Città di Rapallo

RIQUALIFICAZIONE DEL GOLFO DI RAPALLO
con ripristino delle vie d'acqua di accesso
al Molo dei Primeri ed al Molo Duca degli Abruzzi

CUP J63H19000210002 - LOTTO 1

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

ELABORATO:	RELAZIONE SUGLI IMPIANTI
ALL. 2.6	

RIF: 18-050

REVISIONI	DATA	OGGETTO
00	09/2020	
01	11/2020	VCT-161-20 RC 01 del 31/10/20
02		
03		

RED.: AF VER.: AR APPR.: GR

CAPOGRUPPO:

Dott. Geo. Debellis Giovanni

Geol. GIOVANNI DEBELLIS
Via Antica Romana Occidentale 3/4
16039 - Sestri Levante (GE)
T: +39 338-6079760 F: 0187-816486
gvdebellis@gmail.com
g.debellis@epap.sicurezzapostale.it

MANDANTI:

MarTech
Marine Technical Systems
Viale Trieste, 65/i - 09123 Cagliari - Italy
Tel. +39 070 6848202 - Fax +39 070 6404743
www.martech.it e-mail: info@martech.it

SarLand Srls
ingegneria e architettura

COMMITTENTE:

Il R.u.p.

Geom. Marco GROSSO

Il presente progetto, o parte di esso, non può essere riprodotto in alcuna forma, in alcun modo e per nessuno scopo, senza autorizzazione.

CITTA' DI RAPALLO

RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE E PAESAGGISTICA DEL GOLFO RAPALLO

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI

Indice generale

1 - PREMESSA....4

2 -DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO....4

3 PLUVIOMETRIA....10

4 - CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO....11

5 - DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO....14

6 - SCELTA DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO 18

7 - VERIFICA DELLE TUBAZIONI FORMANTI LA VASCA....19

8 - VERIFICA GALLEGGIAMENTO VASCHE....23

9 - GRUPPO ELETTROGENO 25

1 - PREMESSA

La presente relazione idraulica è finalizzata a illustrare il dimensionamento del sistema di drenaggio a monte del tratto di costa lungo la quale si prevedono gli interventi di ripascimento. L'obbiettivo del sistema di drenaggio in proggetto è quello di salvaguardare il ripascimento tramite l'allontamento dei deflussi provenienti dalle reti di drenaggio urbano dal tratto oggetto di intervento. Per ottenere tale risultato, considerata la morfologia esistente è necessario prevedere l'impiengo di un sistema di pompaggio dotate di vasche di accumulo di idonea volumutria e ispezionabili.

2 -DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Nell'ambito degli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica del Golfo di Rapallo si prevede di ampliare ed estendere la spiaggia attualmente esistente nel tratto di costa posto in sinistra idrografica del Torrente Boate, in particolare la spiaggia sarà allungata verso est per una lunghezza di circa 90 m. In corrispondenza del tratto in cui la spiaggia viene allungata allo stato attuale sboccano 3 collettori che fanno parte del sistema di raccolta e smaltimento delle acque piovane del centro abitato.

Considerato che la quota di sbocco dei tre collettori è prossima al livello del mare, la realizzazione della spiaggia impedirebbe di fatto il corretto funzionamento degli stessi collettori oltre che potrebbe creare problemi alla spiaggia, per questo motivo si è ritenuto necessario intervenire sulla rete di drenaggio modificando il sistema di sbocco dei tre collettori.

Allo stesso tempo l'amministrazione comunale ha fatto presente che la rete di drenaggio della porzione del centro storico di Rapallo, compreso tra la linea ferroviaria ed il mare, presenta una serie di criticità dovute alla conformazione della zona che è pianeggiante e posta a quote comprese tra 1.3 e 3.0 m sul livello medio del mare. Tali criticità si evidenziano in particolare quando precipitazioni medie e forti sono accompagnate da mareggiate per cui il livello del mare si innalza e impedisce di fatto il funzionamento degli scarichi dei collettori presenti in questa zona, come in occasione dell'ultimo evento verificatosi il 2 ottobre 2020.

Per i motivi sopra specificati dovendo comunque modificare il sistema di scarico dei tre collettori sopra indicati si è preferito ampliare l'intervento che interessa la rete di drenaggio proprio allo scopo di risolvere le criticità evidenziate. In particolare si è ritenuto necessario prevedere la realizzazione di due stazioni di sollevamento, provviste di vasche volano di adeguate dimensioni, allo scopo di consentire il corretto funzionamento dei collettori principale della rete di drenaggio anche in occasione di mareggiate importanti.

Come sarà meglio specificato nel seguito le scelte progettuali che è si dovuto adottare devono necessariamente tener conto anche di tutti i vincoli esistenti sul territorio, ed in particolare sul Lungomare Vittorio Veneto e sulla passeggiata a mare, rappresentati dai manufatti esistenti e dalle reti di sottoservizi.

Di seguito si riassumono brevemente, con riferimento alla planimetria riportata in fig. ..., le scelte

progettuali adottate:

1. realizzazione di una prima stazione di sollevamento completamente interrata composta da due pompe, dotata di una vasca volano di circa ... mc di volume e posta in Piazza IV Novembre per il collettore RB1;
2. realizzazione di una seconda stazione di sollevamento completamente interrata composta da due pompe, dotata di una vasca volano di circa ... mc di volume e posta sul Lungomare Vittorio Veneto per i collettori RB2 e RB3;
3. installazione di una cabina elettrica con un gruppo di continuità dotato di generatore da 120 kva e quadro elettrico sulla passeggiata a mare;
4. installazione di due condotte di mandata da 600 mm in PEAD dalle due stazioni di sollevamento fino allo scarico in mare post a est del pennello in progetto che delimita la spiaggia;
5. realizzazione di un collettore di raccordo, in tubo corrugato da 1000 mm, tra gli attuali sbocchi dei tre collettori (RB1, RB2 e RB3) e lo scarico a mare in corrispondenza di dove scaricano le due condotte di mandata di cui al punto precedente.

1 - Stazione di sollevamento per il collettore RB1

La prima stazione di sollevamento, posta in Piazza IV Novembre, sarà dotata di una vasca volano completamente interrata di circa 102 mc di volume che verrà collegata direttamente con il collettore RB1 in corrispondenza del pozzetto denominato 558. Il collegamento tra il collettore RB1 e la vasca volano sarà fatto in modo da consentire il regolare funzionamento del collettore con smaltimento dei deflussi verso il mare in condizioni normali. Nel momento in cui il sistema dovesse andare in crisi per effetto delle precipitazioni intense o dell'innalzamento del livello del mare dovuto alle mareggiate o per la combinazione dei due fattori allora entra in funzione la vasca volano che accumula i volumi non correttamente smaltiti dal collettore. Il dimensionamento della stazione di sollevamento, ed in particolare del volume delle vasche e delle pompe sommerse, è stato eseguito sulla base delle caratteristiche del bacino afferente e delle caratteristiche pluviometriche come illustrato nella relazione idrologica ed idraulica.

La vasca volano è costituita da due serbatoi realizzati con tubi in polietilene ad alta densità (PEAD) spiralati del diametro interno di 1500 mm e per una lunghezza di 24 m. I due serbatoi sono posti paralleli a una distanza di circa 60 cm con estradosso situato a una distanza di 1.50 m dal piano stradale e piano di posa a quota -1.67 m.s.l.m., tale profondità si rende necessaria per assicurare la corretta copertura dei tubi a garanzia della stabilità degli stessi tubi nei confronti delle spinte di galleggiamento dovute alla presenza della falda.

Il collegamento tra il collettore RB1 e la vasca di accumulo avviene attraverso un pozzetto di testa e un tubo posto in orizzontale, anche questi realizzati in tubi di PEAD spiralati, del diametro interno rispettivamente di 2.0 m e 2.30 m. Il tubo posto in orizzontale, che funziona anche da collettore per distribuire i deflussi nei due serbatoi centrali, ha una quota utile di fondo inferiore a quella dei due serbatoi al quale è connesso allo scopo di garantire un volume di circa 3 mc nel quale il materiale più pesante trasportato dai deflussi possa depositarsi. Per garantire nel tempo il mantenimento di questo volume di

sedimentazione è necessario prevedere nel piano di manutenzione interventi di spurgo periodici e a seguito di eventi pluviometrici importanti.

Tutti i pozzetti sono ricoperti in superficie da un sistema costituito da una piastra fissa in cemento armato che si raccorda direttamente con il tubo spiralato e che costituisce l'appoggio per il coperchio del pozzetto, realizzato con una lastra in cemento armato di forma circolare carrabile ed amovibile in maniera tale da consentirne la rimozione in caso di necessità di manutenzioni importanti. Al centro della lastra carrabile è posizionato un chiusino in ghisa sferoidale di forma circolare per consentire un facile accesso per l'ispezione dei volumi interrati e per effettuare interventi di manutenzione più leggeri.

Lo svuotamento della vasca volano è garantito dalla presenza di due pompe sommerse che hanno una portata di 300 lt/s per una portata complessiva pari a 600 lt/s e una potenza complessiva installata di circa 44 Kw. Le due pompe sommerse normalmente funzionano in maniera alternata e solo nel caso in cui la portata di una pompa non sia sufficiente a tenere basso il livello nei serbatoi allora è previsto che funzionino insieme. Le due pompe sono installate in altrettanti pozzetti realizzati sempre in tubi in PEAD spiralato con un diametro interno di 2.30 m, il fondo dei pozzetti è chiuso da un tappo in PEAD rinforzato saldato al tubo circolare. Sul fondo dei due pozzetti viene inoltre realizzato un getto di calcestruzzo che ha un doppio scopo: da una parte permette di annegare i tirafondi che servono per assicurare le pompe e dall'altro garantisce con il suo peso la stabilità del tombino nei confronti delle spinte di galleggiamento dovute alla presenza della falda. Ogni pompa è dotata di una tubazione di mandata realizzata in acciaio inox del diametro interno di 300 mm.

Nel piano di manutenzione occorre prevedere adeguati e cadenzati interventi di verifica del funzionamento delle pompe al fine di assicurarne il corretto funzionamento in caso di necessità.

Lungo la condotta di mandata è poi presente una valvola a farfalla e una valvola di ritegno, questi organi sono alloggiati in un terzo pozzetto posto nelle immediate vicinanze all'interno del quale è ospitato anche il pezzo speciale di raccordo tra i due tubi di mandata che arrivano dalle pompe e la tubazione di mandata che va verso lo scarico a mare del diametro interno di 600 mm.

2 - Stazione di sollevamento per i collettori RB2 e RB3

La seconda stazione di sollevamento, posta sul Lungomare Vittorio Veneto, sarà anch'essa dotata di una vasca volano completamente interrata di circa 49 mc di volume che verrà collegata direttamente con il collettore RB2 in corrispondenza del pozzetto denominato 867 e con il collettore RB3 in corrispondenza del pozzetto denominato 724. Il collegamento tra i collettori RB2 e RB3 e la vasca volano sarà fatto in modo da consentire il regolare funzionamento degli stessi collettori con smaltimento dei deflussi verso il mare in condizioni normali. Nel momento in cui uno o entrambi i collettori dovessero andare in crisi per effetto delle precipitazioni intense o dell'innalzamento del livello del mare dovuto alle mareggiate o per la combinazione dei due fattori allora entra in funzione la vasca volano che accumula i volumi non correttamente smaltiti dal collettore. Il dimensionamento della stazione di sollevamento, ed in particolare del volume delle vasche e delle pompe sommerse, è stato eseguito sulla base delle caratteristiche del bacino afferente e delle caratteristiche pluviometriche come illustrato nella relazione idrologica ed idraulica.

La vasca volano è costituita da un serbatoio realizzati con tubi in polietilene ad alta densità (PEAD) spiralati del diametro interno di 1500 mm e per una lunghezza di 20 m. Il serbatoio è interrato con estradosso situato a una profondità di 1.50 m dal piano stradale e piano di posa a quota -1.67 m.s.l.m., tale profondità di posa si rende necessaria per assicurare la corretta copertura dei tubi a garanzia della stabilità degli stessi tubi nei confronti delle spinte di galleggiamento dovute alla presenza della falda.

Il collegamento tra i due collettori e la vasca di accumulo avviene attraverso due pozzetti di testa, anche questi realizzati in tubi di PEAD spiralati, del diametro interno di 2.30 m, il fondo dei pozzetti è chiuso da un tappo in PEAD rinforzato saldato al tubo circolare. Sul fondo dei due pozzetti viene inoltre realizzato un getto di calcestruzzo allo scopo di garantire con il suo peso la stabilità del tombino nei confronti delle spinte di galleggiamento dovute alla presenza della falda. Questi due pozzetti hanno una quota utile di fondo inferiore a quella del serbatoio orizzontale al quale sono connessi allo scopo di garantire un volume di oltre di circa 2 mc nel quale il materiale più pesante trasportato dai deflussi possa depositarsi. Per garantire nel tempo il mantenimento di questo volume di sedimentazione è necessario prevedere nel piano di manutenzione interventi di spurgo periodici e a seguito di eventi pluviometrici importanti.

Tutti i pozzetti sono ricoperti in superficie da un sistema costituito da una piastra fissa in cemento armato che si raccorda direttamente con il tubo spiralato e che costituisce l'appoggio per il coperchio del pozzetto, realizzato con una lastra in cemento armato di forma circolare carrabile ed amovibile in maniera tale da consentirne la rimozione in caso di necessità di manutenzioni importanti. Al centro della lastra carrabile è posizionato un chiusino in ghisa sferoidale di forma circolare per consentire un facile accesso per l'ispezione dei volumi interrati e per effettuare interventi di manutenzione più leggeri.

Lo svuotamento della vasca volano è garantito dalla presenza di due pompe sommerse che hanno una portata di 300 lt/s, per una portata complessiva pari a 600 lt/s e una potenza complessiva installata di circa 44 Kw. Le due pompe sommerse normalmente funzionano in maniera alternata e solo nel caso in cui la portata di una pompa non sia sufficiente a tenere basso il livello nei serbatoi allora è previsto che funzionino insieme. Le due pompe sono installate in altrettanti pozzetti realizzati sempre in tubi in PEAD spiralato con un diametro interno di 2.30 m, il fondo dei pozzetti è chiuso da un tappo in PEAD rinforzato saldato al tubo circolare. Sul fondo dei due pozzetti viene inoltre realizzato un getto di calcestruzzo che ha un doppio scopo: da una parte permette di annegare i tirafondi che servono per assicurare le pompe e dall'altro garantisce con il suo peso la stabilità del tombino nei confronti delle spinte di galleggiamento dovute alla presenza della falda. Ogni pompa è dotata di una tubazione di mandata realizzata in acciaio inox del diametro interno di 300 mm.

Nel piano di manutenzione occorre prevedere adeguati e cadenzati interventi di verifica del funzionamento delle pompe al fine di assicurarne il corretto funzionamento in caso di necessità.

Lungo la condotta di mandata è poi presente una valvola a farfalla e una valvola di ritegno, questi organi sono alloggiati in un terzo pozzetto posto nelle immediate vicinanze all'interno del quale è ospitato anche il pezzo speciale di raccordo tra i due tubi di mandata che arrivano dalle pompe e la tubazione di mandata che va verso lo scarico a mare del diametro interno di 600 mm.

3 - Installazione cabina elettrica

Al fine di assicurare la fornitura dell'energia elettrica in continuo, anche in caso di forti temporali e mareggiate, si prevede l'installazione di una cabina elettrica sulla passeggiata a mare nel quale saranno alloggiati un gruppo di continuità e il quadro elettrico. La cabina sarà collegata con la rete elettrica, per la fornitura di energia, e con le due stazioni di sollevamento tramite un apposito cavidotto. Il gruppo di continuità sarà dotato di generatore da 200 kva che si avvierà in automatico quando il quadro elettrico non viene più alimentato dall'esterno per mancanza di energia elettrica, in questo modo sarà possibile continuare ad alimentare le due stazioni di sollevamento.

Il generatore sarà dotato di un motore diesel super silenziato con motore common-rail con regolazione elettronica di giri e recupero interno fumi olio motore sistema blow-by chiuso e di un serbatoio di circa 600 litri di capacità per garantire circa 10 - 12 ore di funzionamento continuo. Il generatore sarà inoltre dotato di un roll bar, due ganci di sollevamento e l'entrata per forche. Il basamento del generatore deve garantire il contenimento dei liquidi presenti nel motore e nel serbatoio carburante nel caso di eventuali perdite, per evitare la dispersione nell'ambiente.

Il generatore è predisposto per essere collegato al quadro di avviamento automatico, presente all'interno del quadro elettrico, permettendo così di utilizzare la macchina come gruppo di emergenza nell'eventuale mancanza di alimentazione principale della rete elettrica commerciale.

La cabina elettrica, che ha dimensioni in pianta di 6 m x 2.4 m e un'altezza di circa 2 m, sarà realizzata con materiale ignifugo e fono assorbente e sarà opportunamente mascherata per limitare l'impatto visivo.

Nel piano di manutenzione occorre prevedere adeguati e cadenzati interventi di verifica del funzionamento del quadro elettrico e del generatore al fine di assicurarne il corretto funzionamento in caso di necessità.

All'interno della cabina elettrica viene anche alloggiata la centralina di automazione e telecontrollo di tutto il sistema alla quale fanno capo i sensori di livello, di portata e del grado di apertura dei vari organi mobili presenti nella rete oltre ai comandi delle elettropompe sommerse. La centralina sarà inoltre dotata di un datalogger per l'immagazzinamento dei dati acquisiti dai vari sensori in modo da permettere la loro post elaborazione e da verificare il corretto funzionamento della rete.

4 - Installazione condotte di mandata delle due stazioni di sollevamento

Si prevede l'installazione di due condotte di mandata da 600 mm in PEAD dalle due stazioni di sollevamento fino allo scarico in mare post a est del pennello in progetto che delimita la spiaggia. Le due condotte di mandata saranno posizionate ai piedi dell'attuale passeggiata ed annegati in un cassonetto in calcestruzzo insieme al collettore di cui al punto successivo.

5 - Realizzazione collettore di raccordo

Per consentire il regolare funzionamento dei collettori RB1, RB2 e RB3 con smaltimento dei deflussi verso il mare in condizioni normali, cioè in caso di precipitazione di intensità medio-bassa e livello del mare basso, si prevede la realizzazione di un collettore di raccordo, in tubo corrugato da 1000 mm, tra

gli attuali sbocchi dei tre collettori (RB1, RB2 e RB3) e lo scarico a mare in corrispondenza di dove scaricano le due condotte di mandata di cui al punto precedente.

Lungo il collettore di raccordo saranno realizzati tre pozzetti per il collegamento con i collettori esistenti, che saranno tutti dotati di valvole di ritengo per impedire l'ingresso nel sistema del mare in occasione di eventi di mareggiata. Il collettore sarà posizionato ai piedi dell'attuale passeggiata ed annegato in un cassonetto in calcestruzzo insieme alle due condotte di mandata di cui al punto precedente.

3 PLUVIOMETRIA

Al fine di valutare la portata di progetto che l'impianto di sollevamento deve essere in grado di intercettare e smaltire è stata effettuata una analisi pluviometrica finalizzata ad individuare per un fissato tempo di ritorno, l'altezza di pioggia di data durata che genera la crisi del del sistema di drenaggio. Per definire tali altezze di precipitazione sono state definite le curve di probabilità pluviometrica attraverso l'utilizzo del metodo VAPI. In particolare sono stati presi in considerazione i parametri a ed n di una stazione pluviomentrica ubicata nei pressi del sito di intervento S. Margherita Ligure. Stimati i parametri di forma, k, di scala, α, e di posizione, ε, della DPC/GEV per le stazioni in esame resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno Tr e valore del coefficiente di crescita K:

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left(1 - e^{-k y_T}\right)$$

dove yT indica la variabile ridotta di Gumbel, pari a

$$y_T = -\ln\left(\ln\frac{T}{T-1}\right)$$

L'altezza di pioggia cumulata con periodo di ritorno T-ennale va quindi valutata come

$$h_T(d) = m(d) K_T$$

dove m(d) è il valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale caduta in d ore consecutive.

PLUVIOMETRIA				
S.Marg. Ligure				
epsilon	0.846		epsilon	0.846
alfa	0.275		alfa	0.275
kappa	0.018		kappa	0.018
a1	48.8		a1	48.8
n	0.276		n	0.276
T	50		T	20
y	3.9019		y	2.9702
Kt	1.88		Kt	1.64
durata	1	h	durata	1
h[mm]	91.9		h[mm]	80.1

Tabella 1: parametri a e n

in relazione alle superfici scolanti le durate a cui si farà riferimento per la progettazione sono dell'ordine dei minuti pertanto saranno presi in considerazione le altezze di precipitazione di durata sub oraria calcolata con la seguente relazione:

4 - CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO

Per quanto riguarda il calcolo della portata di progetto sollevamenti si è fatto riferimento alla delimitazioni delle superfici drenanti riportatate in figura 1.

La valutazione della portata è stata effettuata tramite l'applicazione del metodo dell'invaso secondo il metodo italiano considerando un tempo di ritorno di 20 anni. Applicando la seguente relazione:

$$\theta_c = (2.6 + n) \cdot \left(\frac{w}{\varphi \cdot a}\right)^{1/n} \quad \text{[ore]}$$

$$Q_c = S \cdot u = 2168 \cdot S \cdot n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{1/n-1}} \quad \text{[l/s·ha]}$$

dove w è il volume d'invaso specifico pari a

$$w = \frac{W_r + W_o}{10^4 \cdot S} \quad \text{[m]}$$

dove:

Q_c = portata critica	[l/s]
S = area del bacino scolante considerato	[ha]
u = coefficiente udometrico	[l/(s·ha)]
T_c = tempo di corrivazione = $T_e + T_r$	[ore]
φ = coefficiente di afflusso (≤1)	[-]
$a(T)$ = coefficiente della curva di possibilità pluviometrica	[m·ora^{-n}]
n = esponente della curva di possibilità pluviometrica	[-]

il volume invasato è dato dal contributo dei piccoli invasi e del velo idrioco suprficiale variabile tra 10 – 40 mc/ha (W0) e dal volume invasato nelle rete a monte della sezione considerata (Wr).

Il volume della rete è stato valutato considerando l'estesione della rete di collettori afferente all'area drenante valutata pari a circa 6250 m (superfici drenanti rinominate da RB 1 a RB 6) . considerando una sezione media della rete di 2 mq a pieno riempimento si ottiene un volume di circa 12 500 mc.

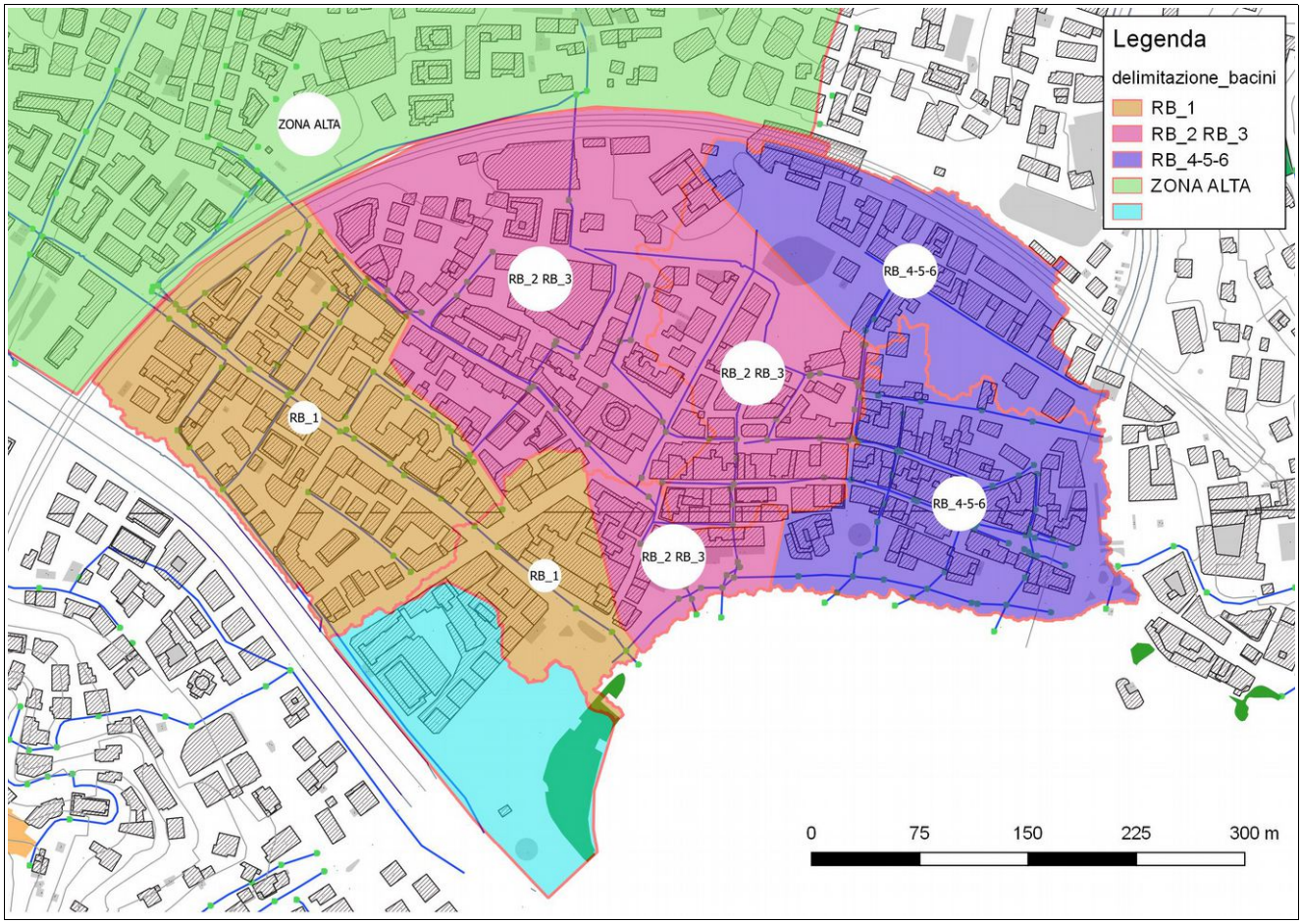


Fig. 1 - delimitazione bacini idrografici

In figura 1 è illustrata la suddivisione in bacini dell'area di interesse. Sulla base dell'andamento della rete è stata effettuata una suddivisione delle superfici drenanti in funzione dei collettori presenti nella rete. L'area di interesse è stata delimitata tenendo conto del limite morfologico offerto dal rilevato ferroviario, in relazione a ciò la superficie drenante è stata così suddivisa.

La superficie totale afferente alle rete è la seguente:

SCARICHI	SUP. mq	SUP. ha
RB_1	56842	5.7
RB_2 RB_3	68507	6.9
RB_4-5-6	69722	7.0
TOT	195071	20

Tabella 2

CALCOLO PORTATA METODO INVASO FORMULAZIONE ITALIANA		
A	80.1	mm
A	0.080	m
n	0.276	-
phi	0.85	-
sup	22	ha
w0	25	mc/ha
w0A	550	mc
sommaW	12500	mc
Wm	13050	mc
w	0.059	m
u	58.48	l/s ha
Q	1.29	mc/s
tc	1.75	ore
	105	min

Tabella 3 - valutazione portata di progetto

in tabella 3 è riportata la stima di massima della porta massima per un tempo di ritorno di 20 anni afferente al bacino drenente considetato e riportato in figura 1. La portata calcolata in realtà è riportita sui sei scarichi esistenti (da RB 1 a RB 6) tuttavia avendo insufficienti informazioni sulla reale suddivisione e sull'organizzazione del reticolo di drenaggio, la portata determinata, a vantaggio di sicurezza, è stata suddivisa in modo uguale sugli scarichi RB 1, e RB 2 RB 3 non considerando il contributo al deflusso dei resistenti scarichi. La scarico RB1 afferisce alla VASCA RB1 e gli scarichi RB 2 e RB 3 afferiscono alla VASCA RB 2 RB 3. Si veda le tavole grafiche per i dettagli.

5 - DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Gli impianti di sollevamento prevedono la realizzazione di una vasca di accumulo temporaneo che ha lo scopo di laminare le portare in arrivo ed è dimensionata affinché accolga gli apporti idrici nel caso di un non funzionamento temporaneo degli impianti di sollevamento.

Successivamente le acque accumulate all'interno della vasca verranno opportunamente sollevate e inviate al corpo idrico recettore.

Gli spazi funzionali dell'impianto, quindi, sono distinti in vasca di accumulo e vasca di aspirazione. Quest'ultima è dimensionata per contenere l'alloggio delle pompe e il volume utile di liquido per regolare l'accensione e l'arresto delle pompe e in particolare:

- limitare il numero di avviamenti ed arresti dei motori entro valori compatibili con il funzionamento degli stessi;
- evitare turbolenze e fenomeni di cavitazione che possono causare danni alle giranti;
- consentire il compenso e la modulazione delle portate da avviare al ricettore.

Mantenendo costante la portata sollevata, progettare un impianto di sollevamento con più pompe risulta più costoso ma assicura il vantaggio di avere una mandata più regolare e corrispondere al portate in ingresso in maniera puntuale. L'impianto di sollevamento in oggetto è previsto di una pompa di riserva con caratteristiche pari a quelle della pompe installate.

Per le pompe si prevede il funzionamento in parallelo. In particolare si prevede l'attacco di ogni pompa quando il livello d'acqua raggiunge nella vasca una prefissata quota e lo stacco avviene per tutte le pompe una volta che il livello si disceso fino al minimo previsto nella vasca di raccolta vedi fig. 2.

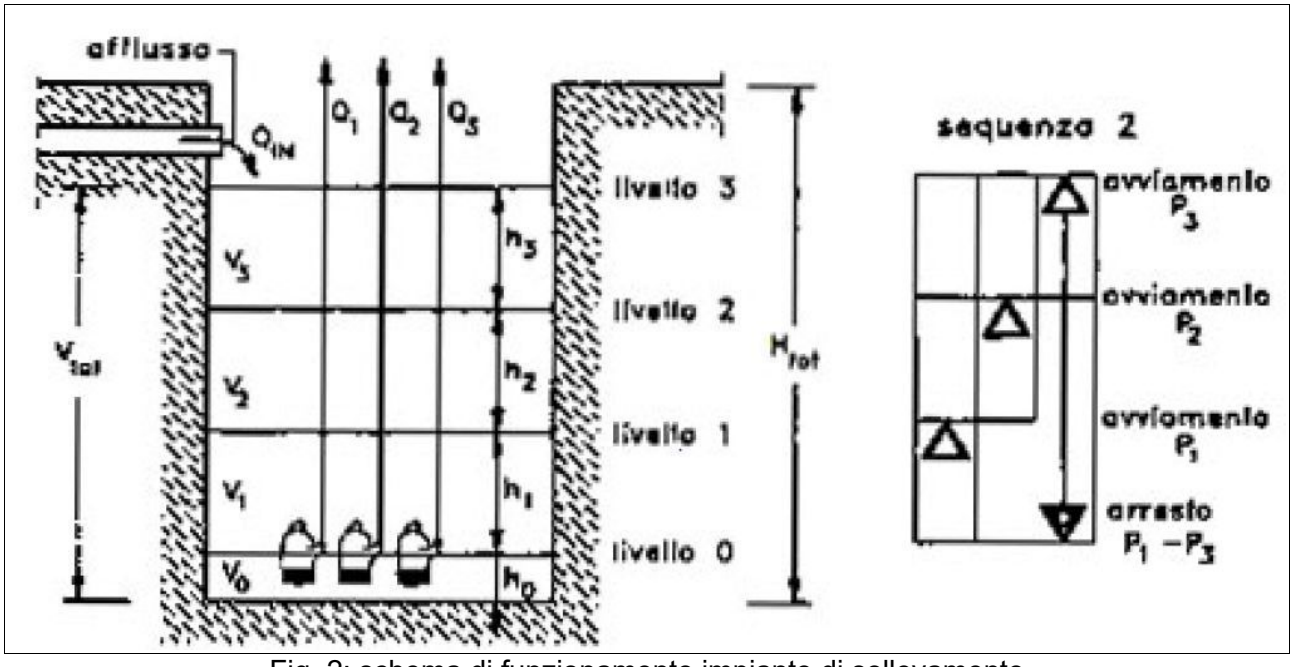
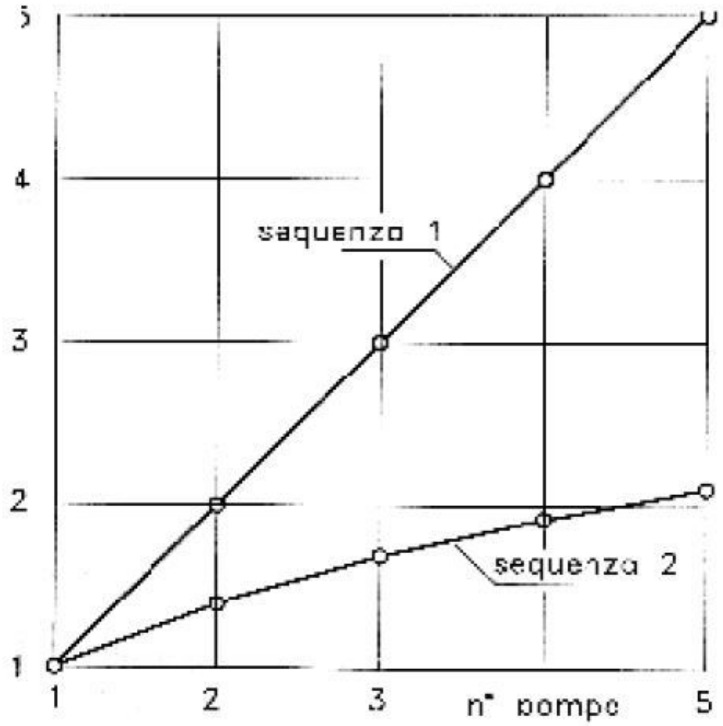


Fig. 2: schema di funzionamento impianto di sollevamento

le relazioni per il calcolo del volume da assegnare alla vasca di raccolta è stato effettuato ricorrendo ad un abaco che lega il volume necessario al numero di pompe e al numero di avviamenti ore delle pompe nell'ipotesi che le pompe siano uguali, vedi fig. 3.



n° pompe uguali	$\Sigma V_i / V_1$	
	sequenza 1	sequenza 2
1	1	1,000
2	2	1,392
3	3	1,688
4	4	1,919
5	5	2,106

Fig. 3: abaco per la stima del volume della vasca di aspirazione

il rapporto:

$$\sum_{i=1}^{k} V_i / V_1$$

è funzione del volume afferente alla i-esima pompa e il volume necessario all'avvio della prima pompa. Che si determina nel modo seguente:

$$V_1 = Tc_1 \cdot \frac{Q_1}{4}$$

dove, Tc1 e il tempo di ciclo, funzione del numero di avviamenti ora, variabili tra 4 e 8, alla portata sollevata dalla pompa, che si ottiene da rapporto dalla portata di progetto, relativa ad un tempo di ritorno di 50 anni, con il numero di pompe che si prevede di far funzionare paria a 2. Dall'abaco prevedendo un numero di pompe pari a 2 si ha un valore della sommatoria di 1.392. applicando le relazioni sopra esposte si ottengono i seguenti risultati. Come si evince dalla tabella seguente il volume di calcolato è stato aumentato fino a 15 mc a scopo cautelativo, il calcolo dell'altezza utile è stato effettuato considerando una superficie utile dei locali di circa 9 mq.

VOLUME VASCA			volume vasca di calcolo	volume vasca di progetto	altezza utile(m)
1	VASCA_RB1	mc	94	**102**	**1.5**
2	VASCA_RB2_3	mc	40	**49**	**1.5**

Tabella 4: volume vasca

il passo successivo è il calcolo della potenza della pompa, funzione della portata da sollevare e della prevalenza.

La portata di progetto per il dimensionamento delle pompe prevede di ripartire in modo uguale la portata di progetto sulle tre pompe che si prevede di far funzionare:

- galleria tranviaria: 0.036 mc/s;

  la prevalenza che la pompa deve essere in grado di superare è la somma di tre contribuiti:
- il dislivello geodetico;
- perdite di carico continue e localizzate;
- altezza utile; nell'ipotesi che il locale pompe venga collocato al di sotto del fondo strada ad una quota tale da consentire l'accumulo dei volumi di progetto. Fermo restando gli altri contributi della prevalenza di progetto, una variazione dell'altezza utile della vasca, quindi della quota dell'asse della girante comporta la variazione di potenza della pompa stessa.

DESCRIZIONE ELEMENTI GALLERIA TRANVIA			U.M.
distanza dalla mandata allo scarico	L_m	145	m
quota scarico	q_sca	2	m slm
portata dimensionamento condotta mandata – TR050	q_p_man	0.600	mc/s
coefficiente scabrezza Hazen-Williams tubi PE	C	150	
Diametro Nominale – interno	DN630	0.555	m
velocità di progetto	V_prog	2.48	m/s
dislivello piezometrico progetto	Dh_mand	0.98	m
portata verifica condotta mandata - TR020	q_ver_man	0.30	mc/s
quota fondo	H_min	-1.67	m slm
quota cresta	H_max	2.00	m slm
dislivello geodetico	Dh_geo	3.67	m slm
perdita di carico localizzate	Dh_loc	0.97	m
Prevalenza progetto		**5.92**	m

Tabella 5: calcolo della prevalenza di progetto

Noti tutti gli elementi è possibile calcolare la potenza della pompa considerando un valore di efficienza pari al 70%

POTENZA POMPA SINGOLA				
2	VASCA_RB1 VASCA_RB2_3	kW	CALCOLATO	PROGETTO
			24	30

Tabella 6: dimensionamento singola pompa

di seguito si riporta un riepilogo dei principali dati connessi al dimensionamento dell'impianto di sollevamento.

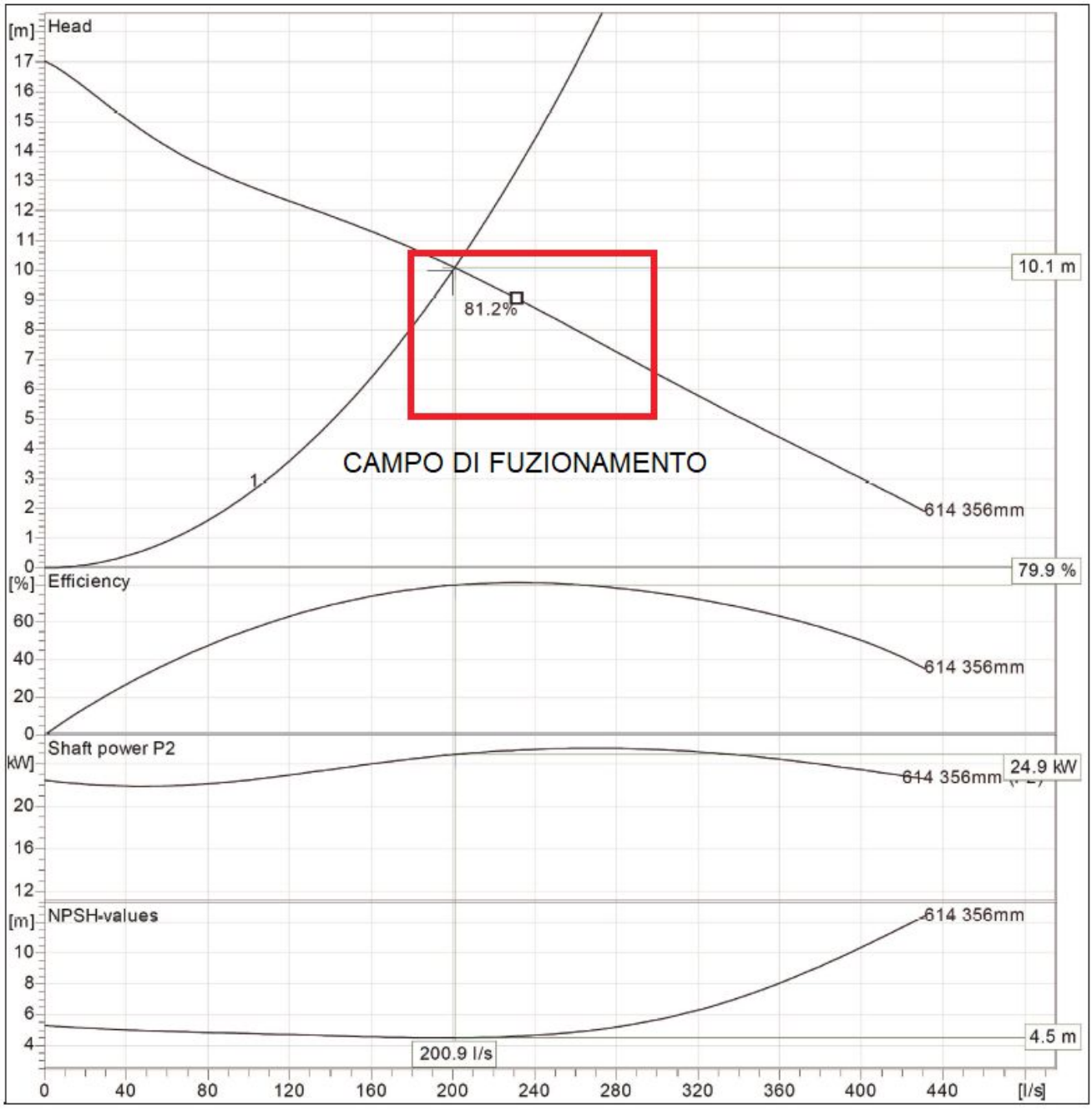
VASCA	NUMERO DI AVVIAMENTI ORA	N (numero pompe, compresa la riserva) PER VASCA	prevalenza (m)	Q p (mc/s) (portata pompa)	Potenza calcolata (kW)	Potenza POMPA (kW)	Volume locale pompe + locale aspirazione (mc)
VASCA_RB1 VASCA_RB2_3	4 VASCA RB 1 8 VASCA RB 2- 3	2	5.6	0.300	24.00	30.00	102

Tabella 7: dimensionamento impianto di sollevamento

Per il calcolo della potenza delle pompe si è tenuto conto anche del volume utile delle vasche, quindi della loro altezza e della quota dell'asse turbine che è posto ad un livello inferiore rispetto al fondo della galleria. Di conseguenza una variazione della quota dell'asse turbine comporta una variazione delle potenza di progetto delle pompe.

6 - SCELTA DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

In relazione alla portata e alla prevalenza è stata scelta una pompa con le seguenti caratteristiche di funzionamento.



7 - VERIFICA DELLE TUBAZIONI FORMANTI LA VASCA

Come illustrato nei capitoli precedenti si prevede di realizzare delle vasche costituite da manufatti circolari di polietilene alta densità con profilo di parete strutturato di tipo spiralato, diametro interno DN/ID1500 mm. La rigidità anulare sarà pari a SN 4 kN/mq (SR24) quando misurata secondo UNI EN ISO 9969. L'equazione che regola il calcolo della deformazione dei tubi spiralati è la classica equazione derivante dal metodo di Spangler.

$$\Delta d = \frac{QKF}{8SN + 0.061E_t}$$

Dove:

- Δd deformazione assoluta diametrale del tubo in senso orizzontale [mm];
- Q il carico totale gravante sul tubo dato dalla somma del carico dovuto al rinterro, al carico indotto dalla falda, dal carico dell'acqua contenuta nella tubazione e dai carichi veicolari e statici [kN/m];
- K coefficiente di sottofondo, parametro che dipende dalla tipologia di appoggio del tubo sul fondo della trincea; si rimanda a quanto contenuto nella successiva tabella;
- F coefficiente di deformazione differita. Esso tiene conto dell'incremento di deformazione che la condotta subisce nel tempo;
- SN rigidezza anulare della tubazione [kN/m2];
- Et modulo di elasticità del terreno di rinfianco secondo Winkler [kN/mq]

La deformazione così calcolata deve dare un risultato di schiacciamento relativo inferiore al 5% del diametro esterno. In funzione delle caratteristiche della tubazione che forma la vasca, dello scavo previsto e del relativo rinterro, in funzione dei carichi stradali presenti.

Dati dimensionali della tubazione formante la vasca

DATI DIMENSIONALI DEL TUBO	
Diametro tubazione, Ø (mm)	1600
Spessore, s (mm)	55
Materiale tubo	PEad
Modulo di elasticità, Em (kN/m²)	900000
Rapporto diametro esterno/spessore, SDR	29
Rigidezza circonferenziale, SN (kN/m²)	3

Fig. 4: Dati vasca

Dati dimensionali della tubazione formante la vasca

DATI DELLO SCAVO	
Larghezza, B (m)	3.00
Altezza sull'estradosso, H (m)	1.30
Modulo elasticità del rinterro, Et (kN/m²)	7000
Peso specifico del rinterro, γt (kN/m³)	20
Angolo di attrito interno, φ (°)	33
Coefficiente di attrito rinterro/pareti, μ	0.65
Coefficiente di rigidezza relativa, n	19.136
Tipo di tubazione	Flessibile
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Larga
Non è applicabile la riduzione del carico per azione attritiva del terreno	

Fig. 5: Dati dello scavo e delle caratteristiche del rinterro

Carico statico rinterro

CARICO STATICO RINTERRO	
Coefficiente di spinta attiva, Ka	0.29
Coefficiente di Marston, χ	0.4
Pressione verticale, qst (kN/m²)	30.6
Carico statico rinterro, Qst (kN/m)	41.6

Fig. 6: Carico statico rinterro

Sovraccarico dinamico

SOVRACCARICO DINAMICO	
Tipologia rete di traffico	Stradale
Tipologia di mezzi (DIN1072)	Pesanti / HT 60
Coefficiente dinamico, ω	1.23
Carico per ruota, P (kN/ruota)	100
Pressione dinamica, qd (kN/m²)	49.4
Sovraccarico dinamico, Qd (kN/m)	79

Fig. 7: sovraccarico dinamico

Sovraccarico Idrostatico

SOVRACCARICO IDROSTATICO	
Profondità quota di falda, h' (m)	1.50
Pressione da falda, qf (kN/m²)	5.89
Carico idrostatico, Qidr (kN/m)	9.42

Fig. 8: Sovraccarico idrostatico

Carico da Fluido trasportato

CARICO DA FLUIDO TRASPORTATO	
Diametro interno tubazione, Di (mm)	1500
Carico da fluido trasportato, Qa (kN/m)	17.34

Fig. 9: Carico da fluido trasportato

Carico totale

CARICO TOTALE	
Carico statico rinterro, Qst (kN/m)	**41.6**
Sovraccarico dinamico, Qd (kN/m)	**79**
Sovraccarico statico, Qs (kN/m)	**0**
Carico idrostatico, Qidr (kN/m)	**9.4**
Carico da fluido trasportato, Qa (kN/m)	**17.3**
Carico totale, Qtot (kN/m)	**147.3**

Fig. 10: carico totale

Reazione laterale terreno

REAZIONE LATERALE DEL TERRENO	
Qualità costipazione	Moderata
Grado di costipazione del terreno, fc	12
Coefficiente di rigidità, cr (N/cm³)	15.6
Pressione laterale del terreno, (kN/m²)	83.6
Reazione laterale del terreno, (kN/m)	**94.6**

Fig. 11: Reazione laterale terreno

Verifica ammissibilità delle deformazioni del tubo

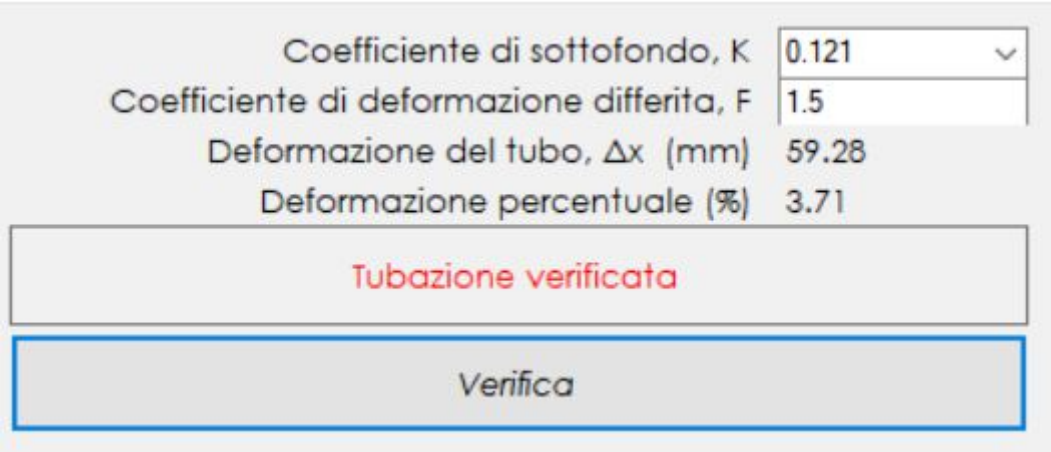


Fig. 12: verifica ammissibilità delle deformazioni

8 - VERIFICA GALLEGGIAMENTO VASCHE

Per la stabilità al galleggiamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante Vinst,d, ovverosia della risultante delle pressioni idrauliche ottenuta considerando separatamente la parte permanente (Ginst,d) e quella variabile (Qinst,d), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti (Gstb,d) e delle resistenze (Rd):

$$V_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

ove

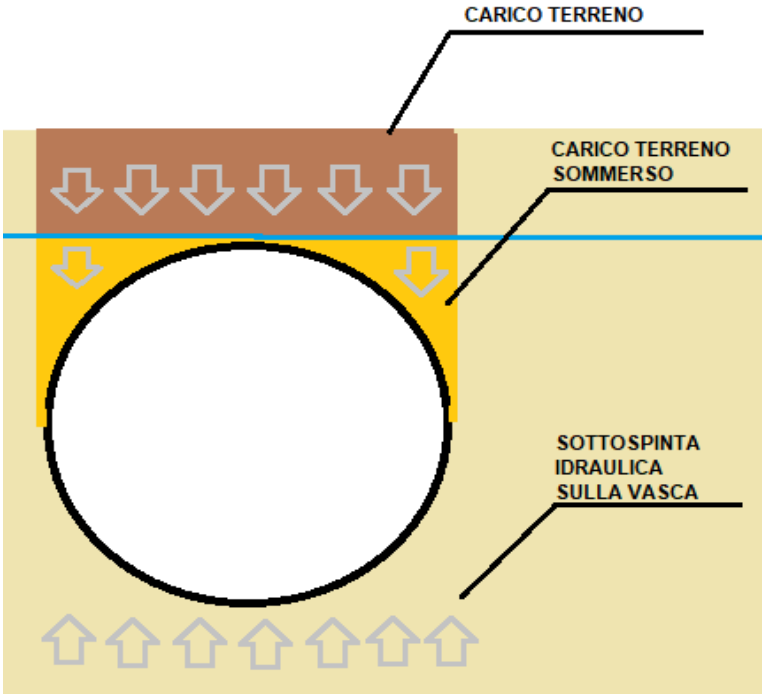
$$V_{inst,d} = G_{stb,d} + Q_{inst,d}$$

Per le verifiche di stabilità al sollevamento, i relativi coefficienti parziali sulle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.III. Al fine del calcolo della resistenza di progetto Rd, tali coefficienti devono essere combinati in modo opportuno con quelli relativi ai parametri geotecnici (M2).

Tab. 6.2.III – *Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento*

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Carichi permanenti G_2[1]	Favorevole	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevole		1,5
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0
	Sfavorevole		1,5

[1] Per i carichi permanenti G2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}



VERIFICA GALLEGGIAMENTO		
LIVELLO DI FALDA IN CORRISPONDENZA DELL'ESTRADOSSO DELLA VASCA		
CARICO PERMANENTE TERRENO		
B	1.60	m
H	1.50	m
VOLUME	2.40	mc
P.S. TERRENO	20.00	kN/mc
CARICO	48.00	kN
COEFF PARZIALE	0.90	
CARICO DI PROGETTO	43.20	kN
CARICO PERMANENTE TERRNO IMMERSO		
VOLUME	0.28	mc
P.S. TERRENO SOMMERSO	10.00	kN/mc
CARICO	2.75	kN
COEFF PARZIALE	0.90	
CARICO DI PROGETTO	2.48	kN
PESO PRORIO		
PESO TUBAZIONE	1.20	kN
COEFF PARZIALE	0.90	
CARICO DI PROGETTO	1.08	kN
SOTTOSPINTA VASCA		
DIAMETRO	1.60	m
VOLUME VASCA	2.01	mc
P.S. ACQUA	10.00	kN/mc
SOTTOSPINTA	20.10	kN
COEFF PARZIALE	1.10	
CARICO DI PROGETTO	22.11	kN
VERIFICA SODDISFATTA		
VERIFICA A GALLEGGIAMENTO		
G_STD,D	45.68	kN
V_INST	22.11	kN

Tabella 8: verifica galleggiamento

9 - GRUPPO ELETTROGENO

A supporto degli impianti di sollevamento si prevede di installare un Gruppo elettrogeno da 250 KVA pari a 200 kWin servizio prime power (PRP) e 275 KVA paro a 220 KW in servizio stand by gruppo elettrogeno con le seguenti caratteristiche:

- MOTORE:
  - · Diesel FPT tipo C87.TE3 (stage 0)
  - · 6 cilindri in linea
  - · raffreddamento ad acqua
  - · turbocompressore azionato dai gas di scarico
  - · aftercooler aria/aria
  - · avviamento elettrico completo di batterie al piombo
  - · regolatore di giri elettronico
- ALTERNATORE:
  - · Sincrono trifase Mecc Alte tipo ECO38 2L/4 (o equivalente primaria marca)
  - · Potenza apparente 300 kVA
  - · Potenza attiva 240 kW
  - · Fattore di potenza 0,8
  - · Tensione di uscita 400V (3p+N)
  - · Frequenza 50 Hz
  - · Numero di giri 1500
  - · Tipo autoregolato ed autoeccitato senza anelli e spazzole
- ACCOPPIAMENTO
  - Il collegamento motore/alternatore è realizzato con l'interposizione di una flangia in ghisa che unisce la campana coprivolano del motore allo scudo dell'alternatore formando così un unico corpo.
- ALLESTIMENTO
  - Su base in acciaio elettrosaldato di elevata robustezza Antivibranti in gomma antiolio Serbatoio carburante a bordo da 200 Lt. completo di bocchettone riempimento esterno.
- QUADRO AUTOMATICO: senza commutazione (a bordo macchina) Permette l'avviamento sia manuale che automatico al mancare delle rete, ed è costituito da:
  - Caratteristiche
  - Casa in lamiera suddivisa in sezione potenza e comandi
  - Centralina elettronica di comando, controllo e protezione, a microprocessore AMF25 (o similare).
  - Display alfanumerico LCD con visualizzazione misure ed anomalie.
  - Interruttore di macchina quadripolare di adeguato amperaggio con protezione magnetica e termica.
  - Caricabatteria automatico

- Barratura di potenza

- COFANO SILENZIATO
- Atto all'alloggiamento di G.E realizzato in lamiera di acciaio ZINCATO pressopiegata e finemente verniciata a polveri epossidiche; rivestimento in materiale fonoassorbente; silenziatori ingresso e uscita aria di ventilazione; porte laterali per una facile ispezione del gruppo; silenziatore gas di scarico di tipo "RESIDENZIALE ad alto abbattimento della rumorosità". Bacino di raccolta liquido motore e carburante GE. Dimensioni esterne 3.750x1.400x1.950(H) - 3.400 Kg.

Il collegamento elettrico elettrico alle stazioni di sollevamento sarà realizzato per ogni pompa con quattro cavi unipolati con le seguenti dimensioni.

					Sezione del cavo 4 X.....mm/q										
Tensione	**Versione**	**Potenza**			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
V		HP	KW	A	**Massima Lunghezza in Metri**										
380 - 415	Trifase	0,75	0,55	1,6 - 1,7	**210**	**315**									
380 - 415	Trifase	1	0,75	2,2 - 2,4	**165**	**240**									
380 - 415	Trifase	1,5	1,1	2,9 - 3,1	**120**	**180**	**285**								
380 - 415	Trifase	2	1,5	4 - 4,4	**90**	**135**	**225**	**260**							
380 - 415	Trifase	3	2,2	5,6 - 6,1	**65**	**100**	**165**	**255**	**390**						
380 - 415	Trifase	4	3	7 - 7,1	**45**	**65**	**110**	**180**	**255**	**420**					
380 - 415	Trifase	5,5	4	8,9 - 9,6	**35**	**50**	**85**	**135**	**195**	**330**	**516**				
380 - 415	Trifase	7,5	5,5	12,3 - 12,7		**42**	**70**	**110**	**165**	**270**	**422**				
380 - 415	Trifase	10	7,5	16,4 - 17,1		**32**	**53**	**84**	**126**	**207**	**324**	**482**			
380 - 415	Trifase	15	11	24 - 24,8			**37**	**58**	**87**	**144**	**225**	**335**	**470**		
380 - 415	Trifase	20	15	31 - 32,4				**46**	**69**	**114**	**178**	**265**	**372**	**490**	
380 - 415	Trifase	25	18,5	39,6 - 40					**55**	**90**	**141**	**210**	**269**	**390**	
380 - 415	Trifase	30	22	45,4 - 48,5					**46**	**76**	**120**	**178**	**251**	**330**	
380 - 415	Trifase	40	30	61,4 - 64,7						**57**	**89**	**132**	**186**	**245**	**340**
380 - 415	Trifase	50	37	78,8 - 81,7						**45**	**70**	**105**	**145**	**190**	**265**
380 - 415	Trifase	60	45							**37**	**60**	**90**	**120**	**160**	**221**

Tabella 9: tabella per il dimensionamento dei cavi per elettropompe sommerse