

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
FABBRICATO PER IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ALLA PK 34+125,00
GENERALE
Relazione tecnica generale e idraulica**

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

| | | | | | | | | |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|---------------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | FOGLIO |
| IN17 | 12 | E | I2 | RO | IN95B0 | 001 | A | - - - P - - - |

| | VISTO CONSORZIO IRICAV DUE | |
|--|----------------------------|------|
| | Firma | Data |
| | Luca RANDOLFI | |

Progettazione:

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | |
|------|-------------|------------------|----------|----------------|----------|-----------------|----------|---|
| A | EMISSIONE | E. Giorgetti | 07/05/21 | L. Alfieri | 07/05/21 | P. Galvanin | 07/05/21 | Ing. Paolo GALVANIN iscritto all'ordine degli ingegneri di Milano n. 21784 n. 21784 industriale n. A 21784 Data: 07/05/2021 |
| | | | | | | | | |

| | | |
|-----------------|----------------------|----------------------------------|
| CIG. 8377957CD1 | CUP: J41E91000000009 | File: IN1712EI2ROIN95B0001A.DOCX |
| | | Cod. origine: |



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

| | | | | | |
|---|------------------|---|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 2 di 13 |

INDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | PREMESSA..... | 3 |
| 2 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 3 |
| 3 | RIFERIMENTI NORMATIVI | 3 |
| 4 | DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO..... | 4 |
| 5 | VERIFICHE IDRAULICHE | 6 |
| 5.1 | Portata in ingresso..... | 6 |
| 5.2 | Volume stop due ore..... | 7 |
| 5.3 | Vasca di aspirazione..... | 7 |
| 5.4 | Macchine idrauliche | 8 |
| 5.5 | Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento | 10 |
| 5.6 | Dotazioni impiantistiche..... | 11 |
| 5.7 | Scarico finale nel Fiume Guà | 12 |

| | | | | | |
|---|------------------|---|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 3 di 13 |

1 PREMESSA

La presente relazione descrive le opere e le verifiche idrauliche previste per il Fabbricato per impianto di sollevamento alla pk 34+125.00 della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

L'impianto di sollevamento in questione è realizzato a servizio del tratto in rilevato RI65A - Rilevato ferroviario dal Km 34+800,16 al Km 35+200,00 della Linea AV/AC. Il recapito ultimo delle acque meteoriche a valle del sollevamento è rappresentato dalla WBS IN61 – Sistemazione alveo fiume Gua alla pk 34+086,16.

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.

Il progetto esecutivo oggetto della presente relazione risponde a quanto previsto nel precedente livello di progettazione definitiva; in questa ulteriore fase sono stati sviluppati gli elaborati conformemente al livello progettuale esecutivo per fornire i necessari elementi di dettaglio. Per quanto riguarda le difformità rispetto al progetto definitivo di rimanda all'elaborato di confronto PD/PE.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

| | |
|-----------------------|--|
| IN1712E12EEIN95B0001A | ELENCO ELABORATI |
| IN1712E12ROIN95B0002A | RELAZIONE DI CONFRONTO PD/PE |
| IN1712E12PZIN95B0001A | PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO, SEZIONI E DETTAGLI |
| IN1712E12PBIN95B0001A | CARPENTERIA E TRACCIAMETNO |
| IN1712E12BZIN95B0001A | ARMATURA |
| IN1712E12CLIN95B0001A | RELAZIONE DI CALCOLO |

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 E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 4 di 13 |

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere in progetto per la presente WBS prevedono la realizzazione di un impianto di sollevamento a servizio del sistema di laminazione del tratto in rilevato RI65A, delle opere di aspirazione e mandata ad esso connesse, e del fabbricato per l'alloggiamento dei quadri elettrici e degli argani per la movimentazione delle pompe. L'opera è collocata tra le pile dei viadotti VI09 - AV - VIADOTTO RIO GUA' da pk 34+125,16 a pk 34+800,16 e VI10 - LS - VIADOTTO RIO GUA' DAL km L.S. 183+778,80 AL km 183+920,70. La portata in ingresso è regolata dai manufatti di scarico posti nelle sezioni di valle dei fossi di laminazione secondo 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.

La vasca ha dimensioni interne pari a 24.00 x 7.25 m in pianta e altezza totale di 2.90m di cui 1 m utile per un totale di volume di invaso pari a 174 m³, tale volume è stato dimensionato in modo da contenere il volume di emergenza nel caso di stop di 2 ore delle macchine.

Le pompe sono collocate in un apposito ribassamento di dimensioni in pianta 2.20x2.00 m e altezza pari a 0.50 m tale da garantire la minima sommersenza delle macchine e il volume di compenso tra accensione e spegnimento.

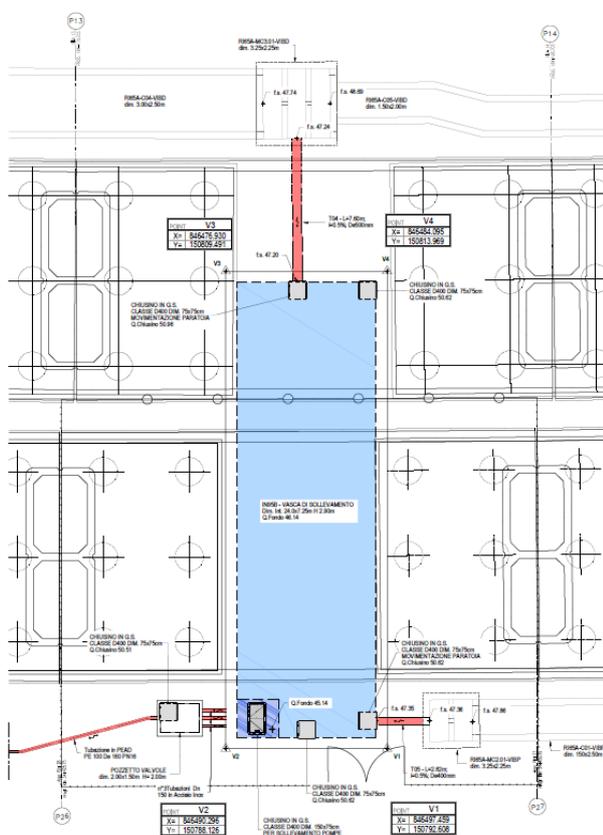


Figura 1 – Vasca di sollevamento - Planimetria

| | | | | | |
|--|------------------|--|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 5 di 13 |

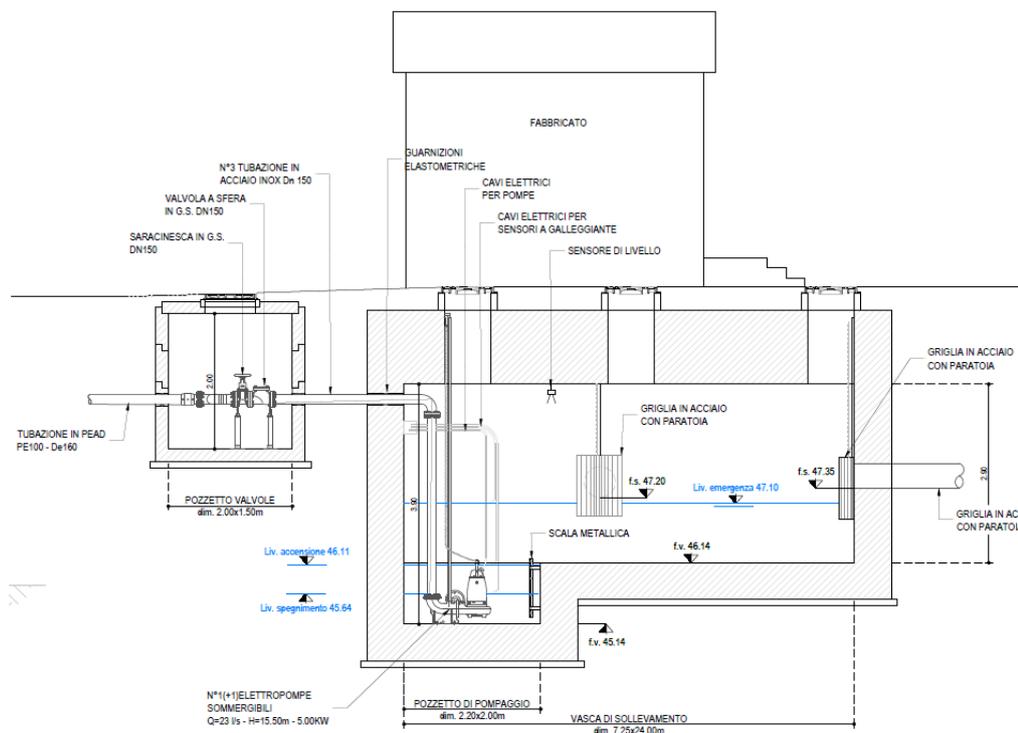


Figura 2 – Vasca di sollevamento – Sezione trasversale

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

Tabella 1 – Caratteristiche macchine idrauliche

| | |
|-------------------------------|------|
| Q [l/s] | 23 |
| Prevalenza [m] | 15.5 |
| Potenza assorbita [kW] | 5 |

Le tubazioni di mandata delle 1+1 pompe convergono in un pozzetto valvole di dimensioni 2.00x1.50x2.00 m da cui ha origine la tubazione di mandata in PEAD PE100 DN160 PN16 di lunghezza pari a circa 329 m verso il recapito. Lungo il tracciato della tubazione di mandata sono previsti 3 pozzetti intermedi di dimensioni 1.00x1.00 m nei quali verrà alloggiata una valvola di sezionamento del collettore in pressione per fine di ispezione e manutenzione.

Il recapito è rappresentato dalla sponda in sinistra idraulica dell'intervento IN61 – Sistemazione alveo fiume Gua alla pk 34+086,16, che prevede argini di altezza pari a 7.50 m dal piano campagna. Le quote sono state studiate in modo tale da garantire lo scarico al di sopra del livello di piena 300-ennale del Fiume Guà, pari a 57.80 m s.l.m.

| | | | | | |
|---|---|---------------------|--|-------------------|---------------------------|
| <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 E12 RO IN 95 B 0 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 6 di 13</p> |

Il collettore di mandata si manterrà a quota di circa -1 m dal p.c. fino al piede dell'argine per poi portarsi in quota risalendo l'argine stesso all'interno di un apposito rilevato di ammorsamento, come illustrato nella seguente immagine.

Il collettore di mandata in pressione di interrompe in corrispondenza di un pozzetto di disconnessione di dimensioni 1.50x1.50x1.00 a partire dal quale avviene lo scarico a gravità nel recapito tramite un tratto di collettore in PVC SN8 DN200.

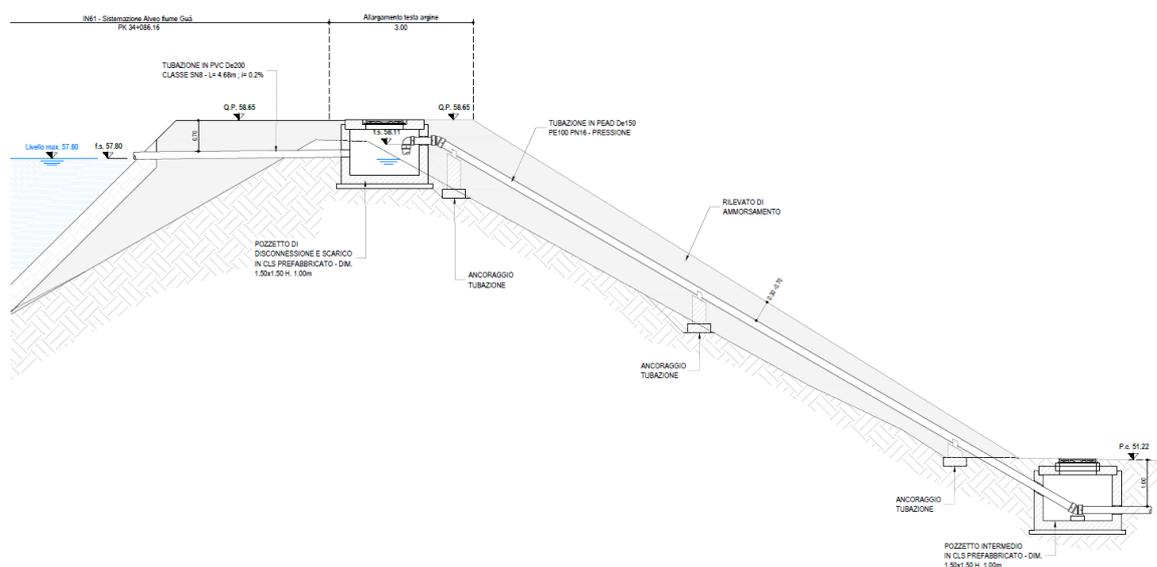


Figura 3 – Dettaglio del pozzetto di disconnessione e scarico finale.

Al di sopra dell'edificio si colloca il fabbricato, che consiste in un edificio in calcestruzzo armato gettato in opera con ingombro in pianta di circa 7,00m x5,20m, 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.

5 VERIFICHE IDRAULICHE

5.1 Portata in ingresso

La portata in ingresso all'impianto di sollevamento è la portata in uscita dal sistema di fossi di laminazione del tratto in rilevato RI65A pari a 23 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. Per il dimensionamento del bacino di laminazione si faccia riferimento al report IN1712EI2RIRI65A4001.

| | | | | | |
|--|------------------|--|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 7 di 13 |

5.2 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.

Considerando i dati di progetto, il volume di accumulo meteorico dovuto ad uno stop pompe di due ore risulta essere pari a 165 m³.

Ne risulta che la vasca di accumulo deve essere in grado di contenere un volume idrico pari a 165 m³.

Il locale pompe dovrà avere una zona più depressa al fine di garantire che l'aspirazione delle pompe rimangano sempre sommerse, l'altezza minima di immersione della pompa è di almeno 0.40 m.

5.3 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 4 – Numero massimo di avviamenti orari da non superare per le pompe con installazione, rispettivamente, a secco e sommersa

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.

| | | | | | |
|---|------------------|---|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 8 di 13 |

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 10 si ottiene un volume di aspirazione pari a $2.06 m^3$, dal quale, tenendo anche conto delle dimensioni in pianta del pozzetto di aspirazione pari a $2.20 \times 2.00 m$ vengono definiti i livelli di attacco e stacco delle pompe:

- Livello di attacco: 46.11 m s.l.m.
- Livello di stacco: 45.64 m s.l.m.

5.4 Macchine idrauliche

L'impianto di sollevamento di progetto è costituito da due macchine idrauliche sommergibili ciascuna in grado di sollevare una portata pari a 23 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 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)

| | | | | | |
|--|--|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 9 di 13 |

$$J = V^{1,85} \times (0,00457 \times D^{0,63} \times C)^{-1,85}$$

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 2 - Coefficienti adimensionali 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 3) e v è velocità nella condotta.

Tabella 3 - Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

| <i>Installazione</i> | <i>Coefficiente K</i> |
|-----------------------|-----------------------|
| Gomito a 90° | 0.75 |
| Giunto a T | 2.00 |
| Valvola a saracinesca | 0.25 |
| Valvola di controllo | 0.30 |

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.

| | | | | | |
|---|---|---------------------|--|-------------------|--------------------------------|
| <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 E12 RO IN 95 B 0 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 10 di 13</p> |

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.

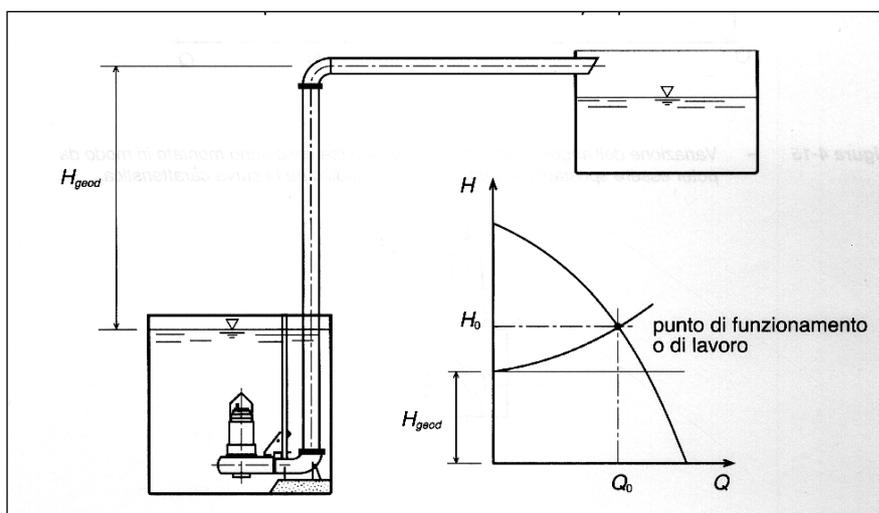


Figura 5 - Punto di lavoro: intersezione tra curva caratteristica dell'impianto e curva caratteristica della pompa

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

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

Assumendo un rendimento pari a 0.7, si ottiene la seguente portata assorbita 5 Kwh

5.5 Dimensionamento idraulico impianto di sollevamento

L'impianto di sollevamento prescelto è costituito da due elettropompe sommerse alloggiato 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 23 l/s. La tubazione di mandata è prevista in PEAD PE100 DN160, la velocità raggiunta nella condotta di mandata è pari a 1.14 m/s.

L'allontanamento delle acque pompate avviene mediante la condotta di mandata di lunghezza pari a circa 326 m che convoglia la portata al pozzetto di disconnessione realizzato in adiacenza all'argine in sponda sinistra

| | | | | | |
|---|------------------|---|--|-----------|-----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento EI2 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 11 di 13 |

del Fiume Guà. Da tale pozzetto avviene poi lo scarico a gravità nel recapito, la quota finale di scarico è stata definita in modo tale da trovarsi al di sopra del massimo livello di piena del Fiume Guà pari a 57.80 m s.l.m.

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

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

$$\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f = 15.50 \text{ m}$$

ΔH_{geo} = dislivello geodetico 58.11 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

Tabella 4 - Perdite di carico continue e localizzate

| PERDITE DISTRIBUITE H-W | | |
|-------------------------|--------|------|
| C | 150.00 | |
| J | 6.19 | m/km |
| Δh_{rc} | 2.27 | m |

| PERDITE CONCENTRATE | | | |
|---------------------|----------|-----------------|-----------------|
| | α | # | $\alpha v^2/2g$ |
| curve 90° | 0.75 | 1 | 0.050 |
| curve 150° | 0.28 | 4 | 0.074 |
| clapet | 1.2 | 1 | 0.079 |
| aspirazione | 0.15 | 1 | 0.010 |
| sbocco | 0.6 | 1 | 0.040 |
| | | Δh_{ri} | 0.253 |

5.6 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 23 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 45.64 m s.l.m. – Livello di stacco
- Livello zero +47 cm – Livello di attacco pompa 1 (di servizio)
- Livello zero +1.46 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.

| | | | | | |
|---|------------------|---|--|-----------|-----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento EI2 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 12 di 13 |

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)

Il carico totale massimo Hmax che si ottiene nella tubazione è quindi pari alla somma del carico statico più il sovraccarico ΔHi.

Considerando manovre di chiusura veloci con Tc pari a 15 sec si ottiene un valore per ΔHi pari a circa 0.5 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.

5.7 Scarico finale nel Fiume Guà

Il dimensionamento del collettore di scarico finale a gravità è dato dal confronto tra la portata transitante, ovvero la portata sollevata e convogliata dalla tubazione di mandata in pressione, e quella massima ammissibile dall'elemento in questione.

Il moto all'interno del collettore a gravità si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare, si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R} j = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove: Q rappresenta la portata di dimensionamento dell'elemento (m^3/s); $k = 1/n$ il coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$) con $n = 0.011$ per i collettori in materiale plastico; A l'area bagnata (m^2); C il contorno bagnato (m); j la pendenza media della condotta (m/m); $R = \frac{A}{C}$ il raggio idraulico (m).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A.

Per i collettori è stato considerato un riempimento massimo del 75%. La velocità deve risultare compresa tra un minimo di 0.5 m/s per evitare sedimentazioni e 5 m/s come indicato nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.11633 del 7/1/19. Nella seguente tabella vengono presentati i risultati dei dimensionamenti relativi al collettore di scarico in PVC SN8 DN200.

Tabella 5 – Dimensionamento del collettore finale di scarico a gravità

| Diametro Commerciale | Pendenza | Lunghezza | MATERIALE | Ks | Qcritica | Qmax riempim. | h riempim. | Rapporto di riempim. | Angolo riempim. | Area bagnata | Velocità |
|----------------------|----------|-----------|-----------|----|----------|---------------|------------|----------------------|-----------------|--------------|----------|
|----------------------|----------|-----------|-----------|----|----------|---------------|------------|----------------------|-----------------|--------------|----------|

| | | | | | |
|---|---|-------------|--|-----------|-----------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| Relazione tecnica generale e idraulica | Progetto IN17 | Lotto 12 | Codifica Documento E12 RO IN 95 B 0 001 | Rev. A | Foglio 13 di 13 |

| | [mm] | [m/m] | [m] | | [m ^{1/3} /s] | [m ³ /s] | [m ³ /s] | [m] | [-] | [gradi] | [m ²] | [m/s] |
|-----------------------------------|------|--------|------|-----|-----------------------|---------------------|---------------------|-----|------|---------|-------------------|-------|
| SCARICO FINALE FIUME GUA | 200 | 0.0100 | 4.70 | PVC | 91 | 0.023 | 0.035 | 0.1 | 0.59 | 201.1 | 0.02 | 1.28 |