

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
INTERFERENZE IDRAULICHE ED OPERE IDRAULICHE
STAZIONE DI POMPAGGIO ALLA PK 4+499,38
GENERALE
Relazione tecnica generale e idraulica**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI	SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ingeg. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli Ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Ottobre 2021	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data: Ottobre 2021		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

I N 1 7 1 2 E I 2 R O I N 1 0 0 0 0 0 1 A - - - P - - -

VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
Firma	Data
Luca RANDOLFI	Ottobre 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	verificato	Data	Approvato	Data
A	EMISSIONE	E. Giorgetti	29/10/21	L. Alfieri	29/10/21	P. Galvanin	29/10/21



CIG. 8377957CD1 CUP: J41E91000000009 File: IN1712EI2ROIN1000001A.DOCX
Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 2 di 20</p>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 20

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	7
5	SISTEMA DI LAMINAZIONE.....	12
5.1	Dimensionamento della vasca di laminazione	12
6	VERIFICHE IDRAULICHE IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO.....	14
6.1	Portata in ingresso.....	14
6.2	Volume stop due ore.....	14
6.3	Vasca di aspirazione.....	14
6.4	Macchine idrauliche	15
6.5	Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento	18
6.6	Dotazioni impiantistiche	19

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 20

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere e le verifiche idrauliche previste per la stazione di pompaggio alla pk 4+499,38 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

La vasca di laminazione e sollevamento in questione è realizzata a servizio del sistema di smaltimento della WBS TR00 - TRINCEE DI APPROCCIO ALLA GALLERIA ARTIFICIALE S. MARTINO tra le pk 4+050.00 e 4+503.1 tra le pk 4+050.0 e 4+503.1 all'interno dei tratti TR01 e TR02. Il recapito ultimo delle acque meteoriche a valle del sollevamento è rappresentato dall'IN09 - SIFONE A DOPPIA CANNA RETTANGOLARE 3X2 E CIRCOLARE Φ 1500 ALLA PK 4+483,73 che si trova in stretto affiancamento alla vasca.

La vasca è stata progettata in modo tale da laminare la portata meteorica e restituirla al reticolo idrografico esistente conformemente al limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vignete (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

Per il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque con recapito nella vasca oggetto della presente relazione si faccia riferimento all'elaborato IN1711EI2RITR0006001A.

Di seguito si descrivono le scelte progettuali adottate in reazione alle prescrizioni CIPE, nonché alle istruttorie svolte dall'Alta Sorveglianza sul progetto stesso e le modalità di verifica idraulica delle stesse.

Per quanto riguarda le difformità rispetto al progetto definitivo di rimanda all'elaborato di confronto PD/PE.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 20

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

IN1712EI2EEIN1000001A	ELENCO ELABORATI
IN1712EI2ROIN1000001A	RELAZIONE TECNICA GENERALE E IDRAULICA
IN1712EI2ROIN1000002A	RELAZIONE DI CONFRONTO PD/PE
IN1712EI2PZIN1000001A	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO, SEZIONI E DETTAGLI
IN1712EI2PAIN1000001A	VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO - CARPENTERIA - TAV.1
IN1712EI2PBIN1000001A	VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO - CARPENTERIA - TAV.2
IN1712EI2PZIN1000002A	FABBRICATO IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO - CARPENTERIA
IN1712EI2BZIN1000001A	VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO - ARMATURA - TAV.1
IN1712EI2BZIN1000002A	VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO - ARMATURA - TAV.2
IN1712EI2BZIN1000003A	VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO - ARMATURA - TAV.3
IN1712EI2BZIN1000003A	FABBRICATO IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO - ARMATURA
IN1712EI2PZIN1009001A	FABBRICATO IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO - PIANTE E PROSPETTI
ARCHITETTONICI	
IN1712EI2BZIN1009001A	VASCA DI LAMINAZIONE E SOLLEVAMENTO - PARTICOLARI
COSTRUTTIVI	
IN1712EI2CLIN1000001A	RELAZIONE DI CALCOLO
IN1712EI2PZIN100X001A	IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE DEL FABBRICATO IMPIANTO DI
SOLLEVAMENTO	
IN1712EI2PZIN100X002A	DISTRIBUZIONE CAVIDOTTI ENERGIA ELETTRICA - PIAZZOLA
IN1712EI26AIN100X001A	QUADRO GENERALE UTENZE - STAZIONE DI POMPAGGIO
IN1712EI2RHIN100X001A	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI
IN1712EI24RIN100X001A	RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO E ILLUMINOTECNICO
IN1712EI2RHIN100X002A	VALUTAZIONE SULLA NECESSITÀ DI PROTEZIONE DA SCARICHE
ELETTRICHE	
IN1712EI2ROTR0000001A	Relazione generale
IN1712EI2RITR0004001A	Relazione idraulica smaltimento acque
IN1712EI2PZTR0004001A	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 1
IN1712EI2PZTR0004002A	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 2
IN1712EI2PZTR0004003A	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 3

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 20

IN1712EI2PZTR0004004A	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 4
IN1712EI2PZTR0004005A	Planimetria idraulica e sezioni - TAV. 5
IN1712EI2BZTR0004001A	Dettagli idraulici
IN1712EI2WZTR0000001A	Sezioni tipo e dettagli

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152, "*Norme in materia ambientale*"
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, "*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*"
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/1974
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto DGRV 6 ottobre 2009 n. 2948, "*Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici*" e in particolare l'Allegato A, "*Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione di nuovi strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche*".
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili RFI (Ed. 2017)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 20

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere in progetto per la presente WBS prevedono la realizzazione di una vasca di laminazione delle acque di piattaforma raccolte dal sistema di drenaggio per il tratto di trincea tra muri tra le pk 4+050.00 e 4+503.1, del relativo impianto di sollevamento, delle opere di aspirazione e mandata ad esso connesse, e del fabbricato per l'alloggiamento dei quadri elettrici.

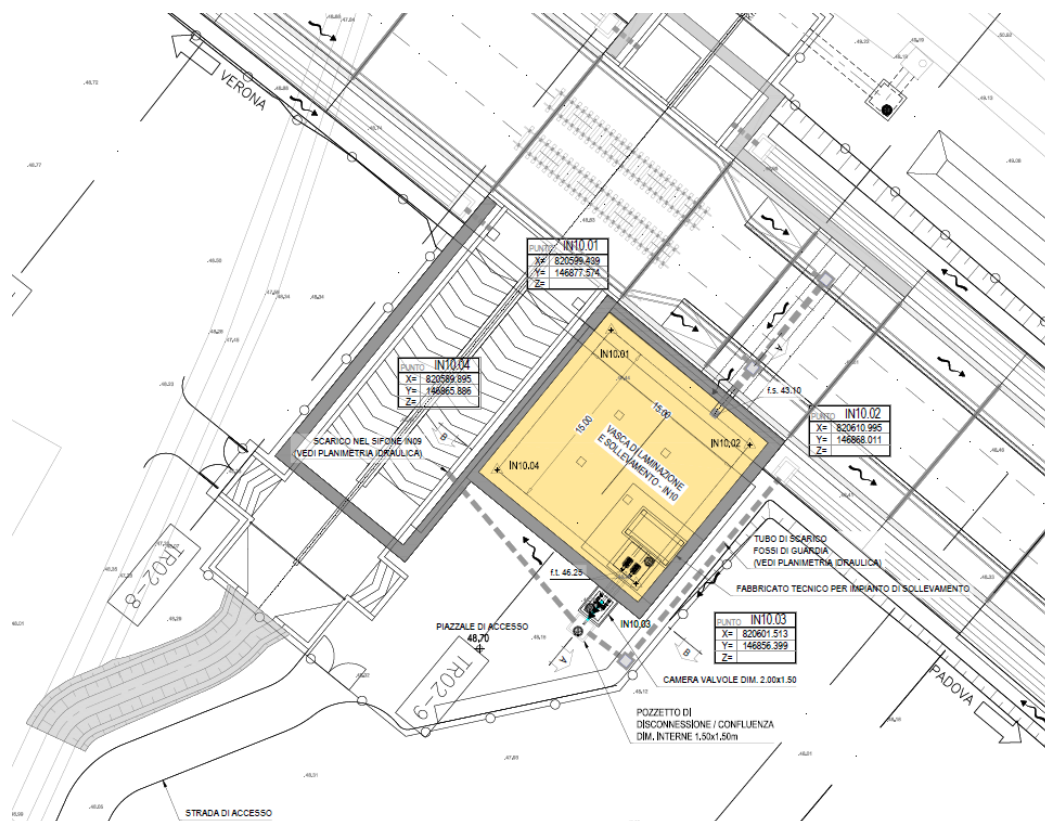


Figura 1 – Planimetria di inquadramento IN10

Il sistema di drenaggio della trincea prevede la raccolta delle acque meteoriche tramite canalette rettangolari prefabbricate in cls dotate di copertura grigliata classe C250; tali canalette scaricano la portata nella vasca di laminazione e sollevamento della WBS oggetto della presente relazione per mezzo di collettori in PVC De500/De630 e pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni 0.80x0.80 - 1.00x1.00 m, come illustrato nella seguente immagine.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 8 di 20</p>



Figura 2 – Sezione di scarico della linea nella vasca di laminazione e sollevamento

La vasca di laminazione e sollevamento in oggetto sarà collocata in adiacenza al muro della trincea lato b.p. in stretto affiancamento al sifone IN09. La vasca presenta un'area di base pari a circa 225 m² per un'altezza utile di 3 m. Il volume di invaso disponibile per la laminazione risulta pari a circa 675 m³.

Nelle immagini seguenti sono illustrate la pianta e la sezione della vasca di laminazione e sollevamento in oggetto.

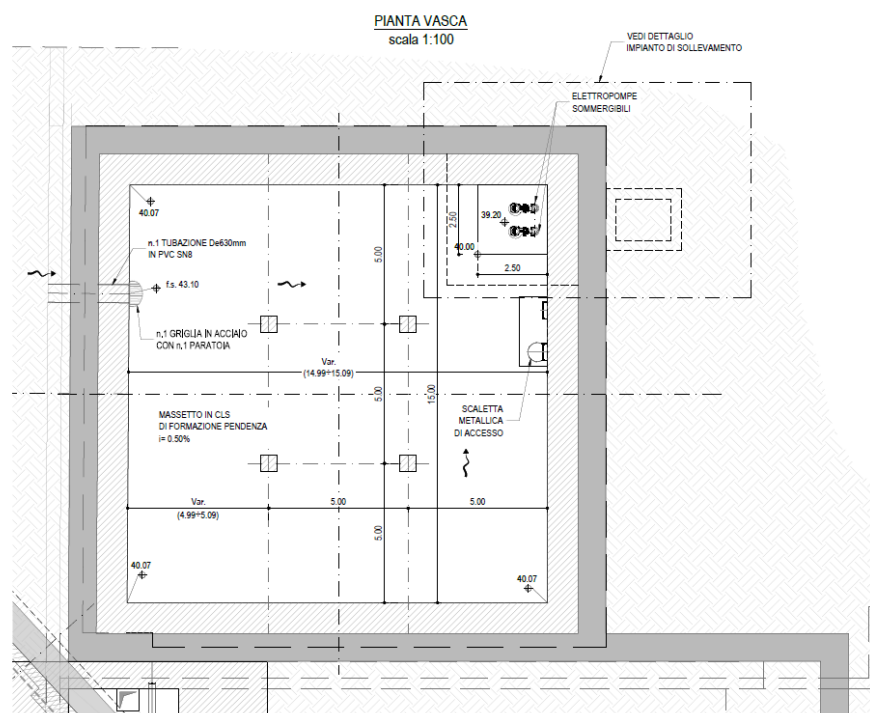


Figura 3 – Pianta vasca di laminazione e sollevamento

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>Relazione tecnica generale e idraulica</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 9 di 20</p>

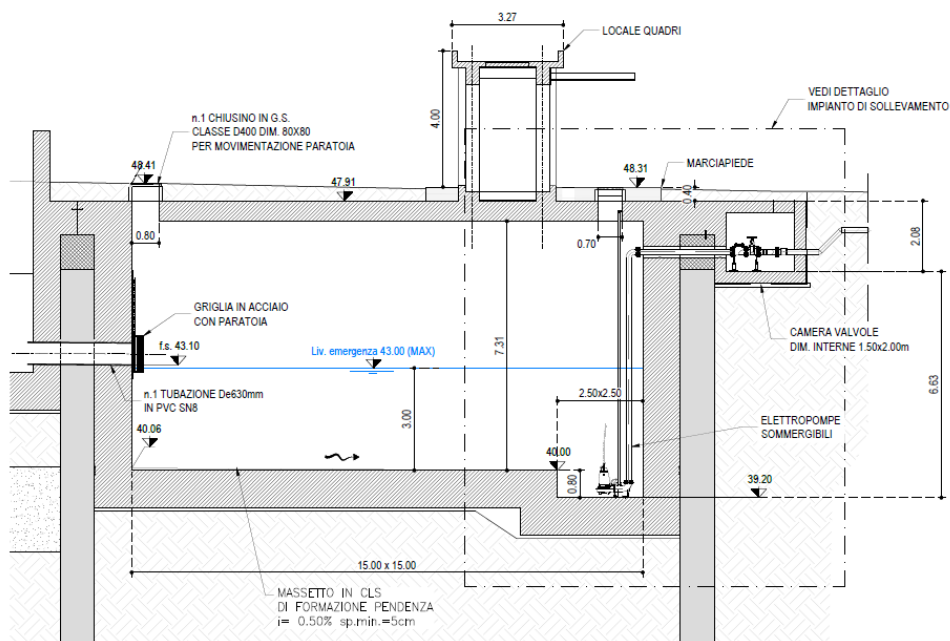


Figura 4 – Sezione longitudinale vasca di laminazione e sollevamento

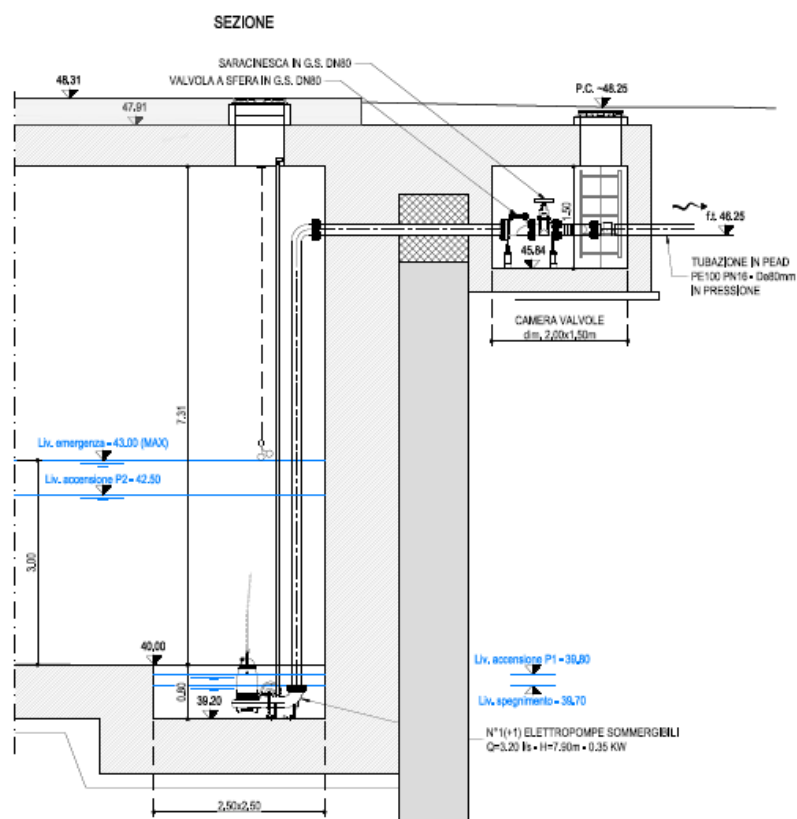


Figura 5 – Dettaglio impianto di sollevamento

Le pompe sono collocate all'interno della vasca di laminazione in un apposito ribassamento che presenta dimensioni in pianta di 2.50x2.50 m; il fondo risulta ribassato di 0.80 m rispetto al fondo della vasca di laminazione per garantire la sommersione minima della condotta di aspirazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 20

La portata sollevata dalle pompe e immessa nel recapito è stata definita per rispettare il limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

All'interno del ribassamento sono alloggiare 1 (+1 di riserva) pompe ognuna delle quali con le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Tabella 1 – Caratteristiche macchine idrauliche

Q [l/s]	3.2
Prevalenza [m]	7.9
Potenza assorbita [kW]	0.35

Il volume di emergenza, legato allo stop di due ore delle pompe, viene gestito nella vasca di laminazione.

Le tubazioni di mandata delle 1+1 pompe convergono in un pozzetto valvole di dimensioni in pianta 2.00x1.50 m e altezza 1.73 m da cui ha origine la tubazione di mandata in PEAD PE100 De80 PN16 di lunghezza pari a circa 1 m verso il pozzetto di disconnessione.

Il recapito è rappresentato dalla WBS IN09 ovvero l'opera a sifone costituito da una canna scatolare 3x2 e una canna circolare Ø1500 che ricuce la Fossa Zenobria.

La vasca di laminazione, di dimensioni nette in pianta pari a 15mx15m e altezza interna di 7.30m è costituita da un manufatto in c.a. gettato in opera con spessori pari a 1.10 m per la soletta di fondazione ed i piedritti; la soletta di copertura presenta invece uno spessore di 0.60m. La soletta di copertura ha un comportamento bidirezionale e poggia, oltre che sui muri perimetrali, su 4 pilastri intermedi di dimensioni 0.60mx0.60m.

Per l'esecuzione degli scavi necessari alla realizzazione dell'opera in sicurezza è prevista l'esecuzione diaframmi in c.a. di spessore 1m al contorno del manufatto. Per raggiungere il piano di esecuzione dei diaframmi è previsto un pre-scavo e dal piano campagna di circa 1.50 m.

I livelli di falda utilizzati nella progettazione dell'opera sono stati definiti coerentemente con le misurazioni piezometriche effettuate tra aprile 2014 e febbraio 2018 e con quanto previsto nella Relazione Idrogeologica di tratta; dunque, i livelli della falda di progetto, per il dimensionamento delle opere in fase transitoria e definitiva valgono:

1. quota della falda di riferimento in fase di costruzione: pari alla falda media "misurata" incrementata di 0.5 m.
2. quota della falda a breve termine: pari alla falda media "misurata" incrementata di 3.0 m.
3. quota della falda a lungo termine: pari alla falda media "misurata" incrementata di 4.0 m.

In corrispondenza del manufatto in oggetto, la falda media misurata si attesta a quota 42.93m, ovvero circa 4.0 m sopra la quota di fondo scavo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 20

Il manufatto, è ancorato ai diaframmi attraverso un cordolo sommitale per garantire l'equilibrio al galleggiamento anche ipotizzando una risalita della falda fino alla quota di riferimento a lungo termine.

Poiché la falda di riferimento in fase di costruzione è a circa 4.55m m sopra il fondo scavo, si prevede anche la realizzazione di un tampone in jet-grouting di spessore pari a 2.5 m. Il tampone di fondo ha la duplice funzione di ridurre almeno di due ordini di grandezza la permeabilità del terreno in sito in modo da consentire lo scavo sottofalda e di contrastare al piede i diaframmi durante le fasi di scavo. In linea con la progettazione della trincea di approccio TR02 alla GA01, adiacente all'opera in progetto, il tampone di fondo è stato dimensionato per la falda di riferimento in fase di breve termine, ovvero anche per le escursioni eccezionali dovute p.e. ad eventi meteorici intensi. Poiché lo scavo e la realizzazione dei diaframmi della vasca sono strettamente connessi all'interfaccia con le trincee di approccio, per le fasi realizzative di scavi e opere di sostegno si rimanda agli elaborati specifici delle trincee.

Il fabbricato impianto di sollevamento consiste in un edificio in calcestruzzo armato gettato in opera con ingombro in pianta di circa 3,27m x 5,20m, e altezza complessiva circa 4m. L'edificio poggia direttamente sulla vasca, sulla quale sono posti dei cordoli di base per l'alloggiamento del pannello esterno. Lo schema statico dell'edificio è costituito da travi e pilastri, che sostengono la copertura in predalles.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 20

5 SISTEMA DI LAMINAZIONE

La vasca di laminazione è stata dimensionata nell'intento di invasare le acque meteoriche raccolte sulla nuova infrastruttura garantendo lo scarico nei recettori finali nel rispetto dei limiti concessi dalla normativa regionale in relazione al principio dell'invarianza idraulica.

Nella tratta in oggetto lo scarico limite consentito è di 5 l/s/ha imposto dalla normativa vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

I volumi di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle. Nel caso specifico dell'opera in progetto l'incremento di portata dovuto alla impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nella vasca, le cui dimensioni sono legate alla funzione di invaso dei volumi che eccedono la capacità del recettore finale.

La vasca presenta un'area di base pari a circa 225 m² per un'altezza utile di 3 m. Il volume di invaso disponibile per la laminazione risulta pari a circa 675 m³.

Al fondo della vasca viene data una leggera pendenza longitudinale, pari allo 0.05% che facilita il transito della portata verso la vasca di aspirazione e lo svuotamento della vasca stessa.

Le acque accumulate all'interno della vasca verranno sollevate tramite le 1+1 pompe e inviate all'IN09.

5.1 Dimensionamento della vasca di laminazione

Il dimensionamento del volume da accumulare nella vasca di laminazione è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

dove:

- S = superficie del bacino scolante;
- φ = coefficiente di afflusso del bacino scolante;
- a,n = parametri della curva di possibilità pluviometrica per Tr=100 anni;
- t_c = tempo di corrivazione
- Q_u = portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica;
- θ_w = durata critica del bacino di laminazione.

La durata critica per la laminazione si determina con metodo iterativo tramite la relazione:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 20

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$

Il tempo di corrivazione viene calcolato sommando il tempo di afflusso, convenzionalmente assunto pari a 5 minuti, e il tempo di rete, calcolato sul tratto più lungo con il massimo riempimento. Questa assunzione semplificativa risulta a favore di sicurezza in quanto per riempimenti maggiori la velocità risulta maggiore e di conseguenza risulta minore il tempo di percorrenza: a tempi minori corrisponde una maggiore intensità di pioggia.

In Tabella 2 sono presentati i risultati ottenuti per il dimensionamento della vasca presente nella WBS in oggetto. Il volume necessario per la laminazione, considerando un fattore di sicurezza di 1.25 vista la vicinanza alle strutture interrato, risulta pari a 579 m³. Si ha quindi un franco di 43 cm rispetto al massimo volume disponibile nella vasca.

Tabella 2 – Dimensionamento vasca di laminazione

	tc=ta+tr	Area imp.	Area scarp.	Atotale intervento	Area totale efficace	Q invarianza	θw	Wm	Coeff di sicurezza	Volume laminazione di progetto
	[h]	[mq]	[mq]	[mq]	[mq]	[mc/s]	[h]	[mc]		[mc]
Vasca IN10	9.26	6350.8	27	6377.8	5731.94	0.00319	8.62	462.92	1.25	579

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 14 di 20

6 VERIFICHE IDRAULICHE IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

6.1 Portata in ingresso

La portata in ingresso all'impianto di sollevamento è la portata di invarianza pari a 3.20 l/s. Tale portata rispetta il limite di 5 l/s per ettaro imposto dalla normativa vigente (DGRV 2948/2009) e dal Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta (ApV) Ente Gestore del reticolo idrico interferito nell'area di interesse.

6.2 Volume stop due ore

È necessario valutare l'ipotesi di stop pompe di 2 ore. Infatti, in caso di guasto elettrico o incapacità di alimentazione dell'impianto, tale intervallo temporale permette di effettuare la predisposizione degli opportuni segnali di pericolo, l'evacuazione del sottopasso e il ripristino delle attività di sollevamento.

Il massimo volume da invasare nell'ipotesi di stop pompe di due ore risulta:

$$V_i = \varphi S a 2^n$$

Considerando i dati di progetto, il volume di accumulo meteorico dovuto ad uno stop pompe di due ore risulta essere pari a 539.6 m³, inferiore al volume richiesto per la laminazione delle portate determinato con il metodo Alfonsi-Orsi moltiplicato per il fattore di sicurezza di 1.25. La vasca risulta quindi in grado di contenere il volume idrico per uno stop pompe di 2 ore.

6.3 Vasca di aspirazione

Le dimensioni e la conformazione della camera di aspirazione di un impianto di sollevamento devono essere tali da:

- limitare il numero di avviamenti ed arresti dei motori entro valori compatibili con il funzionamento degli stessi;
- evitare la formazione di turbolenze che possano causare ingresso d'aria nella pompa;
- consentire il compenso e la modulazione delle portate da avviare al ricettore.

Normalmente, il numero di avviamenti orari non deve eccedere i limiti indicati nella tabella successiva, anche se tale indicazione è comunque fornita nello specifico dal costruttore della macchina.

POTENZA DEL MOTORE	NUMERO DI AVVIAMENTI ORARI	
	INSTALLAZIONE A SECCO	INSTALLAZIONE SOMMERSA
fino a 7,5 kW	15	30
fino a 30 kW	12	24
oltre 30 kW	10	20

Figura 6 – Numero massimo di avviamenti orari da non superare per le pompe con installazione, rispettivamente, a secco e sommersa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 15 di 20

Le dimensioni della vasca devono quindi soddisfare il miglior compromesso fra le suddette esigenze, cui si aggiunge normalmente la necessità di modulare le portate avviate al ricettore in base all'andamento delle portate in arrivo alla stazione di pompaggio.

Stabilita la massima portata che affluisce alla vasca di raccolta, bisogna definire quante pompe sia opportuno utilizzare per sollevare la portata stessa. A parità di portata sollevata, fra due possibili impianti, quello con il maggior numero di pompe risulta generalmente più costoso, col vantaggio, però, di avere una mandata più regolare e di poter corrispondere al fabbisogno in maniera più puntuale. Gli impianti devono inoltre essere provvisti di almeno una pompa di riserva con caratteristiche pari alla pompa che solleva la maggiore portata.

Nel caso di impianti dotati di una sola pompa il volume utile V (m^3) della vasca di aspirazione è dato dall'espressione:

$$V = \frac{Q_p}{4z}$$

Essendo Q_p (m^3/h) la portata media sollevata dalla pompa e z il numero massimo di avviamenti orari accettabili per il motore.

Assumendo un numero di avviamenti orari pari a 5 si ottiene un volume di aspirazione pari a $0.60 m^3$, dal quale, tenendo anche conto delle dimensioni in pianta del pozzetto pompe pari a $2.50 \times 2.50 m$ vengono definiti i livelli di attacco e stacco delle pompe:

- Livello di attacco: 39.80 m s.l.m.
- Livello di stacco: 39.70 m s.l.m.

6.4 Macchine idrauliche

L'impianto di sollevamento di progetto è costituito da due macchine idrauliche sommergibili ciascuna in grado di sollevare una portata pari a $3.2 l/s$.

Delle due macchine, una risulta essere attiva, mentre l'altra ha funzione di emergenza e riserva in caso di mal funzionamento della macchina in funzione. Una volta definita la portata da sollevare, per il dimensionamento delle pompe occorre conoscere la prevalenza da superare.

La prevalenza ΔH è definita dalla somma di due termini:

$$\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$$

Dove ΔH_{geo} è il dislivello compreso tra la quota minima cui si trova l'acqua da sollevare (nella fattispecie la quota cui si trova il girante della pompa) e la quota massima che deve raggiungere l'acqua e ΔH_f sono le perdite di carico, divise in perdite di carico continue e localizzate.

Il dislivello geodetico è dato dalla geometria del problema. Le perdite di carico sono dovute al fatto che il moto in pressione di un fluido attraverso una condotta avviene con dissipazione di energia per effetto degli attriti contro le pareti della tubazione e fra le singole particelle di fluido. Riferendo l'energia dissipata ad un volume

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 20

di fluido di peso unitario, si ottiene una grandezza avente le dimensioni di una lunghezza che si misura in metri e viene detta “perdita di carico”.

Le perdite di carico continue, dovute a fenomeni di attrito lungo le condotte, vengono calcolate come:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L$$

Dove L è la lunghezza della condotta e J la cadente piezometrica.

Per il calcolo della cadente piezometrica si è fatto riferimento alla seguente formula di Williams-Hazen (valida in regime di moto assolutamente turbolento)

$$J = V^{1,85} \times (0.00457 \times D^{0,63} \times C)^{-1,85}$$

Nella quale:

- V è la velocità della corrente in [m/s]
- D è il diametro interno della condotta in [mm]
- C è il coefficiente di scabrezza della condotta, i cui valori vengono riportati nella tabella sottostante
- J è espresso in [m/km]

Tabella 3 - Coefficienti dimensionali di attrito validi per l'applicazione della formula di Williams-Hazen.

DN	ACCIAIO		PVC	PEAD	GHISA CENTR. RIVESTITA		CEM. AM. 10 ANNI	VETRO-RESINA
	NUOVO	10 ANNI			10 ANNI	10 ANNI		
80	126	115	152	145	100	100	-	140
100 ÷ 125	128 ÷ 131	115	152	145	100	105	123	140
150 ÷ 300	133 ÷ 134	120	152 ÷ 154	150	130	110	123	140
350 ÷ 700	136 ÷ 140	125	154 ÷ 156	150	140	120	125	140
800 ÷ 1000	140 ÷ 145	130	-	155	140	125	125	140
1100 ÷ 2000	140 ÷ 155	135	-	-	140	130	125	140

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

$$\Delta H_{fL} = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove:

K è il coefficiente numerico di perdita di carico (ricavato dalla Tabella 4) e v è velocità nella condotta.

Tabella 4 - Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 20

In base alla relazione precedente, la prevalenza che una pompa deve fornire ad un impianto è una funzione della portata che vi deve transitare. Tale funzione rappresentata su un piano cartesiano di ascisse Q e ordinate H è detta curva caratteristica dell'impianto e, fissati i materiali e la geometria dello stesso impianto, assume andamento crescente al crescere della portata Q.

La curva caratteristica di una pompa (o di più pompe funzionanti in parallelo o in serie) rappresenta invece, sullo stesso piano di ascisse Q e ordinate H, la prevalenza che la pompa è in grado di fornire al fluido in funzione della portata sollevata, ed ha andamento decrescente al crescere di Q.

Tale curva è calcolata e fornita dal costruttore della macchina idraulica.

Se le due curve caratteristiche vengono rappresentate sul medesimo piano, il punto di intersezione fra esse fornisce la portata e la prevalenza di funzionamento della pompa, detto punto di lavoro.

Tale punto è l'unico compatibile contemporaneamente con le caratteristiche dell'impianto e con le prestazioni della pompa, sebbene non sia detto che tale punto consenta il funzionamento efficiente della macchina.

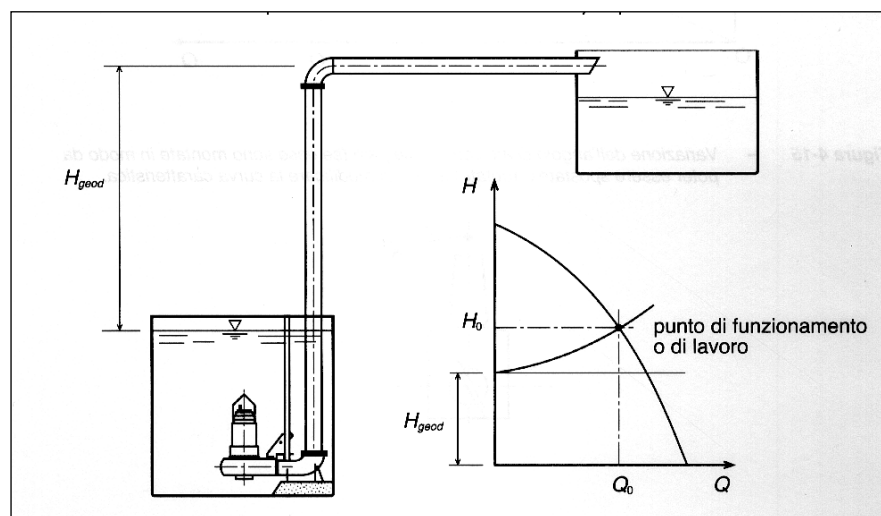


Figura 7 - Punto di lavoro: intersezione tra curva caratteristica dell'impianto e curva caratteristica della pompa

L'efficienza di funzionamento della macchina si misura infatti in base al suo rendimento complessivo al punto di lavoro, misurato come rapporto tra la potenza ceduta al fluido dalla pompa e la potenza assorbita dalla pompa stessa, espresse in kW:

$$\eta_{tot} = \frac{W_{ceduta}}{W_{assorbita}}$$

Minore rendimento significa maggiori consumi e dunque un costo di esercizio dell'impianto superiore.

Anche le curve di rendimento in funzione del punto di lavoro sono calcolate e fornite dal costruttore della macchina idraulica.

La potenza da fornire alla pompa è data dalla seguente relazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 20

$$P = \rho Q g H / \eta$$

Assumendo un rendimento pari a 0.7, si ottiene la seguente portata assorbita 0.35 Kwh

6.5 Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento

L'impianto di sollevamento prescelto è costituito da due elettropompe sommerse alloggiare in un apposito manufatto ed asservite ai livelli della vasca di aspirazione, di cui una in servizio e una di riserva; ogni pompa ha una portata nominale pari a 3.20 l/s. La tubazione di mandata è prevista in PEAD PE100 De80, la velocità raggiunta nella condotta di mandata è pari a 0.63 m/s.

L'allontanamento delle acque pompate avviene mediante la condotta di mandata di lunghezza pari a circa 9 m che convoglia la portata al pozzetto di disconnessione e quindi al sifone IN09.

Ogni condotta di mandata è attrezzata con una valvola di non ritorno.

La prevalenza manometrica dell'impianto di sollevamento ΔH è pari a:

$$\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f = 7.90 \text{ m}$$

ΔH_{geo} = dislivello geodetico 7.80 m (differenza di quota tra l'asse della tubazione alla restituzione e il minimo livello nella vasca di aspirazione).

ΔH_f = perdite ripartite nel tubo di mandata e in stazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 20

Tabella 5 - Perdite di carico continue e localizzate

PERDITE DISTRIBUITE H-W		
C	150.00	
J	5.24	m/km
Δh_{fc}	0.05	m

PERDITE CONCENTRATE			
	a	#	$av^2/2g$
curve 90°	0.75	2	0.031
curve 150°	0.28	0	0
clapet	1.2	1	0.025
aspirazione	0.15	1	0.003
sbocco	0.6	1	0.012
		Δh_{fl}	0.071

6.6 Dotazioni impiantistiche

È prevista l'installazione di 2 pompe (di cui una di riserva). Ciascuna macchina dovrà essere sommergibile e in grado di sollevare una portata di 3.20 l/s.

L'azionamento delle pompe sarà asservito ai livelli delle vasche: assumendo come livello zero il livello minimo di innesco per il funzionamento della pompa senza risucchio di aria si avrà:

- Livello zero 39.70 m s.l.m. – Livello di stacco
- Livello zero +10 cm – Livello di attacco pompa 1 (di servizio)
- Livello zero +2.80 m – Livello di allarme e accensione pompa 2
- Livello zero +3.30 m – Livello di emergenza

Poiché la condotta di mandata ha una lunghezza non trascurabile è stato verificato che, le variazioni di velocità all'interno della condotta di mandata in pressione dovute agli arresti/avvii delle pompe inducano variazioni di carico ΔH_i all'interno della tubazione sopportabili. Ovvero è stata eseguita la verifica del sistema in moto vario.

Il valore massimo della sovrappressione può essere calcolato con la formula di Michaud:

$$\Delta H_i = \frac{2 \cdot v \cdot L}{g \cdot T_c}$$

essendo:

- v la velocità massima della corrente nella tubazione
- L la lunghezza della tubazione in pressione
- Tc la durata della manovra (sec)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
Relazione tecnica generale e idraulica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RO IN 10 0 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 20

Il carico totale massimo H_{max} che si ottiene nella tubazione è quindi pari alla somma del carico statico più il sovraccarico ΔH_i .

Considerando manovre di chiusura veloci con T_c pari a 15 sec si ottiene un valore per ΔH_i pari a circa 0.01 bar. La pressione nominale PN16 scelta per la tubazione di mandata risulta adeguata al caso in studio.

Per quanto riguarda le valutazioni rispetto all'NPSH i valori forniti dai produttori, per macchine con le caratteristiche di progetto, sono pari a poco più di 2 m. Data l'installazione sommersa delle macchine e le lunghezze trascurabili delle condotte di aspirazione la verifica può quindi dirsi soddisfatta.