attenzione a quelle parti funzionali al mantenimento di un buon regime idraulico.

Nella fascia A, come descritto all'art. 29 delle N.T.A. del PAI, è vietato:

- le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

Nella fascia B di esondazione è necessario:

- Garantire il mantenimento delle aree di espansione naturale per la laminazione della piena;
- Contenere ed eventualmente ridurre la vulnerabilità degli insediamenti e delle infrastrutture presenti;
- Garantire il mantenimento e il recupero dell'ambiente fluviale e la conservazione dei valori paesaggistici, storici, artistici e culturali.

Secondo la “Direttiva per la progettazione degli interventi e la formulazione di programmi di manutenzione” approvata con deliberazione di C.I. n.1 in data 15 aprile 1998, le **opere in progetto** possono essere **identificate come manutenzioni ordinarie**.

3.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Il piano attualmente vigente è quello del II ciclo (2021-2027), adottato con Delibera della Conferenza Istituzionale n. 5/2021_PGRAPo.

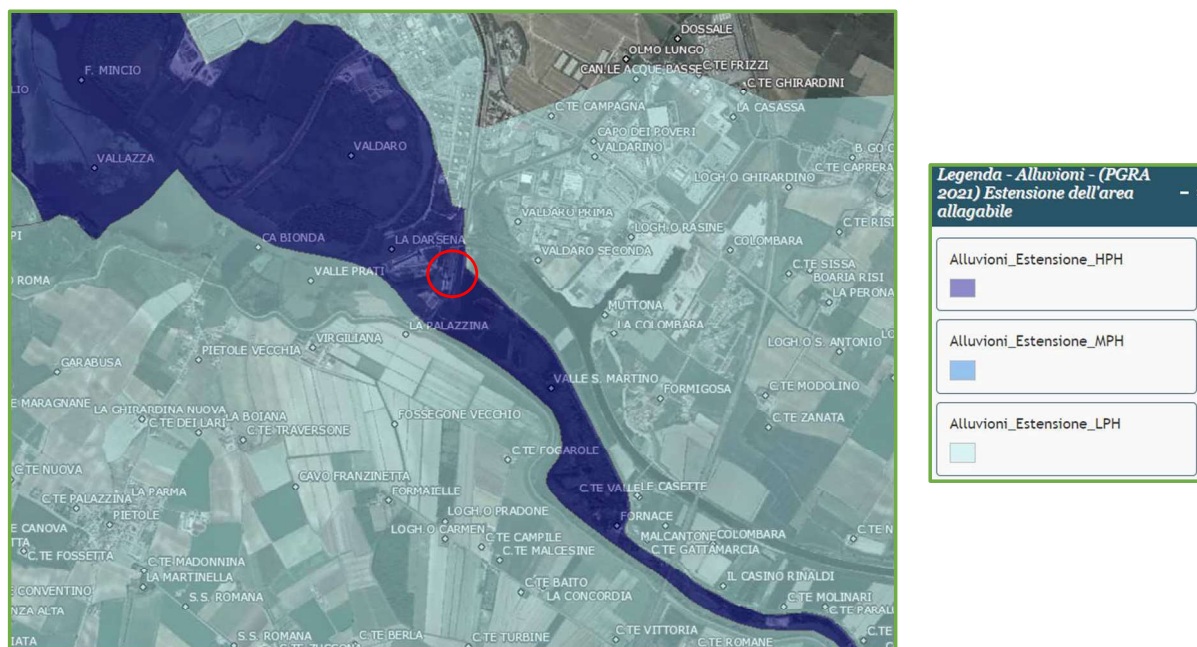


Figura 3-2. Estratto del PGRA – Estensione dell'area esondabile presso Formigosa.

In attuazione di quanto previsto dalla Direttiva, la mappatura della pericolosità è stata predisposta secondo la seguente classificazione, in funzione della quale sono state perimetrate le aree inondabili:

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

- alluvioni frequenti (H), rappresentate da eventi di piena con tempo di ritorno di $30 \div 50$ anni; a questa condizione corrisponde un'elevata pericolosità (H);
- alluvioni poco frequenti (M), rappresentate da eventi di piena con tempo di ritorno di $100 \div 200$ anni; a questa condizione corrisponde una pericolosità moderata (M);
- alluvioni rare (L), rappresentate da eventi di piena con tempo di ritorno fino a 500 anni; a questa condizione corrisponde una pericolosità bassa (L).

L'analisi della mappa permette le seguenti considerazioni:

- la perimetrazione delle aree soggette ad alluvioni frequenti (tempo di ritorno di $30 \div 50$ anni) viene fatta coincidere con quella delle aree inondabili per frequenza moderata (tempo di ritorno di $100 \div 200$ anni); esternamente alle precedenti viene pertanto rappresentato solamente il perimetro delle aree soggette ad alluvioni classificabili come rare, cioè con tempo di ritorno tra 200 e 500 anni;
- il livello idrometrico di 17,40 m s.m., che rappresenta il massimo di piena regolato nei laghi di Mezzo e Inferiore, risulta essere con buona approssimazione il valore rispetto al quale è stata perimetrata l'area che rappresenta le alluvioni frequenti e quelle moderate, a tale valore è stato di conseguenza associato nel PGRA un tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni.

Le aree di lavorazione del presente progetto risultano in Area ad alta frequenza (H). Di conseguenza dovranno essere progettati idonei approntamenti che valutino il rischio di inondazione delle aree cantierizzate.

Le lavorazioni afferenti all'impianto di sollevamento di Valdaro non andranno a modificare l'assetto idraulico del fiume Mincio, in quanto rimandabili alla tipologia di manutenzione ordinaria.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

4. INTERVENTI IN PROGETTO

Le opere in progetto prevedono la sostituzione delle elicopompe a motore endotermico diesel con elettropompe a immersione. Ciò comporta la realizzazione delle seguenti opere accessorie:

1. Adeguamento della quota delle campane di aspirazione delle pompe: attualmente la quota di aspirazione è situata a 15.93 m s.l.m., la quale risulta eccessivamente alta per il funzionamento delle elettropompe a immersione;
2. Fornitura e posa di griglia a pettine all'imbocco della camera di raccolta dell'acqua per impedire l'ingresso di materiale flottante;
3. Sostituzione di armadi stradali e quadri elettrici danneggiati dalle intemperie;
4. Rimozione della vegetazione diffusasi nei dintorni dell'opera idraulica.

Di seguito si riporta il fabbisogno finanziario per la realizzazione delle opere in progetto.

N.	DESCRIZIONE	IMPORTO €
1	Taglio vegetazione alligante l'opera idraulica.	10.000,00
2	Fornitura e posa di nuova porta a saracinesca di tipo industriale ad apertura automatica, compreso smontaggio e smaltimento dell'esistente porta ammalorata.	15.000,00
3	Revisione carroponte esistente e relative vie di scorrimento.	7.500,00
4	Fornitura e posa di luci di emergenza, dispositivi antintrusione per animali, sostituzione armadi stradali e quadri elettrici danneggiati dalle intemperie.	7.000,00
5	Fornitura e posa di nr. 3 tubi contenitori per elettropompe in acciaio zincato a caldo, travi di supporto, bulloneria inox, anelli di accoppiamento per elettropompe, ecc.	60.000,00
6	Fornitura e posa di nr. 40 griglie a pettine all'imbocco della camera di aspirazione.	50.000,00
7	Fornitura e posa di nr. 3 valvole di sfiato/disadesso.	4.000,00
8	Fornitura e posa di nr. 3 celle di aspirazione in acciaio, compreso svuotamento, pulizia della vasca di aspirazione e allontanamento dei fanghi depositati dal fiume.	20.000,00
9	Fornitura e posa di quadro elettrico generale BT, completo di nr. 3 softstart, elettrodotti, ecc.	160.000,00
10	Fornitura e posa di nr. 3 elettropompe sommergibili.	700.000,00
11	Fornitura e posa di nr. 1 gruppo elettrogeno silenziato da 1,4 Megawatt.	300.000,00
	SOMMANO	1.332.500,00
12	IVA 22% SUI LAVORI	293.150,00
13	Somme a disposizione dell'amministrazione per: progettazione impianto elettrico, rilievi, IVA, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, imprevisti, contributo ANAC, incentivi per funzioni tecniche.	170.000,00
	SOMMANO	1.795.650,00
14	ARROTONDAMENTI	3.350,00
15	TOTALE FABBISOGNO FINANZIARIO PER COMPLETARE L'OPERA	1.800.000,00

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

4.1 *Stralci funzionali*

In riferimento alla tabella del fabbisogno finanziario sopraportata e all'entità economica del presente finanziamento concesso con D.G.R. XII/1341 del 13/11/2023, si prevede di intervenire per le lavorazioni elencate dal punto 1 al punto 7, stralciando in questa fase progettuale le lavorazioni dal punto 8 al punto 11, oggetto di ulteriori futuri finanziamenti.

5. CONFIGURAZIONE ELETTROPOMPE SOMMERGIBILI

5.1 Verifica della quota di sommergenza e dimensionamento cella di aspirazione

Le seguenti considerazioni hanno lo scopo di ottenere un dimensionamento di sufficiente approssimazione delle celle di alloggiamento delle elettropompe sommergibili, per ottenere un corretto funzionamento delle stesse.

Si fa presente che il dimensionamento definitivo sarà correlato alla specifica elettropompa fornita dall'impresa aggiudicataria, soprattutto in relazione alla prevenzione della cavitazione, influenzata com'è noto dai valori di rendimento, dalla forma della pompa, dal profilo delle pale dell'elica, dal materiale di realizzazione, ecc. **Di conseguenza il definitivo dimensionamento dovrà essere effettuato dalla ditta aggiudicataria, a seguito dell'affido dei lavori, e previa accettazione delle elettropompe proposte da parte della Direzione Lavori.**

I criteri da seguire per la corretta scelta e installazione delle elettropompe sono i seguenti:

- Il campo di moto all'approssimarsi della cella deve risultare uniforme e trasversalmente simmetrico;
- L'effetto di singolarità localizzate deve essere dissipato il più lontano possibile dalla sezione in cui sono collocate le pompe;
- La velocità di afflusso all'interno della cella deve essere compresa tra 0.3 e 0.5 m/s;
- È necessario raccordare con profili smussati e aerodinamici gli ostacoli presenti nel campo di moto (es. lo spigolo vivo della vasca di raccolta acque).

Lo schema di progetto di installazione delle elettropompe sommergibili è il seguente:

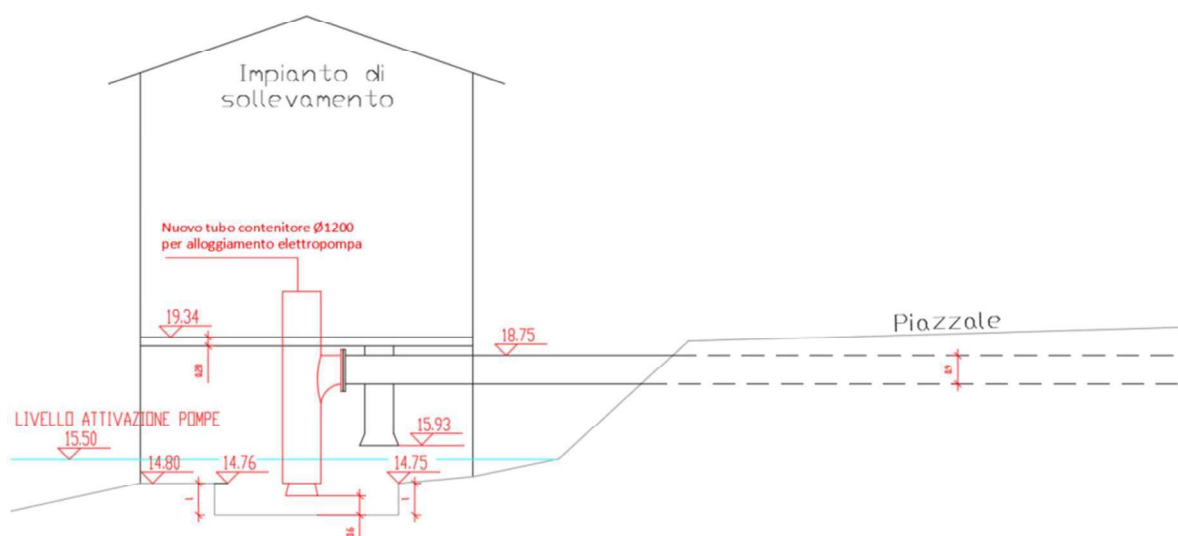


Figura 5-1. Sezione trasversale dello stato di progetto dell'impianto di sollevamento.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

Per poter dimensionare correttamente la quota minima di sommergenza, è necessario considerare la configurazione di installazione delle elettropompe: esse verranno installate a 60 cm dalla quota di fondo della vasca di accumulo, quindi ad una quota di 14.36 m s.l.m., dove la quota di fondo si attesta a 13.76 m s.l.m.

La **quota di avvio pompe** è stata identificata, insieme ai funzionari AIPo, a **15.50 m s.l.m.** Ciò in quanto a monte dell'impianto di sollevamento sono state realizzate diverse opere che permettono di fruire della Riserva Regionale della Vallazza e un'eventuale quota idrica superiore a quella identificata porterebbe l'inondazione dei luoghi interessati. **Di conseguenza la sommergenza, calcolata dalla bocca di aspirazione, durante il funzionamento delle pompe è pari a 1.14 m**

Dai calcoli empirici di seguito riportati risultano bocche di aspirazione DN 1000 comunque compatibili con le tubazioni esistenti. Considerata la sommergenza di progetto, pari a 1.14 m, si può ottenere una portata indicativa dai grafici seguenti.

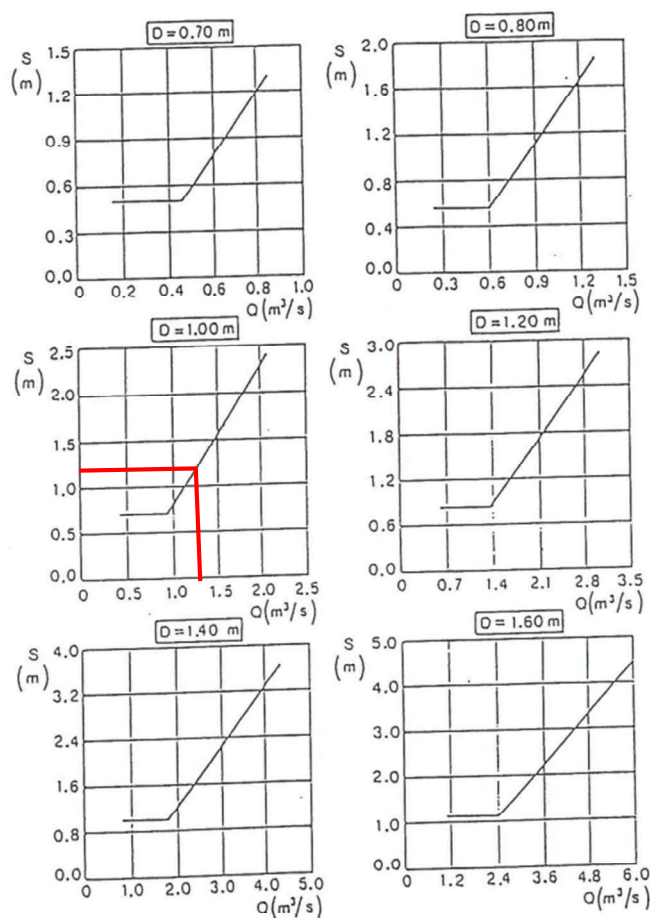


Figura 5-2. Sommergenza minima S necessaria per la prevenzione dei vortici in funzione della portata Q della elettropompa sommergibile ad elica e per valori del diametro D del tubo contenitore.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

Per quanto riguarda il dimensionamento della **cella di aspirazione**, ci si riconduce alle misure dello schema proposto di seguito, da cui si ottiene, per una bocca di aspirazione di 1000 mm:

- Larghezza cella: 2.0 m
- Distanza della tubazione di aspirazione dalle pareti laterali della cella: 0.5 m
- Distanza della tubazione di aspirazione dalla parete posteriore della cella: 0.2 m.

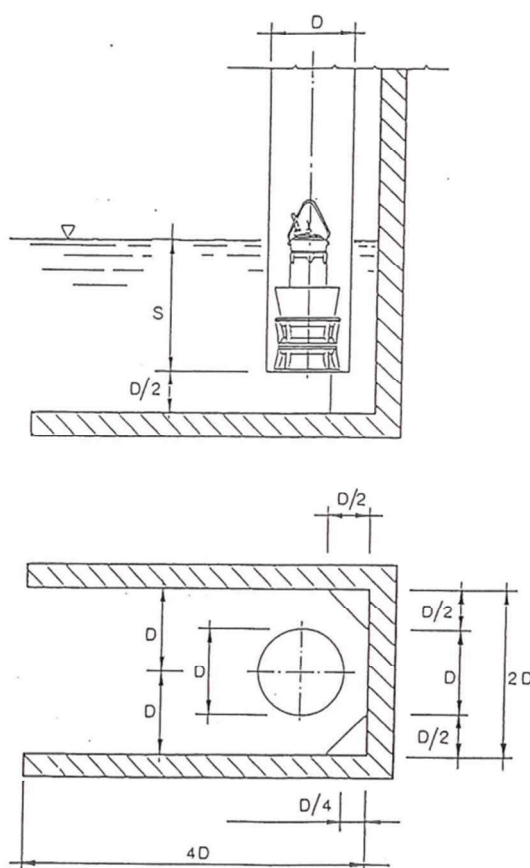


Figura 5-3. Dimensioni consigliate per le celle delle elettropompe sommergibili ad elica.

Si fa presente che lo schema proposto, puramente indicativo relativamente alle forme, presenta angoli vivi. Tali angoli, in fase realizzativa, dovranno essere smussati per realizzare un manufatto il più possibile aerodinamico, in ottica di minimizzare la formazione di vortici.

Rifacendosi ai grafici presentati sopra e in particolare a quello riferito alla tubazione di alloggiamento pompa di 1.0 m, si ottiene una portata di circa 1.3 m³/s durante il funzionamento delle pompe, portata che viene in ogni caso calcolata più specificatamente nel paragrafo successivo in base a diversi punti di lavoro. L'eventuale

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

incremento di portata richiederebbe l'aumento della sommergenza, ovvero l'innalzamento dei livelli dei laghi di Mantova o l'abbassamento della quota della vasca di accumulo.

Considerato che:

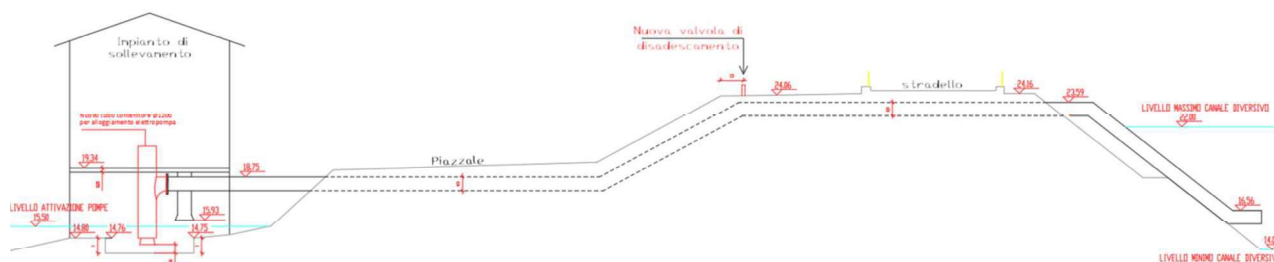
- i. Si prevede di sostituire n.3 pompe con altrettante elettropompe su 38 disponibili;
- ii. L'impianto di sollevamento di Valdaro entrerà in funzione solo laddove l'impianto di sollevamento Vallazza fosse insufficiente allo smaltimento delle portate in arrivo;
- iii. Le elettropompe vengono installate all'interno di un impianto di sollevamento esistente e non realizzato ex novo;

Si consiglia di effettuare diversi test di funzionamento delle nuove elettropompe, in funzionamento singolo e in contemporanea, per verificare l'eventuale insorgimento di problematiche relative a vorticosità o cavitazioni. Laddove si verificasse il malfunzionamento delle elettropompe, si consiglia di demolire parzialmente la vasca di afflusso e approfondirla come da quota sopra esposta derivante dai calcoli di sommergenza minima.

5.2 Dimensionamento elettropompe

Per il dimensionamento delle pompe si dovranno prendere in considerazione tre ipotesi di funzionamento, dettate sia dai livelli di monte, determinati dai laghi di Mantova, che dai livelli del fiume Mincio.

Di seguito si presenta la sezione trasversale con indicate le quote di lavoro.



Si presentano quindi n.3 ipotesi di lavoro: 1) Quota innesco sifone, dove la pompa dovrà essere in grado di spingere l'acqua all'interno della tubazione ascendente per poter far fuoriuscire l'aria incamerata all'interno

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

della valvola di disadescamento del sifone, 2) Quota media di progetto, 3) Quota di piena Canale Diversivo; per le quali le altezze geodetiche saranno differenti e vengono valutate secondo il seguente schema:

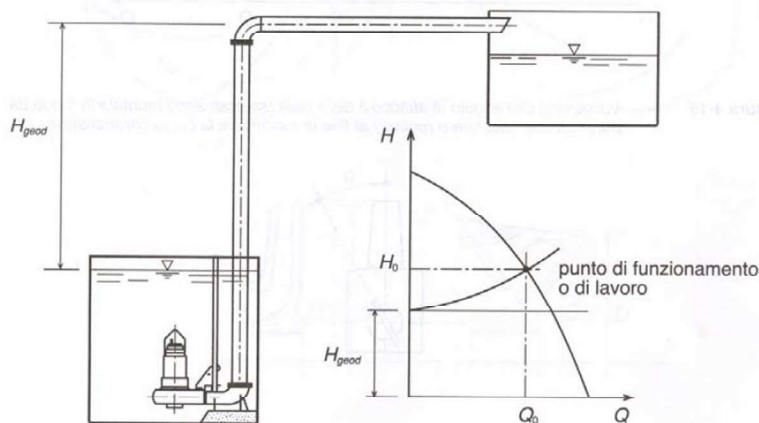


Figura 5-4. Individuazione del punto di funzionamento, intersezione della curva caratteristica dell'impianto con la curva caratteristica della pompa.

1. Livello di attivazione (innescò sifone):

- Quota di attivazione pompe: 15.50 m s.l.m.
- Quota massima da superare quando la valvola di disadescamento sifone è attiva, ovvero la quota di testa del sifone: 23.59 m s.l.m.
- Dislivello geodetico: 8.09 m
- Portata: 1200 l/s
- Lunghezza tubazione di scarico: circa 145 m
- Perdite distribuite e localizzate: 1.09 m

Calcolo idraulico per Piping 1

PIPE MATERIAL: Galvanized steel | NOMINAL PIPE SIZE: DN 900 (914,0x10,0 mm)

NOMINAL PRESSURE: PN 16 | STANDARD: Used piping / Old Pipes

PIPE LENGTH: 143 m | INNER PIPE DIAMETER: 894 mm | PIPE ROUGHNESS: 0,2 mm

Friction loss head: 0,449 m | Flow velocity: 1,912 m/s | Guide

Name	DI (mm)	R (mm)	ε	Zeta value	Quant.	Head loss(m)
Discharge Connection: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0,3	1	0,0558
Elbow: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0,3	1	0,0558
Inlet: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			1	1	0,1863
Non-return valve: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0,9	0	
Outlet: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			1	1	0,1863
Tap: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0,4	0	
Valve: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0,3	1	0,0558
Elbow 45°: DN 900 (914,0x10,0 mm); R: 1788 mm; ε: 45°	894	1788	45	0,1145	4	0,1027
Other:	900			0	0	
Total						3,358

Calculation Results:

Available system NPSH: 10,23 m

Friction loss head: 1,092 m

Static head: 0 m

Total head: 1,092 m

Buttons: Cancel, View PDF, OK

- Prevalenza totale: 9.18 m

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

2. Livello di lavoro (a sifone innescato) con Canale diversivo a quota superiore dei Laghi di Mantova:

- Quota idrica laghi di Mantova: 15.50 m s.l.m.
- Quota idrica nel canale Diversivo: 16.70 m s.l.m.
- Dislivello geodetico: 1.20 m
- Portata: 1800 l/s
- Lunghezza tubazione di scarico: circa 145 m
- Perdite distribuite e localizzate: 2.44 m

The screenshot displays a hydraulic calculation software interface. On the left, a sidebar contains sections for 'CALCULATION TYPE' (with 'LAYOUT & FLOW' selected), 'MEDIUM DATA', and 'AMBIENT CONDITIONS'. Below these is a 3D schematic of a pump and pipe system. The main area is titled 'Piping 1' and contains input fields for 'PIPE MATERIAL' (Galvanized steel), 'NOMINAL PIPE SIZE' (DN 900 (914,0x10,0 mm)), 'NOMINAL PRESSURE' (PN 16), and 'STANDARD' (Used piping / Old Pipes). Below these are fields for 'PIPE LENGTH' (145 m), 'INNER PIPE DIAMETER' (894 mm), and 'PIPE ROUGHNESS' (0.2 mm). Calculated values shown include 'Friction loss head 0.9931 m', 'Flow velocity 2.868 m/s', and 'Guide'. A table lists components with their dimensions, Zeta values, quantities, and head losses. A 'Total' row at the bottom shows a sum of 3.35, 10, and 2.436. On the left, a 'CALCULATION RESULTS' box shows 'Available system NPSH' (10.23 m), 'Friction loss head' (3.436 m), 'Static head' (0 m), and 'Total head' (2.436 m). Buttons for 'Cancel', 'View PDF', and 'OK' are at the bottom left.

Name	DI (mm)	R (mm)	δ	Zeta - value	Quant.	Head loss(m)
Discharge Connection: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.1257
Elbows: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.1257
Inlet: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			1	1	0.4191
Non-return valves : DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.9	0	
Outlet: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			1	1	0.4191
T-piece: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.4	0	
Valve: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.1257
Elbow 45°: DN 900 (914,0x10,0 mm); R: 1788 mm; δ: 45 °	894	1788	45	0.1126	4	0.2272
Other	900				0	
Total		3.35	10			2.436

- Prevalenza totale: 3.64 m

3. Condizioni di lavoro con Canale Diversivo alla massima quota (con sifone innescato):

- Quota idrica Laghi di Mantova: 15.50 m s.l.m.
- Quota idrica nel canale Diversivo: 22.00 m s.l.m.
- Dislivello geodetico: 6.50 m
- Portata: circa 1500 l/s
- Lunghezza tubazione di scarico: circa 145 m
- Perdite distribuite e localizzate: 1.69 m

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

CALCULATION TYPE

LAYOUT & FLOW

LAYOUT: Wet well installati

NATURE OF SYSTEM: single head pt


NUMBER OF PUMPS: 1

FLOW: 1500 l/s

STATIC HEAD: 0 m

MEDIUM DATA

AMBIENT CONDITIONS



CALCULATION RESULTS

Available system NPSH: 10.23 m

Friction loss head: 1.697 m

Static head: 0 m

Total head: 1.697 m

Cancel View PDF OK

Piping 1

PIPE MATERIAL: Galvanized steel NOMINAL PIPE SIZE: DN 900 (914.0x10.0 mm)

NOMINAL PRESSURE: PN 16 STANDARD: Used piping / Old Pipes

PIPE LENGTH: 145 m INNER PIPE DIAMETER: 894 mm PIPE ROUGHNESS: 0.2 mm

Friction loss head 0.6945 m Flow velocity 2.39 m/s

Name	DI (mm)	R (mm)	L	Zeta - value	Quant.	Head loss(m)
Discharge Connection: DN 900 (914.0x10.0 mm)	894			0.3	1	0.08731
Elbow: DN 900 (914.0x10.0 mm)	894			0.3	1	0.08731
Inlet: DN 900 (914.0x10.0 mm)	894			1	1	0.291
Non-return valve: DN 900 (914.0x10.0 mm)	894			0.9	0	
Outlet: DN 900 (914.0x10.0 mm)	894			1	1	0.291
T-piece: DN 900 (914.0x10.0 mm)	894			0.4	0	
Valve: DN 900 (914.0x10.0 mm)	894			0.3	1	0.08731
Elbow 45°: DN 900 (914.0x10.0 mm); R: 1788 mm; L: 45°	894	1788	45	0.1134	4	0.1389
Other	900				0	
Total						3.354 10 1.697

+ Add Fittings

Total

- Prevalenza totale: 8.19 m

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

6. SCELTA DELL'ELETTROPOMPA

In ottica di aumentare il più possibile la portata di ogni singola elettropompa, considerata la sostituzione di 3 pompe su 38 presenti, AIPo ha scelto quale possibile produttore la ditta Sulzer al fine di valutare già in fase di progettazione la miglior pompa da installare.

Il costruttore ha quindi innanzitutto dimensionato la cella di aspirazione per una elettropompa con bocca di aspirazione DN 1200, pertanto maggiorata rispetto a quella derivante dai calcoli empirici su esposti, e in grado di convogliare portate maggiori, che si presenta nella figura sottostante. Le dimensioni della cella di aspirazione sotto riportate sono riferite ad una elettropompa convogliante portate nell'ordine di $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$.

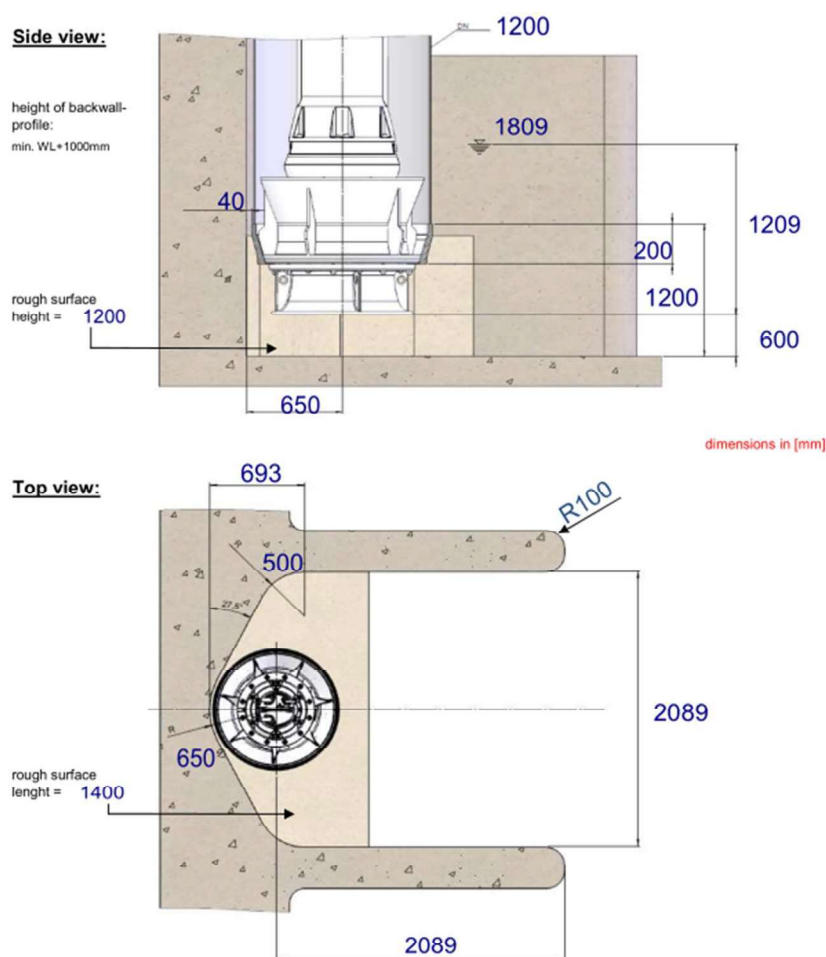


Figura 6-1. Dimensionamento cella di aspirazione secondo costruttore.

Come è possibile verificare dalla sezione della cella di aspirazione sopraesposta, l'altezza di sommersione, seppur leggermente superiore all'altezza di sommersione che si avrebbe per la quota dei Laghi di Mantova pari a 15.50 m s.l.m., è compatibile con quella di progetto.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

Quindi si è proceduto a ipotizzare delle condizioni di lavoro per questa configurazione:

1. Condizioni di lavoro per l'innescò del sifone:

- Quota di attivazione pompe: 15.50 m s.l.m.
- Quota idrica di attivazione sifone: 23.59 m s.l.m.
- Dislivello geodetico: 8.09 m
- Portata: circa 1500 l/s
- Lunghezza tubazione di scarico: circa 145 m
- Perdite distribuite e localizzate: 1.45 m

The screenshot displays a hydraulic calculation software interface. On the left, a sidebar contains sections for 'CALCULATION TYPE' (LAYOUT & FLOW), 'MEDIUM DATA', and 'AMBIENT CONDITIONS'. The 'LAYOUT & FLOW' section is active, showing input fields for 'Wet well installation', 'Single head pipe', '1' pump, '1500 l/s' flow, and '0 m' static head. Below this is a 3D schematic of a well and piping system. The main area, titled 'Piping 1', shows input fields for 'PIPE MATERIAL' (Galvanized steel), 'NOMINAL PIPE SIZE' (DN 900 (914,0x10,0 mm)), 'NOMINAL PRESSURE' (PN 16), and 'STANDARD' (Used piping / Old Pipes). It also includes fields for 'PIPE LENGTH' (145 m), 'INNER PIPE DIAMETER' (894 mm), and 'PIPE ROUGHNESS' (0.2 mm). Below these fields, a table lists the components of the piping system and their associated head losses.

Name	Di (mm)	R (mm)	δ	Zeta - value	Quant.	Head loss(m)
Discharge Connection: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.08731
Elbows: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.08731
Outlet: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			1	1	0.291
Valve: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.08731
Inlet, rounded	1050			0.25	1	0.03824
Inlet	900			1	0	
Elbow 45°: DN 900 (914,0x10,0 mm), R: 1780 mm, δ: 45°	894	1788	45	0.1134	4	0.1269
Non-return valves	900			0.9	0	
Total	DN 900			2.604	10	1.445

At the bottom left, a 'CALCULATION RESULTS' section shows: Available system NPSH: 10.25 m, Friction loss head: 1.445 m, Static head: 0 m, Total head: 1.445 m. At the bottom right, a 'Total' row shows: 0, 0, 0.

- Prevalenza totale: 9.54 m

2. Livello di lavoro (a sifone innescato) con Canale diversivo a quota superiore dei Laghi di Mantova:

- Quota idrica laghi di Mantova: 15.50 m s.l.m.
- Quota idrica nel canale Diversivo: 16.70 m s.l.m.
- Dislivello geodetico: 1.20 m
- Portata: 2400 l/s
- Lunghezza tubazione di scarico: circa 145 m
- Perdite distribuite e localizzate: 3.66 m

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

CALCULATION TYPE

LAYOUT & FLOW

LAYOUT: Wet well installed

NATURE OF SYSTEM: Single head p.

NUMBER OF PUMPS: 1

FLOW: 2400 l/s

STATIC HEAD: 0 m

MEDIUM DATA

AMBIENT CONDITIONS

CALCULATION RESULTS

Available system NPSH	10.25	m
Friction loss head	3.663	m
Static head	0	m
Total head	3.663	m

Cancel View PDF OK

Piping 1

PIPE MATERIAL: Galvanized steel NOMINAL PIPE SIZE: DN 900 (914,0x10,0 mm)

NOMINAL PRESSURE: PN 16 STANDARD: Used piping / Old Pipes

PIPE LENGTH: 145 m INNER PIPE DIAMETER: 894 mm PIPE ROUGHNESS: 0.2 mm

Friction loss head 1.749 m Flow velocity 3.823 m/s Guide

Name	DI (mm)	R (mm)	δ	Zeta - value	Quant.	Head loss(m)
Discharge Connection: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.2235
Elbow: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.2235
Outlet: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			1	1	0.7451
Valve: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.2235
Inlet, rounded	1050			0.25	1	0.09789
Inlet	900			1	0	
Elbow 45°: DN 900 (914,0x10,0 mm); R: 1788 mm; δ: 45 °	894	1788	45	0.1116	4	0.4003
Non-return valves	900			0.9	0	
Total	ann			2.868	10	3.663

+ Add Fittings

Total

- **Prevalenza totale: 4.86 m**

3. Condizioni di lavoro con Canale Diversivo alla massima quota (con sifone innescato):

- Quota idrica Laghi di Mantova: 15.50 m s.l.m.
- Quota idrica nel canale Diversivo: 22.00 m s.l.m.
- Dislivello geodetico: 6.50 m
- Portata: circa 1800 l/s
- Lunghezza tubazione di scarico: circa 145 m
- Perdite distribuite e localizzate: 2.07 m

CALCULATION TYPE

LAYOUT & FLOW

LAYOUT: Wet well installed

NATURE OF SYSTEM: Single head p.

NUMBER OF PUMPS: 1

FLOW: 1800 l/s

STATIC HEAD: 0 m

MEDIUM DATA

AMBIENT CONDITIONS

CALCULATION RESULTS

Available system NPSH	10.25	m
Friction loss head	2.072	m
Static head	0	m
Total head	2.072	m

Cancel View PDF OK

Piping 1

PIPE MATERIAL: Galvanized steel NOMINAL PIPE SIZE: DN 900 (914,0x10,0 mm)

NOMINAL PRESSURE: PN 16 STANDARD: Used piping / Old Pipes

PIPE LENGTH: 145 m INNER PIPE DIAMETER: 894 mm PIPE ROUGHNESS: 0.2 mm

Friction loss head 0.9931 m Flow velocity 2.868 m/s Guide

Name	DI (mm)	R (mm)	δ	Zeta - value	Quant.	Head loss(m)
Discharge Connection: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.1257
Elbow: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.1257
Outlet: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			1	1	0.4191
Valve: DN 900 (914,0x10,0 mm)	894			0.3	1	0.1257
Inlet, rounded	1050			0.25	1	0.05504
Inlet	900			1	0	
Elbow 45°: DN 900 (914,0x10,0 mm); R: 1788 mm; δ: 45 °	894	1788	45	0.1126	4	0.2272
Non-return valves	900			0.9	0	
Total	ann			2.6	10	2.072

+ Add Fittings

Total

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

- **Prevalenza totale: 8.57 m**

Si riporta di seguito la curva caratteristica della pompa scelta tipo SULZER VUPX1002 50 HZ.

VUPX1002 50 HZ

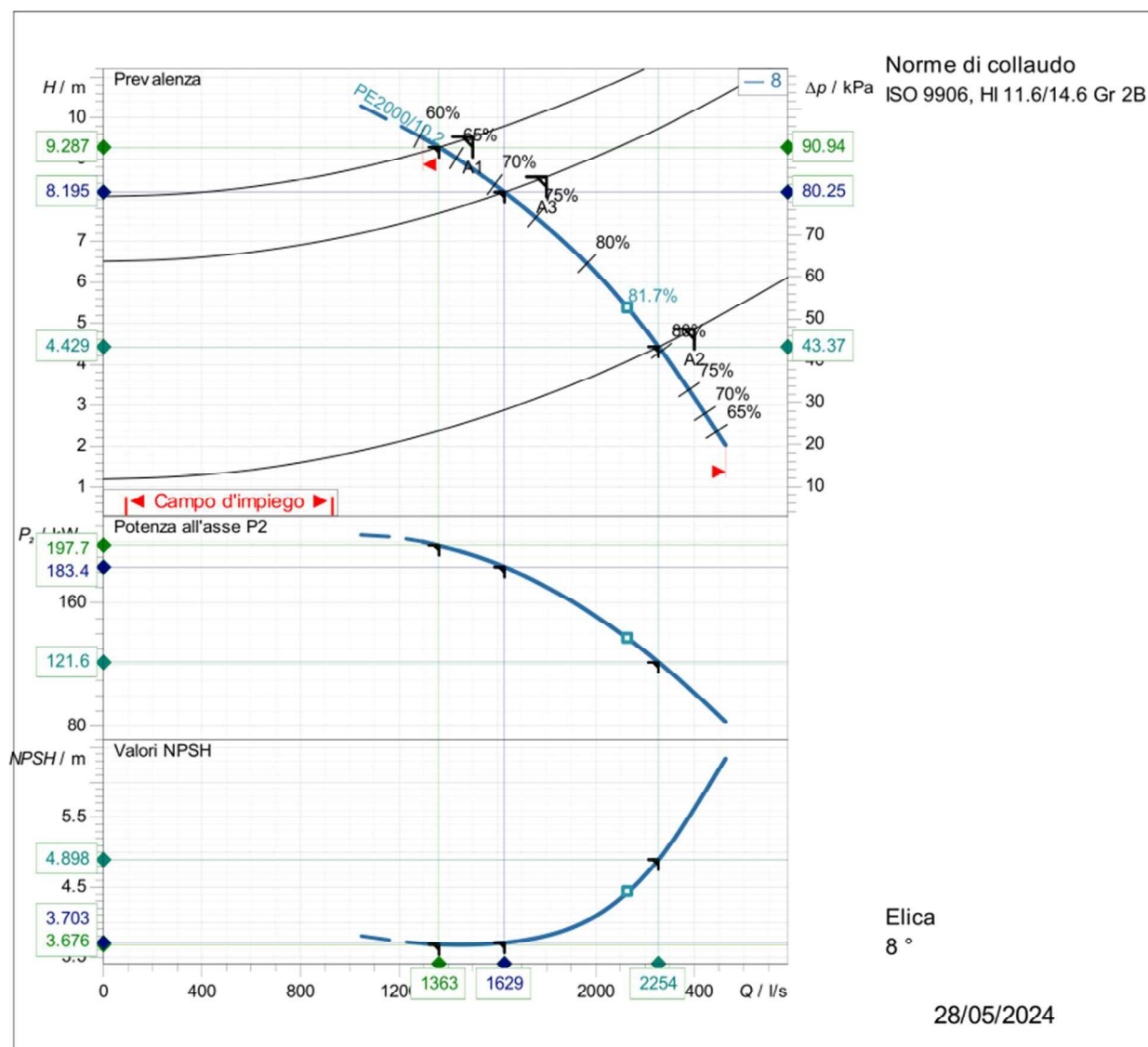


Figura 6-2. Identificazione curva caratteristica con i tre punti di lavoro della elettropompa tipo SULZER VUPX1002 50 HZ.

(MN-E-1214) Interventi di adeguamento dell'impianto di sollevamento di Valdaro (nodo di Formigosa) in Comune di Mantova.

CUP: B62B23001040002

Relazione idraulica

Maggio 2024

Relazione idraulica.docx

7. CONCLUSIONI

Visti i capitoli precedenti, si possono riassumere i seguenti concetti:

- L'impianto di sollevamento di Valdaro è costituito da n.38 pompe ad aspirazione a motore endotermico;
- Il presente progetto prevede la sostituzione di n.3 pompe con elettropompe sommergibili e di alcune opere accessorie;
- Le elettropompe sommergibili dovranno essere compatibili con la configurazione dei luoghi, ovvero della vasca di accumulo dell'acqua e dei livelli idrici dei laghi di Mantova, che non garantiscono alte quote di sommergezza;
- Per migliorare il funzionamento delle elettropompe sommergibili di nuova installazione, il presente progetto prevede la realizzazione di celle di aspirazione da realizzare secondo i dimensionamenti riportati nei paragrafi precedenti. Sarà onere della ditta installatrice verificare e dimensionare in fase costruttiva le celle di aspirazione in base alle elettropompe che verranno effettivamente posate.
- Si consiglia inoltre di eseguire prima la sostituzione di una elettropompa al fine di verificarne il corretto funzionamento e successivamente fornire le successive due.