

“allegato G_1^ Var”

COMUNE di CASTELFIDARDO

Provincia di Ancona

**LOTTIZZAZIONE COMPARTO EDIFICABILE C2 in
via CARLO MARX – LOCALITÀ ACQUAVIVA**

1^ Variante al progetto approvato con D.C.C. n° 110 del 29/11/2010

PROGETTO STAZIONE di SOLLEVAMENTO ACQUE NERE

conforme al Parere Favorevole espresso dall'APM SpA con prot. 716/2010 del 08/07/2010

relazione tecnico – illustrativa e di calcolo

con allegato il Parere Favorevole dell'APM SpA sull'esame progetto

il Tecnico Progettista

(dott. ing. **Alfredo DURI**)

Loreto, 11 novembre 2013

RELAZIONE TECNICO – ILLUSTRATIVA e di CALCOLO
del PROGETTO STAZIONE di SOLLEVAMENTO

- generalità -

Il progetto di seguito illustrato scaturisce dalla richiesta, prot. 423/08 dell'11/04/2008, avanzata dall'APM SpA in sede di esame del primo progetto trasmesso, per rilascio del suo "Parere Tecnico di accettabilità", dall'Ufficio Tecnico Servizio Urbanistica del Comune di Castelfidardo in merito alla Lottizzazione del comparto edificabile di proprietà OIKOS Immobiliare srl e ubicato in via Carlo Marx – località Acquaviva.

Il nuovo progetto, al quale la presente relazione si riferisce, riguarda la realizzazione di una stazione di sollevamento atta a portare in quota e trasferire i reflui della lottizzazione nel pozzetto presente, lungo via Carlo Marx, di fronte all'impianto di carburanti antistante lo stabilimento della Casa Vinicola Gioacchino Garofoli SpA. Ciò tramite una condotta premente in PEAD interrata e fiancheggiante la suddetta via in direzione Castelfidardo.

Detto impianto di sollevamento sarà dotato di vasca interrata in cemento armato gettato in opera con volume utile maggiore o uguale a volume delle acque reflue calcolato.

All'interno del pozzetto di raccolta è previsto il posizionamento di due elettropompe sommerse con girante a vortice inintascabile del "tipo ultima generazione" che produce rumori ridotti, non necessita di circuiti di raffreddamento (il liquame stesso funge da refrigerante).

rante), permette una facile rimozione per la manutenzione e presenta scarsissimi problemi di cavitazione e innesco, essendo le pompe posizionate sottobattente.

Lo schema di funzionamento è estremamente semplice e consiste nell'utilizzare un sensore di livello che attiva automaticamente la pompa, posta all'interno della vasca di raccolta, quando i liquami raggiungono un fissato livello di massima e la disinserisce, sempre automaticamente, quando essi raggiungono il prefissato livello di minima.

Le due pompe possono funzionare sia alternativamente, sia in contemporanea con la particolarità che, in questo ultimo caso, dovrà essere previsto un secondo sensore di livello per l'innesco anche della seconda pompa.

La partenza e lo stacco delle pompe può essere gestito da semplici sensori di livello posti, all'interno della vasca di raccolta, ad altezze diverse, o tramite centralina di controllo esterna all'impianto e posizionata all'interno del quadro elettrico posto in superficie.

- CALCOLO delle PORTATE -

Il calcolo delle portate è estremamente importante in quanto esso, se correttamente dimensionamento, ottimizzerà l'impianto allungandone la vita utile, diminuendo così i costi di gestione e di manutenzione come anche i relativi consumi energetici.

La portata delle acque nere viene calcolata tenendo conto della "*dotazione idrica giornaliera (D)*" che, secondo le più recenti previsioni del P.R.G. degli acquedotti, è stabilita pari a 350 litri/giorno·abitante.

Quindi, si pone $D = 350$ litri/giorno·abitante

Considerando, a vantaggio della sicurezza, un numero di abitanti serviti "P" pari a 300 persone ($P = 300$ pax), contro i 134 abi-

tanti previsti come insediabili nel comparto in base all'applicazione degli standard urbanistici, la "**portata nominale giornaliera (P_n)**" di acque nere di progetto che la stazione di sollevamento deve sopportare risulta essere:

$$P_n = D \times P = 350 \text{ (litri/day-pax)} \times 300 \text{ (pax)} = 105.000 \text{ litri/day}$$

A detta portata giornaliera corrisponde una "**portata nominale al secondo (Q_n)**" pari a

$$Q_n = 105.000 \text{ litri/day} / 86.400 \text{ sec} = \mathbf{1,215 \text{ litri/sec}}$$

Considerando un "**coefficiente riduttivo**" (α) che tenga conto delle perdite di dispersione della rete di distribuzione, pari a:

$$\alpha = 0,90$$

si potrà determinare la "**portata di progetto (Q_p)**" che sarà minore di quella nominale e cioè pari a:

$$Q_p = Q_n \times \alpha = 1,215 \text{ litri/sec} \times 0,90 = \mathbf{1,09 \text{ litri/sec}}$$

Il progetto deve tenere però conto della "**Portata di picco giornaliera ($Q_{p \text{ max}}$)**" che viene calcolata considerando un "**coefficiente di maggiorazione**" (β) per l'ora di punta che è pari a $\beta = 2,25$ e quindi la portata da tenere in considerazione risulta pari a:

$$Q_{p \text{ max}} = Q_p \times \beta = 1,09 \text{ litri/sec} \times 2,25 = \mathbf{2,45 \text{ litri/sec}}$$

- TUBAZIONE di MANDATA e PREVALENZA -

Per calcolare il "**diametro nominale della tubazione di mandata** [Φ (mm)]" occorre tenere presente che la "**velocità minima** [V_{\min} (m/sec)]" necessaria per evitare formazioni di depositi nelle tubazioni, nel caso di acque di scarico civili, è $V_{\min} = 0,70/0,80$ m/sec e che il limite di "**velocità massima** [V_{\max} (m/sec)]", per evitare l'eccessiva usura della condotta premente, può essere fissato pari a $V_{\max} = 2,0$ m/sec.

Come dati di progetto, oltre alla "**lunghezza condotta di mandata** [L_c (m)]" che è:

$$L_c = 300 \text{ metri}$$

e alla "**Portata di picco giornaliera ($Q_{p \max}$)**" che è:

$$Q_{p \max} = 2,45 \text{ litri/sec,}$$

si ipotizza, per la condotta di mandata da realizzarsi in PEAD, di utilizzare un tubo con:

- "**diametro esterno**" $\Phi = 75$ mm (PEAD DN75 e $S_{\text{pess.}} = 6,8$ mm).

La "**prevalenza geodetica H_g** (metri)", cioè la differenza fra la superficie del liquame del pozzo di stoccaggio e quella del pozzetto o vasca di scarico viene fissata, per tenere conto di possibili modifiche future e quindi a vantaggio della sicurezza, pari a $H_g = 4$ metri (in realtà la differenza di quota non supera i 2 metri).

Al valore sopra fissato debbono essere sommate le "**perdite di carico localizzate e continue**" che vengono misurate anch'esse in metri di colonna d'acqua.

In proposito si evidenzia che le **perdite di carico localizzate** più importanti, negli impianti di sollevamento, sono rappresentate da quelle di "imbocco del liquido sulla pompa" e da quelle di "sbocco del liquido nel pozzetto di scarico".

Le **perdite di carico continue** da considerare sono invece quelle dovute all'attrito e alle turbolenze che il fluido trova lungo tutta la condotta premente.

- **CALCOLO delle PERDITE di carico CONTINUE** -

Per il calcolo delle perdite continue viene utilizzato il grafico di seguito riportato che permette di individuare i metri di colonna d'acqua equivalenti di perdita di pressione ogni 100 metri di condotta premente.

Considerando i **dati di progetto** prima descritti e cioè:

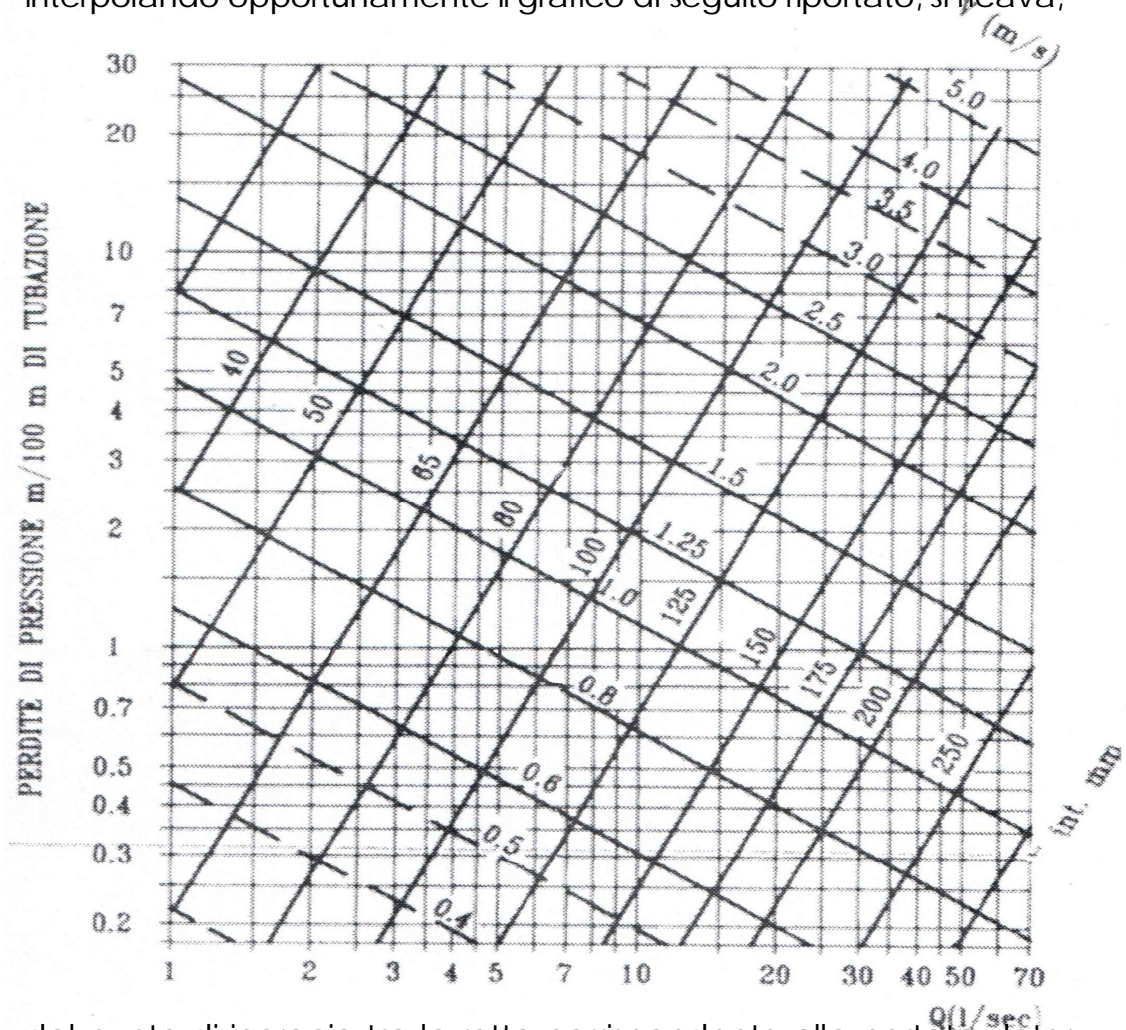
a) portata $Q_{p \max} = 2,45$ litri/sec

b) $L_c = 300$ metri

e l'ipotesi di una condotta con

c) tubo PEAD DE 75 PN16 ($s = 6,8$ mm)

interpolando opportunamente il grafico di seguito riportato, si ricava,



dal punto di incrocio tra la retta corrispondente alla portata determinata (pari a 2,45 litri/sec) e la retta obliqua corrispondente al diametro interno della tubazione scelta ($DE = 75$ mm), in corrispondenza dell'asse delle ordinate, il valore della "**perdita di carico continua (p_{cc})**" ogni 100 metri di tubazione che risulta pari a circa:

$$p_{cc} = 1,24 \text{ metro} / 100 \text{ metri.}$$

Essendo la "*lunghezza della tubazione (L_c)*" pari a circa:

$$L_c = 300 \text{ metri}$$

si determinare, per la condotta DE = 75 mm in esame, il valore totale della "caduta di pressione (Δ_{p1})" lungo tutta la condotta di mandata che risulta pari a:

$$\Delta_{p1}(DE = 75 \text{ mm}) = p_{CC} \times L_c = 1,24 \text{ (m)} / 100 \text{ (m)} \times 300 \text{ (m)} = 3,72 \text{ (m)}$$

Sempre utilizzando il grafico di cui sopra, dal punto di incrocio come sopra individuato, si ricava il valore approssimato della "**Velocità del fluido** (V_f)" all'interno della tubazione che è pari a circa

$$V_f = 0,82 \text{ m/sec circa.}$$

Tale valore di velocità risulta interna alla forchetta specificata a pag. 5/21 per cui si può concludere che l'adozione di una condotta premente costituita da un tubo **PEAD DE 75 PN16** è soddisfacente.

- CALCOLO delle PERDITE di carico LOCALIZZATE -

Essendo l'impianto oggetto del presente calcolo caratterizzato da una condotta premente in PEAD con DE = 75 mm, relativamente lunga e con pochissime curve, fissando, in base ai dati sopra determinati, una velocità massima del fluido pari a:

$$V_f = 1,00 \text{ m/sec (ciò con riferimento alla determinazione sopra riportata),}$$

dalla tabella riportata a pagina seguente si può determinare il valore della "perdita di carico localizzata p_{CL} " che, per tubazioni lunghe con poche curve e con una velocità $V_f = 1,00 \text{ m/sec}$ come sopra fissata, risulta:

$$H_{localizzata} (DE = 75\text{mm}) = 0,30 \text{ metri}$$

| | V=1/m/sec | V=1,5/m/sec | V=2/m/sec |
|----------------------------------|-----------|-------------|-----------|
| Lunghe tubazioni con molte curve | 0,4 m | 0,9 m | 1,6 m |
| Lunghe tubazioni con poche curve | 0,3 m | 0,7 m | 1,2 m |
| Corte tubazioni con molte curve | 0,2 m | 0,45 m | 0,8 m |
| Corte tubazioni con poche curve | 0,1 m | 0,25 m | 0,4 m |

Dai dati sopra riportati si può concludere che con l'utilizzo di un tubo PEAD con DE = 75 mm, al quale corrisponde una

$$\Delta_{p1tot}(DE = 75mm) = \Delta_{p1} + H_{localizzata} = 3,72 + 0,30 = 4,02 \text{ metri}$$

Alle cadute di pressione come sopra calcolate deve essere sommata una ulteriore caduta di pressione per la presenza di raccordi e valvole, che può essere valutato pari a

$$\Delta_{p3} = 1,20 \text{ metri.}$$

Per quanto sopra, la "**caduta di pressione totale**" risulta quindi pari a:

$$\Delta_{ptot} (H_2O) = \Delta_{p1} + \Delta_{p2} + \Delta_{p3} = 3,72 + 0,30 + 1,20 = 5,22 \text{ metri}$$

Essendo, infine, la densità dei liquidi fognari superiore a quella dell'acqua di circa 1,10/1,15 volte, la caduta di pressione totale dei liquidi in questione può essere valutata pari a circa:

$$\Delta_{ptot} (liq fog) = 1,15 \times 5,22 \text{ m} = 6,37 \text{ metri}$$

Le **caratteristiche della "pompa da utilizzare"** devono essere tali da garantire, per quanto riportato a pag. 5/21, una "**Prevalenza totale**" pari a:

$$P_t = H_g + \Delta_{ptot} (liq fog) = (4,00 + 6,37) = 10,37 \text{ metri}$$

e, come riportato a pag. 6/21, una "**Portata totale**" pari a:

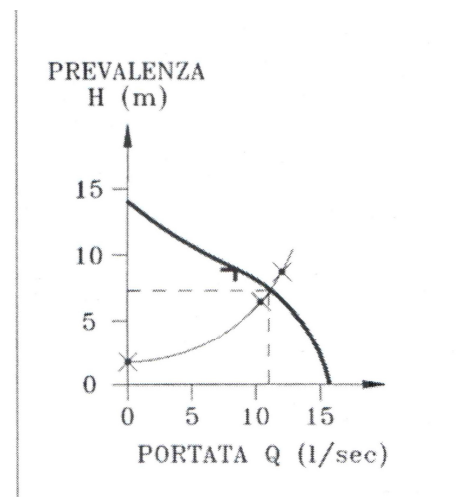
$$Q_t = 2,45 \text{ l/sec}$$

- SISTEMA di POMPAGGIO -

Dopo aver determinate la "prevalenza totale" e la "portata totale" richieste dall'impianto si deve procedere alla scelta della "pompa" da utilizzare evitando che i suoi punti di lavoro cadano nelle zone di inizio e fine delle sue curve caratteristiche e facendo in modo che essi cadano, invece, al centro di dette curve e con curve di rendimento piuttosto appiattite nell'intorno del loro punto di lavoro. Ciò per ottenere i massimi rendimenti possibili.

Questo perché, così facendo e in considerazione del fatto che piccole oscillazioni di portata comportano uno spostamento intorno al punto di lavoro, la prevalenza della pompa rimarrà sempre costante.

La prima cosa da tenere presente, nella determinazione del tipo di pompa da scegliere, è di stabilire i "cicli" di accensione e di spegnimento che i motori delle pompe devono compiere per svolgere le funzioni sia di accumulo che di compenso delle portate in arrivo.



Il funzionamento intermittente dell'impianto è regolato dal "livello di minimo" (arresto della pompa) e dal "livello di massima" (avvio della pompa).

Il "livello di minimo" deve essere tale da far rimanere la pompa sempre sommersa così da impedirne il surriscaldamento evitando la creazione di fenomeni di cavitazione.

Il "livello di massima" è funzione delle portate di afflusso ma soprattutto del tempo di stazionamento dei liquami nel serbatoio di

raccolta e deve essere tale da minimizzare i fenomeni di sedimentazione e di fermentazione.

Per limitare il Volume utile del serbatoio di raccolta, dovrà essere limitata la *"quota del livello di massima"* individuando una pompa capace di sopportare i numerosi cicli orari di avviamento/spegnimento ai quali la pompa sarà sottoposta. Ciò in modo da ridurre l'intervallo di tempo fra due cicli successivi.

Al contenimento delle opere di scavo e, conseguentemente, delle opere edili per la realizzazione di una *"camera di aspirazione"* di limitate dimensioni corrisponde anche un chiaro vantaggio economico.

Mentre la UNI EN 12056-4 suggerisce per le varie pompe in commercio le seguenti durate minime di funzionamento con un pompaggio minimo di 20 litri,

- $t = 2,2$ sec, per pompe fino a 2,5 kw
- $t = 5,5$ sec, per pompe da 2,5 a 7,5 kw
- $t = 5,5$ sec, per pompe oltre 7,5 kw

i costruttori di pompe in modo più restrittivo suggeriscono:

- max 12 avviamenti/ora, per pompe fino a 5 kw
- max 8 avviamenti/ora, per pompe oltre 5 kw

Nello specifico l'impianto di sollevamento in progetto prevede l'utilizzo di due pompe sommerse di cui una per il funzionamento primario e l'altra per il funzionamento di riserva che, chiaramente deve entrare in azione solo nel caso in cui la prima interrompa il suo normale funzionamento.

Quanto sopra con l'accorgimento di installare un apposito sistema tecnologico che faccia funzionare ciclicamente le due le pompe e ciò per evitare che sia normalmente in funzione sempre, la stessa pompa mentre l'altra rimane sempre inattiva con il pericolo che essa non entri in funzione nel momento di necessità.

Per garantire nel tempo la perfetta efficienza dell'impianto di sollevamento deve essere anche verificato che il numero degli avviamenti orari delle pompe non ecceda i limiti imposti dal costruttore così come evidenziati nella seguente tabella:

Tabella 7-1 – Numero massimo di avviamenti orari da non superare per le pompe con installazione rispettivamente a secco e sommersa.

| 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 |

Nella fattispecie del caso in esame tale particolarità è garantita in quanto il progetto prevede un massimo di 6 avviamenti/ora e la pompa prescelta ne garantisce un massimo di 30.

Nel caso di impianti dotati di una sola pompa, il tempo T_1 che essa impiega ad abbassare il livello del liquame, da quello massimo a quello di minimo, in una camera di aspirazione alimentata con una portata di afflusso Q costante è dato dalla seguente espressione:

$$T_1 = V / (Q_m - Q)$$

dove:

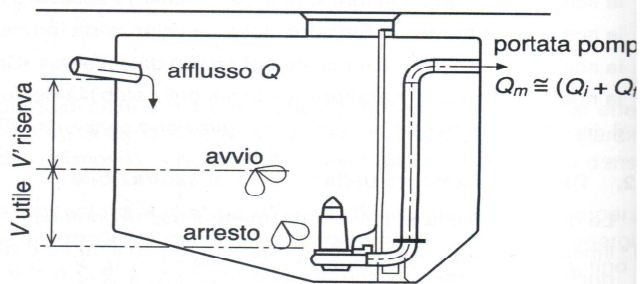
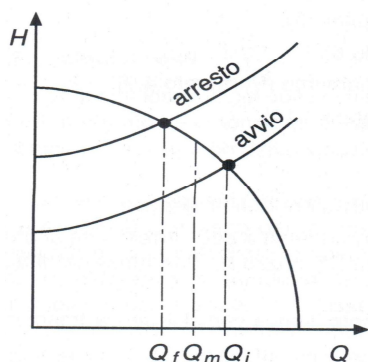
V = volume utile della camera (corrispondente al volume della camera compreso tra il livello minimo e il livello massimo)

e

$$Q_m = (Q_i + Q_f)/2,$$

rappresenta la media tra la portata Q_i erogata dalla pompa e Q_f erogata dalla pompa in corrispondenza del livello minimo al momento dell'arresto.

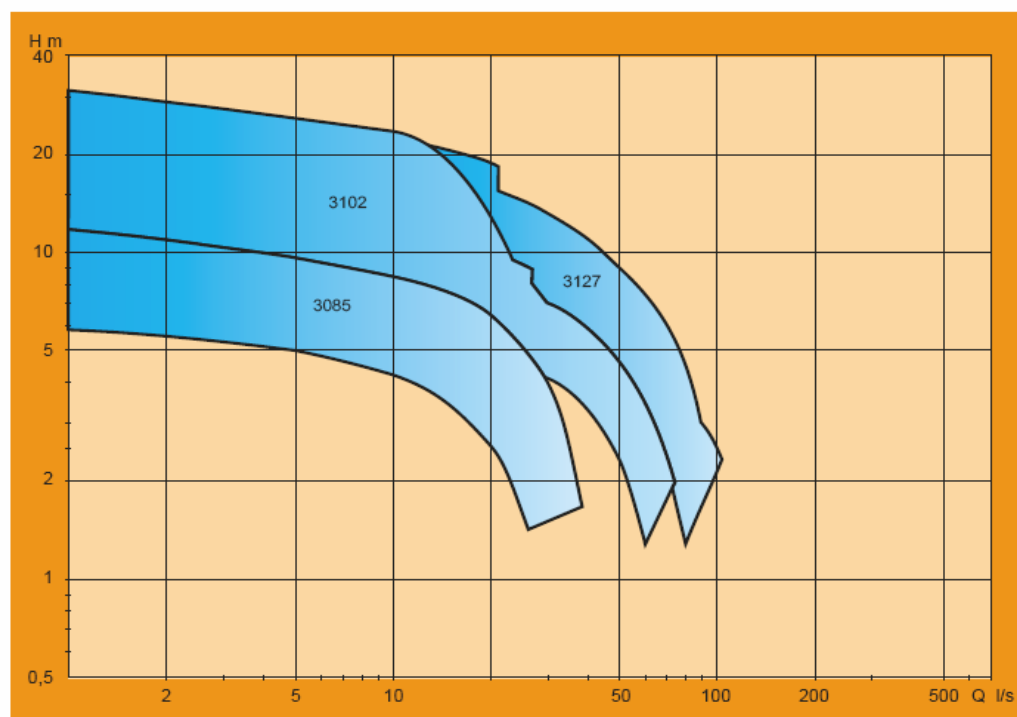
Figura 7-1 - Avvio e arresto di un impianto dotato di una sola pompa.



Tipo di pompa prescelto

| Modello | Versione | Altezza max (mm) | Larghezza max (mm) | Peso (kg) | Fasi | Potenza (kW) | Mandata (mm) |
|---------|----------|------------------|--------------------|-----------|------|--------------|--------------|
| N3085 | MT | 515 | 315 | 66 | 1/3~ | 1,3÷2,0 | 80/100 |
| N 3102 | LT | 615 | 395 | 120 | 3~ | 2,4÷3,1 | 150 |
| | MT | 610 | 395 | 107 | | | 100 |
| | LT | 675 | 430 | 154 | | | 200 |
| N 3127 | MT | 660 | 400 | 152 | 3~ | 4,0÷5,9 | 150 |
| | HT | 755 | 425 | 147 | | | 100 |

Caratteristiche tecniche pompe N piccole

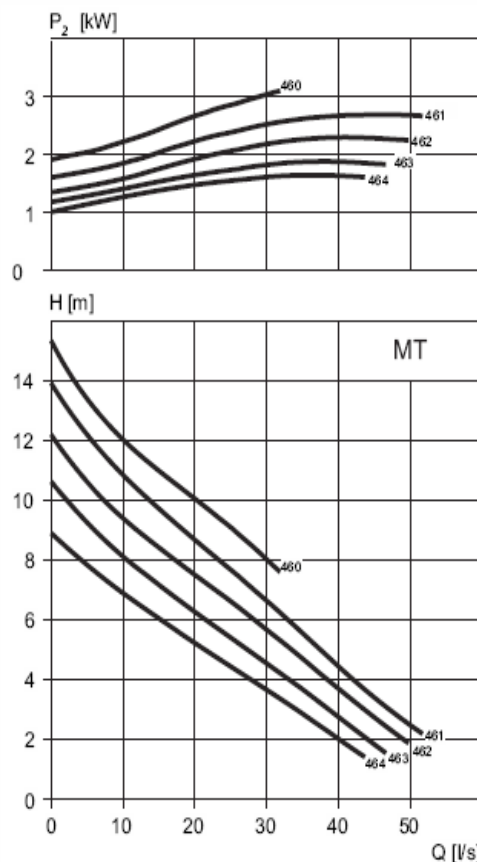


Dati motore e curve caratteristiche, versione MT

| Numero girante | Potenza resa nominale, kW | Assorbimento nominale, A | Corrente di avviamento, A | Fattore di potenza cos φ | Disponibilità versione antideflagrante | Installazione | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--|---------------|---|---|---|--|
| | | | | | | P | S | T | Z | |
| 400 V, 50 Hz, 3 ~, 1460 g/min | | | | | | | | | | |
| 462 ¹ | 2,4 | 5,7 | 40,0 | 0,71 | • | | | • | • | |
| 463 | 2,4 | 5,7 | 40,0 | 0,71 | • | | | • | • | |
| 464 | 2,4 | 5,7 | 40,0 | 0,71 | • | | | • | • | |
| 400 V, 50 Hz, 3 ~, 1450 g/min | | | | | | | | | | |
| 460 ¹ | 3,1 | 6,8 | 40,0 | 0,78 | • | • | • | | | |
| 461 | 3,1 | 6,8 | 40,0 | 0,78 | • | • | • | | | |
| 462 ¹ | 3,1 | 6,8 | 40,0 | 0,78 | • | • | • | | | |
| 463 | 3,1 | 6,8 | 40,0 | 0,78 | • | • | • | | | |
| 464 ¹ | 3,1 | 6,8 | 40,0 | 0,78 | • | • | • | | | |

La corrente di avviamento Y/D è approssimativamente 1/3 di quella di avviamento D

¹ Only .181.



Utilizzando una pompa con installazione sommersa (P o S), sapendo che la prevalenza massima è di 11,71 metri, dalla curve caratteristiche di cui sopra, per una pompa con “numero girante” 461, si determina una portata media di erogazione della pompa compreso tra 9 e 10 litri/sec.

Il tempo necessario affinché il livello risalga da quello minimo a quello massimo per effetto della portata di afflusso “Q” è dato dall’espressione:

$$T_2 = V \cdot Q$$

pe cui il tempo “T” che intercorre tra due successivi avviamenti della pompa è dato da:

$$T = T_1 + T_2 = V / (Q_m - Q) + V / Q.$$

Sviluppando la formula si può dimostrare che il tempo "T" è minimo, e quindi il numero degli attacchi orari "Z" è massimo, quando la portata media "Q_m" della pompa è doppia di quella "Q" affluente, (Q/Q_m = 0.50), sicché il numero massimo degli avviamenti può essere calcolato attraverso l'espressione:

$$Z_{\max} = 3600/T_{\min} =$$

$$= 3600 / (4 \cdot V/Q_m) = 900 \cdot Q_m/V$$

A questo punto è possibile calcolare il **Volume utile della camera di aspirazione (V)** con la seguente formula:

$$V = 900 \times Q_m / Z_{\max} =$$

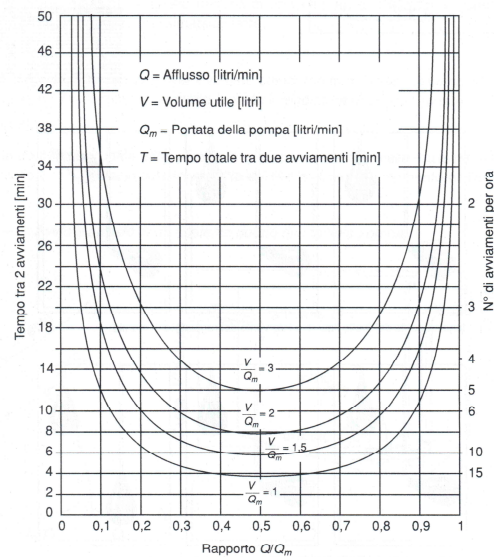
$$= 900 \text{ (sec)} \times 10 \text{ (litri/sec)} / 6 =$$

$$= 1.500 \text{ litri} = \mathbf{1,50 \text{ m}^3}$$



N 3102

Figura 7-3 - Intervallo di tempo fra due avviamenti (ovvero numero di avviamenti per ora) in funzione del rapporto tra la portata in ingresso e la portata media della pompa Q/Q_m per diversi valori del rapporto tra il volume utile e la portata media della pompa V/Q_m.



Pompa sommersibile con girante a vortice

- FUNZIONAMENTO di EMERGENZA -

Nella realizzazione della stazione di sollevamento, per tenere conto di una eventuale interruzione della fornitura di energia elettrica o di una contestuale rottura di entrambe le pompe, il progetto prevede, e l'esecutore ne dovrà tenere conto realizzandola, che nella camera di raccolta venga posizionato un tubo di troppo pieno capace di scaricare, per tutto il tempo necessario alla rimessa in pristino dell'impianto, le acque nere nel più vicino collettore.

- GEOMETRIA della CAMERA di ASPIRAZIONE -

Dimensionata la **camera di aspirazione**, si deve porre particolare attenzione alla progettazione della sua geometria in modo da rendere più omogeneo possibile il flusso dei liquami verso la pompa, evitando vortici e/o ingresso di aria nella pompa e conseguentemente nella tubazione di mandata.

A tale proposito il fondo della camera viene progettato opportunamente sagomato e con pavimento discendente verso le pompe che devono essere tenute a una adeguata distanza dal fondo che non deve essere né troppo limitata, per non creare gorgi per l'aspirazione, né eccessiva per evitare eventuali fenomeni di sedimentazione.

La direzione di afflusso dei liquami deve essere affine a quella della girante della pompa e non deve urtare le pompe stesse.

- ACCESSORI a CORREDO dell'IMPIANTO -

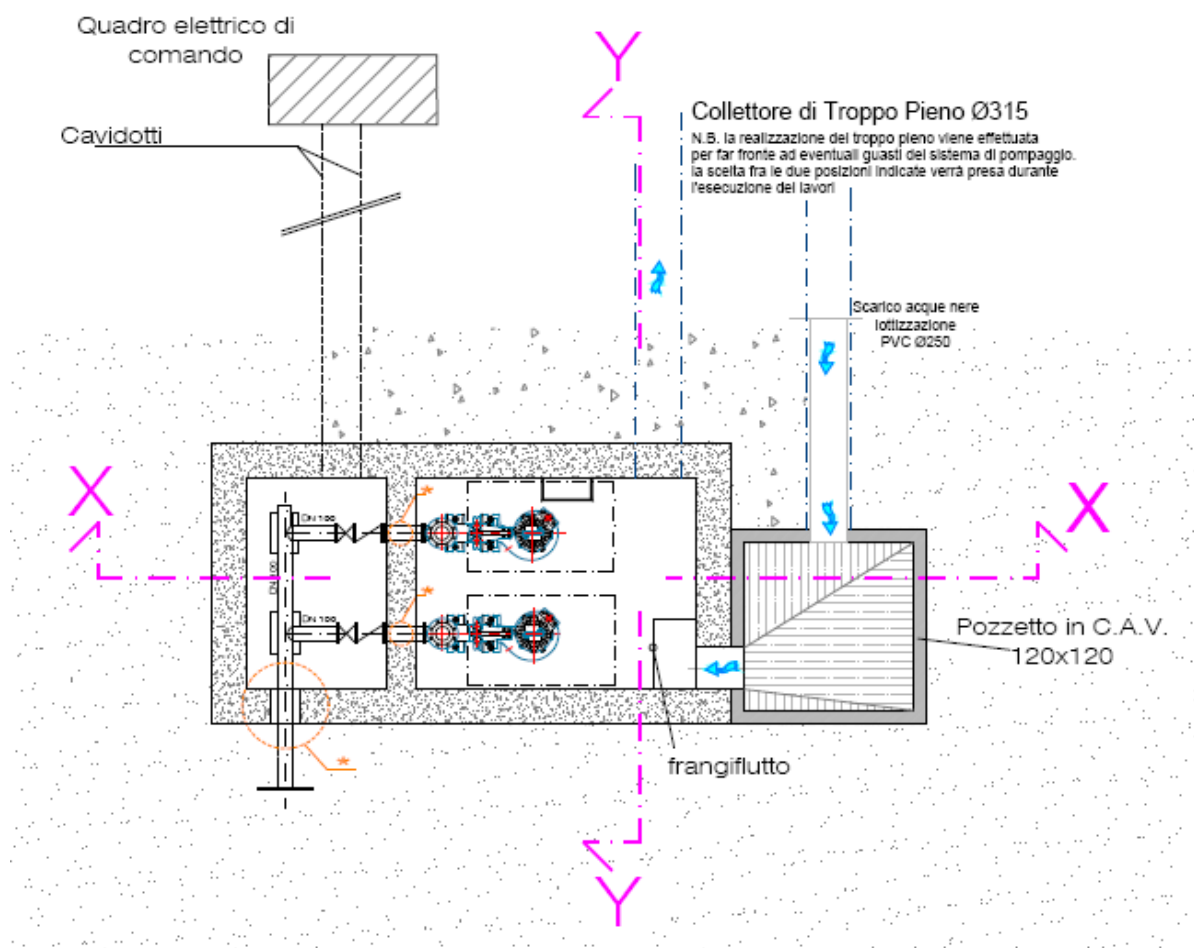
L'impianto di sollevamento sarà corredato di elementi accessori, come le valvole di ritegno, che devono impedire il ritorno del flusso a seguito di un eventuale arresto della pompa.

Le flange di attacco delle valvole di ritegno, che possono indifferentemente essere di tipo a clapet, a palla o a farfalla, devono avere le luci di passaggio con diametro almeno uguale a quello delle tubazioni di collegamento.

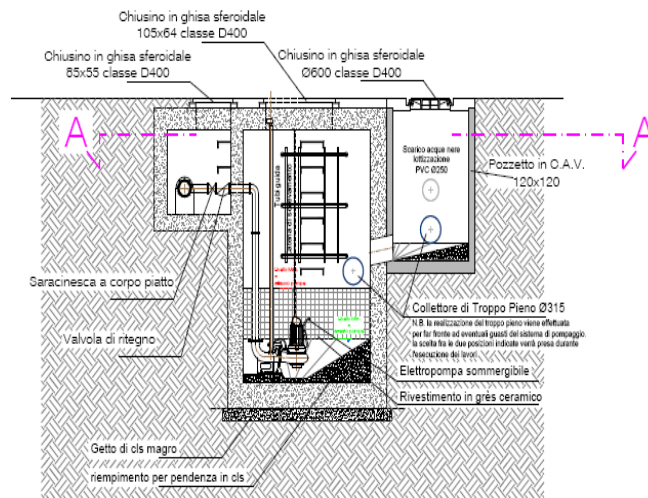
A valle delle valvole è prevista l'installazione di una saracinesca di intercettazione da usarsi nel caso in cui si debba intervenire, isolandola, sulle pompa per opere di manutenzione.

Tutti i dispositivi elettrici e gli eventuali elementi di telecomando della stazione saranno alloggiati in un box in superficie dove è previsto anche il posizionamento del quadro elettrico.

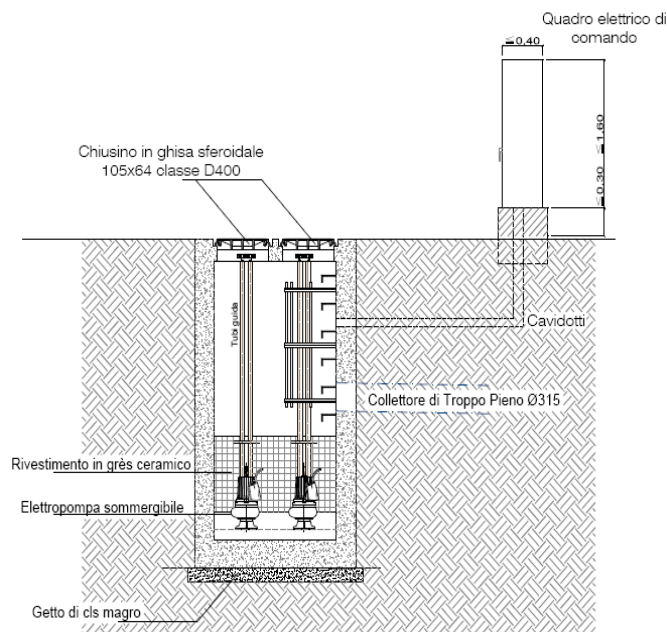
Stazione di sollevamento
pianta



Stazione di sollevamento - Sezione X - X



Stazione di sollevamento - sezione Y - Y



il Tecnico Progettista

(dott. ing. **Alfredo DURI**)

Loreto, 11 novembre 2013

Stad/ad

file PC4\va_pratiche\01085-oikos castelfidardo\1^ variante\allegati\rel tec-III e calcolo staz soll_1^Vmod.doc