

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J47109000030009

U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI - ROGOREDO – PIEVE EMANUELE

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTI SOLLEVAMENTO ACQUE SOTTOPASSI

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

N M 0 Z 1 0 D 1 7 R O I T 0 1 0 2 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Santi	Nov. 2018	L. Adamo	Nov. 2018	S. Borelli	Nov. 2018	A. Falaschi Nov. 2018

ITALFERR
U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI
E TECNOLOGICI
Dot. Ing. ALFREDO FALASCHI
Ordine Ingegneri di Viterbo
663

File: NM0Z10D17ROIT0102001A

n. Elab.:

INDICE

1.	GENERALITÀ.....	3
1.1	PREMESSA.....	3
1.2	OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	3
1.3	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	3
1.4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	4
2.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	6
2.1	ESTENSIONE DELL'IMPIANTO	6
2.2	CARATTERISTICHE E CONSISTENZA DELL'IMPIANTO	6
2.3	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	9
2.4	DIMENSIONAMENTO IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO.....	11
2.5	DESCRIZIONE DELL'AUTOMATISMO DELLE POMPE	12

1. GENERALITÀ

1.1 Premessa

Il presente documento ha per oggetto la descrizione dell'impianto di sollevamento acque per i sottopassi delle fermate e stazioni della Fase funzionale 1 della tratta Milano Rogoredo – Pavia, relativa alla tratta Milano Rogoredo – Pieve Emanuele, e comprendente gli impianti a servizio delle seguenti fermate / stazioni:

- Fermata Locate Triulzi
- Stazione Pieve Emanuele
- Fermata Villamaggiore
- Fermata Certosa

L'elaborato è rappresentativo del solo impianto di sollevamento acque, per gli altri impianti e per gli aspetti architettonici e strutturali si rimanda ai relativi specifici elaborati.

1.2 Oggetto dell'intervento

Le opere oggetto del seguente intervento comprendono la realizzazione degli impianti meccanici costituiti sostanzialmente da:

- Impianti di sollevamento acque fermata Locate Triulzi: PK 8+170 e 8+254;
- Impianti di sollevamento acque stazione Pieve Emanuele: PK 10+827;
- Impianti di sollevamento acque fermata Villamaggiore: PK 13+190;
- Impianti di sollevamento acque fermata Certosa: PK 20+910 e 20+950.

1.3 Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dall'economicità di gestione.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;

- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell’ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

1.4 Normative di riferimento

Gli impianti meccanici nel loro complesso e nei singoli componenti saranno forniti ed installati in conformità a tutte le Norme di buona tecnica vigenti ed in particolare:

- UNI EN 12050-2 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Impianti di sollevamento per acque reflue prive di materiale fecale;
- UNI EN 12050-4 Impianti di sollevamento delle acque reflue per edifici e cantieri – Principi per costruzione e prove – Valvole di non ritorno per acque reflue prive di materiale fecale e per acque reflue contenenti materiale fecale;
- UNI EN 12056-4 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici – Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo;
- ASTM A240/A240M – 12a Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel
- Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications;
- UNI EN 1074-3 Valvole per la fornitura di acqua – Requisiti di attitudine all’impiego e prove di verifica idonee – Valvole di ritegno;
- UNI EN 1092-2 Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa;
- UNI EN 12266-1 Valvole industriali - Prove di valvole metalliche - Prove in pressione, procedimenti di prova e criteri di accettazione - Requisiti obbligatori;

- CEI EN 60228 - Class. CEI 20-29 Conduttori per cavi isolati;
- CEI 20-19/4 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V – Cavi flessibili;
- Decreto Legislativo n. 81 del 09 aprile 2008: “Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (V.V.F., ASL, ISPESL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

2. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

2.1 Estensione dell'impianto

Le opere comprese nel presente intervento sono costituite, essenzialmente, dai seguenti gruppi di sollevamento:

FV01	Fermata Locate Triulzi	PK 8+170	2 elettropompe sommergibili +1 di riserva
FV01	Fermata Locate Triulzi	PK 8+254	2 elettropompe sommergibili +1 di riserva
FV02	Stazione Pieve Emanuele	PK 10+827	2 elettropompe sommergibili +1 di riserva
FV03	Fermata Villamaggiore	PK 13+190	2 elettropompe sommergibili +1 di riserva
FV04	Fermata Certosa Pavia	PK 20+910	2 elettropompe sommergibili +1 di riserva
FV04	Fermata Certosa Pavia	PK 20+950	2 elettropompe sommergibili +1 di riserva

Il dimensionamento descritto nei paragrafi seguenti è valido per tutti i gruppi sopra elencati.

2.2 Caratteristiche e consistenza dell'impianto

La funzione dell'impianto sarà quella di impedire l'allagamento del sottopasso. Gli impianti di sollevamento provvederanno a smaltire le portate idrauliche verso il punto di recapito così come indicato nella relazione idraulica (non oggetto del presente progetto impiantistico).

Ogni impianto di sollevamento (elencato in tabella) sarà costituito da un sistema di elettropompe sommergibili, di cui una sempre di riserva, installate all'interno della vasca in opera civile (non oggetto dell'impiantistica meccanica), in cui verranno convogliate le acque provenienti dai diversi punti di raccolta.

Sollevamento	PK Sollevamento	Portata singola [l/s]	progetto pompa	n° pompe	Prevalenza [m]
FV01	8+170	26		2+1	7.7
FV01	8+254	26		2+1	7.7
FV02	10+827	26		2+1	7.7
FV03	13+190	26		2+1	7.7
FV04	20+910	26		2+1	7.7
FV04	20+950	26		2+1	7.7

Le pompe non direttamente accessibili saranno dotate di catene per il sollevamento in caso di manutenzione e di dispositivo di sgancio rapido del gruppo pompa dalla tubazione di mandata.

Le tubazioni di mandata saranno in acciaio zincato e saranno corredate di idonei staffaggi, valvole di ritegno e di intercettazione.

Il quadro elettrico di comando e controllo delle pompe, sarà in grado di garantirne anche un'opportuna rotazione di funzionamento delle stesse, potrà remotizzare gli interruttori e controlli del quadro stesso oltre che gli stati ed allarmi delle pompe.

La remotizzazione degli allarmi degli impianti di sollevamento a servizio delle viabilità avverrà mediante rete dati (non oggetto degli impianti meccanici).

Per contenere la corrente di spunto delle pompe, sarà previsto l'avvio mediante inverter.

Le elettropompe, installate all'interno della vasca, saranno attivate per mezzo di un sistema di sonde di livello gestite in automatico dal quadro elettrico di comando e controllo. Il sistema di sonde di livello prevede i galleggianti che segnalano i livelli in ordine crescente. Di seguito si esplicitano i livelli nel caso esemplificativo del gruppo composto da 2 pompe (senza considerare la pompa di riserva):

- Livello fermo pompe – comanda l'arresto delle pompe (denominato livello Loff): rappresenta l'altezza minima delle acque nere che deve essere raggiunta per garantire l'adescamento ed il corretto funzionamento della pompa.
- Livello di attivazione della pompa 1 (denominato livello L1): tale livello rappresenta la soglia di attivazione della prima pompa prevista in funzione.
- Livello massimo coincidente con l'attivazione della pompa 2 (denominato livello L2): tale livello rappresenta la soglia di attivazione della pompa 2.

- Livello massimo coincidente con l'attivazione della pompa 3 (denominato livello L3): tale livello rappresenta la soglia di attivazione della pompa 3 e rappresenta un livello che non dovrebbe mai essere raggiunto dal momento che già il precedente livello L2 è rappresentativo delle condizioni di funzionamento nominale delle pompe.
- Livello di allarme allagamento (denominato livello L4): tale livello, ridonato, coincide con la soglia al quale verrà trasmesso l'allarme.

Le vasche avranno le seguenti dimensioni: 4.8 m²

I livelli sopra elencati sono determinati sulla base del volume utile richiesto per il corretto esercizio delle elettropompe, il quale è funzione della portata nominale smaltibile dalla pompa Qp (mc/h), del numero di avviamenti / ora zp supportabile dal motore elettrico e, avendo assunto un funzionamento con rotazione ciclica logica, del numero np delle pompe installate. Il volume utile è definito come segue:

$$V = Qp / (4 * np * zp)$$

Sulla base della definizione del volume utile sopra indicato, si derivano i seguenti livelli di attivazione, partendo dal livello minimo di arresto (Loff) pari a 0.60 m dal fondo della vasca di accumulo, considerando che la vasca dovrebbe presentare un'altezza tale da garantire almeno un livello di liquido che vada a coprire il volume utile relativo ad un'unica pompa.

	FV01, FV02, FV03, FV04 [m]
Loff	0,60
L1	0,88
L2	1,16
L3	1,44
L4 allarme	1,73

L'individuazione dell'altezza Loff è stata effettuata al fine di consentire alle pompe di rimanere sempre sommerse nel liquido così da poter disperdere calore dal motore elettrico (e quindi raffreddarsi in modo corretto) e di mantenere, sopra la carcassa della girante, quell'altezza liquida minima che permetta alla pompa di non cavitare e di non risentire dei vortici in superficie.

2.3 Criteri di dimensionamento

Per il calcolo delle perdite si è utilizzata di carico viene effettuato applicando la formula di Hazen-Williams:

$$(1) \quad p = \frac{6.05 \cdot 10^7 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.87}} \quad \left[\frac{kPa}{m} \right]$$

dove:

p è la perdita di carico unitaria [kPa/m],

Q è la portata d'acqua [l/min],

d è il diametro interno medio della tubazione [mm],

C è una costante il cui valore dipende dal materiale dei tubi e che per i tubi in acciaio vale 120.

Per il calcolo delle perdite di carico localizzate vengono valutati i valori di "lunghezza equivalente" riportati nel seguente prospetto:

Tipo di accessorio	DN											
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Lunghezza di tubazione equivalente [m]												
Curva a 45°	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	1.2	1.5	2.1	2.7	3.3	3.9
Curva a 90°	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	3.0	3.6	4.2	5.4	6.6	8.1
Curva a 90° a largo raggio	0.6	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	2.7	3.9	4.8	5.4
Ti o raccordo a croce	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	15.0	18.0
Saracinesca	-	-	-	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
Valvola di non-ritorno	1.5	2.1	2.7	3.3	4.2	4.8	6.6	8.3	10.4	13.5	16.5	19.5

Ogni sistema di pompaggio è controllato da un quadro elettrico di gestione che mediante un sistema di controllo sarà in grado di:

- segnalare lo stato di marcia/arresto/guasto;
- segnalare la richiesta di avviamento;
- segnalare il mancato avviamento;
- segnalare il funzionamento manuale/automatico;
- gestire il funzionamento alternato delle pompe;
- gestire il funzionamento occasionale nel caso di interventi di pulizia;
- gestire allarmi generici o anomalie di pompe;
- gestire i galleggianti di livello;
- memorizzare il tempo totale di funzionamento e il numero di avviamenti di ciascuna pompa;
- calcolo e registrazione delle portate di ingresso e uscita.

2.4 Dimensionamento impianti di sollevamento

Il dimensionamento seguente si applica a tutti gli impianti di sollevamento di fermata / stazione sopra elencati.

La portata complessiva da smaltire è di 26 l/s, mentre la prevalenza complessiva si determina dalla somma tra la differenza di quota tra il pozzetto di raccolta ed il pozzetto di recapito e le perdite di carico proprie della condotta in pressione.

Il gruppo di pompaggio ipotizzato è costituito da 3 pompe di uguale caratteristica di cui una di riserva in caso di guasto.

Ogni pompa convoglierà l'acqua prelevata dalla vasca fino al collettore mediante tubazione DN 65.

Ogni pompa avrà una portata di 15 l/s mentre la prevalenza totale è pari a 7.7 m.

Si assume una superficie del serbatoio pari a 4.8 m².

Le elettropompe sommergibili saranno adatte per il convogliamento di acque piovane anche con presenza di sabbia o materiale in sospensione e saranno del tipo con girante multicanale chiusa.

Le caratteristiche di ogni pompa sono le seguenti:

- portata 15 l/s
- prevalenza utile 7.7 m c.a.
- potenza elettrica motore 2.2 kW (400 V, 50 Hz)

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI - ROGOREDO – PIEVE EMANUELE					
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI SOLLEVAMENTO ACQUE SOTTOPASSI	COMMESSA NMOZ	LOTTO 10	CODIFICA D17RO	DOCUMENTO IT 01 02 001	REV. A

2.5 Descrizione dell'automatismo delle pompe

L'impianto di sollevamento sarà gestito mediante un quadro di comando e controllo, con annesso PLC, installato all'interno del locale gruppo di pompaggio. Gli elementi costitutivi dell'impianto saranno:

- Tre pompe di sollevamento sommergibili specificamente progettate per il sollevamento di acque meteoriche cariche;
- Un trasduttore piezometrico per la misura dei vari livelli di attivazione delle pompe;
- Un interruttore a galleggiante per il livello di arresto;
- Un interruttore a galleggiante per il livello di allarme;
- Comando di avviamento in emergenza con selettore in posizione manuale;
- Selettore a quadro automatico/o/manuale per attivazione del ciclo di sollevamento della pompa 1;
- Selettore a quadro automatico/o/manuale per attivazione del ciclo di sollevamento della pompa 2;
- Selettore a quadro automatico/o/manuale per attivazione del ciclo di sollevamento della pompa 3;
- PLC con tastiera per il pannello operatore di visualizzazione allarme e misure.

I due interruttori a galleggiante saranno collegati agli ingressi digitali del PLC per consentire l'alimentazione e la gestione delle pompe nelle condizioni di funzionamento in emergenza.

La gestione dei livelli di accumulo nella vasca sarà implementata mediante la sonda piezometrica, con segnale analogico variabile tra 4 e 20 mA, connessa con il PLC per la configurazione delle soglie d'intervento per la marcia e l'arresto delle pompe. Per evitare errori di rilevazione causati da moti turbolenti all'interno della vasca, la sonda sarà installata all'interno di una "camera di calma" realizzata con tubazioni in PVC DN200. L'impianto di sollevamento progettato prevede l'installazione di tre pompe, di cui una con funzione di riserva, con la seguente impostazione delle soglie:

Livello Loff: Arresto pompe;

Livello L1: Avviamento pompa 1;

Livello L2: Avviamento pompa 2;

Livello L3: Avviamento pompa 3;

Livello L4: Allarme.

È stato previsto un gruppo di sollevamento costituito da 2 elettropompe più una di riserva al fine di consentire migliori economie di gestione dell'impianto: dal momento che, infatti, nella maggior parte dei casi la portata da smaltire sarà sensibilmente inferiore a quello di dimensionamento, con la soluzione adottata viene ridotto il numero totale di avviamenti/annui delle pompe.

Il PLC sarà programmato con una logica di funzionamento di tipo ciclico e, pertanto, ad ogni avviamento successivo il sistema di comando e controllo provvederà a ruotare l'ordine di marcia delle pompe. In caso di disfunzionamento di un'elettropompa, il PLC provvederà in automatico all'avviamento della pompa successiva e, mediante l'invio di un sms e/o segnale di allarme mediante collegamenti diretti basati su protocolli di comunicazione non proprietari, provvederà a segnalare il guasto alle squadre di emergenza. L'impianto di sollevamento è progettato per funzionare con 2 pompe attivate contemporaneamente. Pertanto, il livello della vasca non dovrebbe mai pervenire a quota L3 e, qualora l'evento dovesse manifestarsi, il PLC comanderà l'avvio anche della pompa di riserva. Al raggiungimento della soglia L4 il PLC, mediante il quadro di allarme, invierà una segnalazione alle squadre di emergenza; in particolare, al raggiungimento di tale livello il PLC comanderà l'attivazione del colore rosso all'impianto semaforico degli imbocchi per indicazione di interdizione al sottovia.

Il PLC provvederà all'avvio in modo diretto delle pompe; nelle logiche di automazione del PLC sarà prevista anche la funzione di svuotamento completo della vasca pompe (fino al livello di minimo adescamento) con frequenza impostabile (giornaliera/settimanale). Per realizzare tale logica, il PLC consentirà l'attivazione delle pompe oltre la soglia d'intervento del sensore a galleggiante per l'arresto mediante rilevazione proveniente dal sensore piezometrico (in alternativa l'arresto potrà essere attuato sulla base della soglia di minimo assorbimento di corrente). Tale accorgimento consentirà di evitare che l'acqua stagnante diventi maleodorante o che possano formarsi dei sedimenti sul fondo della vasca.

Nel PLC sarà anche prevista una funzione di anti grippaggio tale da consentire, con frequenza impostabile, un'attivazione temporanea delle pompe per alcuni secondi. Tale logica permetterà, nei

periodi estivi di afflusso esiguo o inesistente, di limitare gli intervalli di inattività con possibili blocchi della girante.

Il quadro di comando e controllo sarà provvisto di sistema di telegestione mediante interfaccia seriale RS422/485 con protocollo Modbus RTU e modem GPRS integrato e gestirà i seguenti allarmi/controlli:

- Disfunzione centralina gestione pompe (un ingresso per ogni pompa) – invio segnalazione;
- Mancanza Energia Elettrica - invio segnalazione;
- Intervento interruttore generale – invio segnalazione;
- Intervento protezione termica avvolgimenti Pompa 1 – invio segnalazione;
- Intervento protezione termica avvolgimenti Pompa 2 – invio segnalazione;
- Intervento protezione termica avvolgimenti Pompa 3 – invio segnalazione;
- Intervento sonda di rilevamento acqua nella camera olio Pompa 1 – invio segnalazione;
- Intervento sonda di rilevamento acqua nella camera olio Pompa 2 – invio segnalazione;
- Intervento sonda di rilevamento acqua nella camera olio Pompa 3 – invio segnalazione;
- Interruttore pompa 1 in posizione automatica/manuale – Pompa 1 in ciclo di sollevamento automatico;
- Interruttore pompa 2 in posizione automatica/manuale – Pompa 2 in ciclo di sollevamento automatico;
- Interruttore pompa 3 in posizione automatica/manuale – Pompa 3 in ciclo di sollevamento automatico;
- Raggiungimento livello di emergenza L3 – invio segnalazione;
- Raggiungimento livello di allarme L4 – invio segnalazione;
- Misura Livelli vasca mediante sensori piezometrici;
- Esclusione/reset degli allarmi;
- Interfaccia con impianto semaforico.