

Ambito Territoriale Ottimale n.3
Ente d'Ambito Sarnese Vesuviano



Comune di Torre del Greco
Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento
dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali
- 2° Lotto -

 AceeGori Servizi Gruppo Acea INGEGNERIA Il Responsabile ing. Domenico Cesare COLLABORATORI geom. Domingo Gambardella geom. Raimondo Nugnes DATA	7305	PROGETTO DEFINITIVO				
	Elaborato:	Titolo:				
	TD 03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche				
	Scala:					
		Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
		DIRETTORE TECNICO ing. Antonio De Cicco		IL R.U.P.		

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

INDICE

I.	Premessa	2
II.	Impianto di sollevamento di San Giuseppe alle Paludi	3
II.1	Controllo dei sedimenti	4
II.1.1	Caratteristiche dei sedimenti fognari	4
II.1.2	Sforzi tangenziali minimi e velocità minime	7
II.2	Dimensionamento e verifica I gruppo pompaggio	9
II.2.1	Scelta delle pompe da adottare	10
II.2.2	Dimensionamento della vasca di aspirazione	16
II.2.3	Quadro elettrico di potenza e automazione elettropompe QAVV	19
II.3	Dimensionamento e verifica II gruppo di pompaggio	22
II.3.1	Scelta delle pompe da adottare	23
II.3.2	Dimensionamento della vasca di aspirazione	29
II.3.3	Quadro elettrico di potenza e automazione elettropompe QAVV	31
II.4	Verifica al colpo d'ariete.....	34
II.5	Pretrattamenti	41
II.5.1	Sistema di grigliatura grossolana	41
II.5.2	Sistema di grigliatura fine	42
II.6	Sistema di ventilazione	43
II.6.1	Locale trasformatore	43
II.6.2	Locale elettropompe	44
II.6.3	Impianto di pretrattamento	45
III.	Opere comprensoriali del PS3/120-Foce Sarno.....	47
III.1	Centrale di sollevamento n.2 di Torre Annunziata	47
III.2	Centrale di sollevamento n.3 di Torre Annunziata	50

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

I.Premessa

Gli interventi previsti nel presente progetto rivestono una fondamentale importanza per il risanamento igienico sanitario del Comune di Torre del Greco e per il risanamento ambientale del litorale vesuviano, attraverso la realizzazione delle opere necessarie a sollevare le acque reflue nella galleria comprensoriale di Torre Annunziata, diretta all'impianto di depurazione di Foce Sarno, di competenza dell'ATO 3.

Nel presente Il Lotto, per rendere organico e funzionale quanto già progettato nell'ambito del I Lotto, è prevista la realizzazione di un nuovo impianto di sollevamento, denominato "Stazione di sollevamento di San Giuseppe alle Paludi", da realizzarsi nell'area di sedime dell'omonimo ex impianto di depurazione.

Nell'ambito della presente relazione si riporta inoltre una verifica idraulica delle centrali di sollevamento comprensoriali n.2 e n.3 , in tenimento di Torre Annunziata, dettata dai maggiori apporti di reflui derivanti dalla rete fognaria di Torre del Greco, attraverso il collettore in microtunnelling di via Fusco.

Il sollevamento di progetto di San Giuseppe alle Paludi risulta così costituito:

- una camera di aspirazione delle elettropompe, ricavata dalla esistente vasca circolare di sedimentazione, di volume sufficiente a consentire il corretto funzionamento della stazione. Il suo dimensionamento nasce dalla necessità di non superare un numero di attacchi delle pompe in 1 ora e di non far sostare il liquame troppo a lungo nella stazione per evitare fenomeni ossidativi;
- un gruppo di 8 elettropompe ad asse verticale per il nuovo sollevamento;
- una camera di manovra in cui sono alloggiare le otto elettropompe ed il relativo piping, dalla quale partono le tubazioni prementi dell'impianto. In questa camera sono installate anche le valvole di intercettazione idraulica (valvole di ritegno e saracinesche);
- i quadri elettrici di potenza e controllo della stazione di sollevamento, che prevede il ricorso a misuratori di livello a variazione di assetto, che gestiscono le operazioni di attacco e stacco delle pompe a livelli prefissati nella vasca.

Per quanto riguarda i tronchi prementi, il coefficiente di diluizione è stato posto pari a 5, per cui le tubazioni sono state dimensionate sulla base di una portata di progetto assunta pari a cinque volte la portata media nera Q_{mn}.

E' prevista inoltre l'installazione di un gruppo elettrogeno di emergenza ad intervento automatico, per sopperire alle interruzioni casuali di energia elettrica che si possono verificare nella rete elettrica nazionale.

Per semplificare la futura gestione dell'impianto di sollevamento di progetto, lo stesso

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

sarà dotato di un quadro di telecontrollo, facente capo alla stazione centrale del soggetto gestore unico G.O.R.I. S.p.A.

II. Impianto di sollevamento di San Giuseppe alle Paludi

Per il dimensionamento della stazione di sollevamento si è considerato il numero di 64.069 abitanti equivalenti che potenzialmente ne usufruiranno, assegnando una dotazione idrica pro-capite di 320 litri*abitante/giorno (pari a 0.22 l*ab/min).

Il potenziale afflusso idrico che si può presentare nella stazione di pompaggio è così calcolato in funzione dei seguenti parametri:

- **Abitanti serviti (N):** espressa in abitanti equivalenti (A.E.), previsione della popolazione da servire durante la vita nominale della fognatura (40÷50 anni). Si considera un numero di abitanti convenzionali pari a **64069 A.E.**
- **Dotazione idrica procapite (d):** espressa in l*ab/g, rappresenta normalmente la quantità di acqua individuale che deve essere garantita mediamente durante l'anno. Nel caso in esame si è assunta una dotazione idrica dell'acquedotto nel giorno di massimo consumo pari a **320 l/g per abitante**, pari a **0.22 l/min per abitante**. Difatti, la dotazione idrica di Torre del Greco riferita al P.R.G. 1990 è di 250 l/ab gg, quella di previsione del Piano d'Ambito è di 320 l/ab gg, pertanto si è deciso di assumere quest'ultimo dato come quello di progetto .
- **Coefficiente di riduzione per perdite (α):** coefficiente che tiene conto dell'effettiva aliquota di acqua potabile distribuita che, dopo l'utilizzo, viene scaricata nella fognatura. Per tale coefficiente, di regola, si assume un valore variabile tra 0.7 e 0.8. Tenuto conto delle perdite che si determinano nel trasferimento del liquido, tra cui quelle derivanti dall'evaporazione e dirottamento sulla fognatura bianca, si è valutata la portata nera che perviene alla fogna pari all'80% di quella erogata dall'acquedotto.

Dalle suddette ipotesi ne deriva il seguente valore di portata media annua:

$$Q_{mn} = \frac{\alpha * d * N}{86400} = 189,83 \cdot l/s$$

In fase di progettazione si è tenuto anche conto della fluttuazione giornaliera e annua della portata, legata alla variabilità dei consumi idrici nel tempo, adottando un coefficiente di punta pari a 2,5. Conseguentemente, per il dimensionamento delle pompe, sono stati adottati i seguenti valori di portata:

Portata media annua $Q_{mn} = 189,83 \text{ l/s}$

Portata di punta $Q_p = 474,58 \text{ l/s}$

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

Portata di prima pioggia

$Q_{max} = 949,17 \text{ l/s}$

La prevalenza geodetica, misurata come dislivello fra il fondo della vasca di carico del sollevamento stesso e il pozzetto di arrivo di Via Fusco, risulta pari a 6,75 metri.

II.1 Controllo dei sedimenti

In fase di progettazione particolare attenzione è stata dedicata al controllo dei sedimenti e alle sue implicazioni progettuali. L'accumulo di sedimenti in fognatura, infatti, riduce la capacità di portata delle condotte e, di conseguenza, aumenta la frequenza delle insufficienze idrauliche; l'accumulo dei sedimenti può portare, addirittura, soprattutto nelle fognature nere, alla completa ostruzione degli spechi con conseguente disservizio del collettore.

E' quindi di fondamentale importanza che, soprattutto per i sistemi fognari unitari e per la rete delle acque nere nei sistemi separati, il progetto contempli l'adozione degli accorgimenti necessari per evitare l'accumulo di sedimenti. Ciò può essere ottenuto garantendo nelle condotte condizioni di **autolavaggio**, ovvero assicurando valori di velocità (o ancor meglio di sforzo tangenziale sul fondo) sufficienti alla rimozione e al trasporto del materiale che sedimenta durante le fasi di arresto dell'impianto.

I criteri di progetto proposti dalla letteratura tecnico-scientifica e nelle normative emanate in diversi Paesi sono i più vari, alcuni basati sul rispetto delle velocità minime, altri sul mantenimento di sforzi tangenziali minimi al fondo della condotta. Il ventaglio dei valori indicati è però piuttosto ampio, anche perché questi valori sono riferiti a diverse condizioni di deflusso: le velocità minime variano da 0,3 a 1,0 m/s e gli sforzi tangenziali minimi da 1 a oltre 6 N/m².

Nel nostro caso, considerata la particolare posa sottomarina, ne consegue la necessità di ulteriori approfondimenti, soprattutto con lo scopo di pervenire alla definizione di una soluzione progettuale più sicura.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dei sedimenti fognari (la natura, la granulometria, la coesione, il grado di consolidamento e la reologia).

Successivamente, sulla base degli sforzi tangenziali necessari per evitare la sedimentazione o per riprendere in sospensione i sedimenti, si valutano, sia per le acque nere che per quelle miste, le condizioni necessarie per l'autopulizia delle condotte confrontandole con quelle indicate dalle normative tecniche di alcuni Paesi Europei.

II.1.1 Caratteristiche dei sedimenti fognari

Origine e natura

I sedimenti fognari sono formati principalmente dal materiale accumulato sulle superfici in tempo secco e poi dilavato e veicolato in fognatura in tempo di pioggia, nonché dai solidi sedimentabili contenuti nelle acque nere. Questi sedimenti sono costituiti da un miscuglio di

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

particelle di natura organica e inorganica con percentuali differenti a seconda che il sistema sia di tipo unitario o separato: i solidi sono di natura principalmente minerale nelle reti pluviali; sono in prevalenza di natura organica nei sistemi che convogliano acque nere, presentano una distribuzione intermedia tra le due nelle reti unitarie (*Verbanck et al., 1994*).

Williams e altri (1989) e *Crabtree (1989)*, a partire dall'analisi dei campioni provenienti da tutto il Regno Unito, hanno proposto la seguente classificazione dei sedimenti in funzione della loro localizzazione all'interno del sistema fognario:

Tipo A: materiale grossolano, separato, granulare, in prevalenza di natura minerale, depositato sul fondo delle condotte;

Tipo B: materiale come il tipo A, ma cementato per via della presenza di grassi, bitume, cemento, ecc.;

Tipo C: materiale molto mobile a grana fine, con alto contenuto organico, che in genere si muove con la corrente al di sopra del letto di depositi di tipo A e si deposita nelle zone di rallentamento della corrente;

Tipo D: particelle fini di natura organica e biofilm adesivi alle pareti delle condotte;

Tipo E: materiale a grana fine di natura prevalentemente minerale che si deposita nei manufatti dove la corrente ha modo di invasarsi.

La tabella 1 riporta, per queste diverse tipologie di sedimento, le caratteristiche fisiche medie; fra queste, particolarmente importante è il contenuto di sostanza organica che influenza il consolidamento e l'erosibilità dei sedimenti (*Wotherspoon, 1994; Hvitved-Jacobsen et al., 1995*).

Tipo di sedimento	% ghiaia 2,0 – 50 mm	% sabbia 0,063 – 2,0 mm	% mat. fine < 0,063 mm	Densità kG/m ³	% contenuto organico
Tipo A e B	32	62	6	1720	7
Tipo C	0	55	45	1170	50
Tipo D	6	62	32	1210	61
Tipo E	9	69	22	1460	22

Tabella 1

Nella maggior parte delle fognature di tipo unitario, il letto dei sedimenti consiste in uno strato di tipo C, sottile e con alto contenuto organico, posto sopra uno strato di tipo A più pesante e con minore contenuto organico.

Lo strato superficiale è costituito da una sospensione fortemente mobile. Questo strato, denominato strato fluido pesante (*heavy-fluid layer*) da *Verbanck (1992)*, ovvero strato di sedimenti fluidi (*fluid sediment layer*) da *Ashley e altri (1992)*, viene eroso a partire da valori

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

molto bassi di sforzo di taglio di fondo. L'erosione di questo letto contribuisce, in tempo di pioggia, al cosiddetto *first flush*; esso, quindi, rappresenta una fonte di inquinamento molto significativa.

Le proprietà (grado di coesione, grado di consolidamento, ecc.) dei sedimenti di tipo A, che costituiscono il grosso dei depositi nelle condotte e sono responsabili della riduzione di capacità di trasporto, dipendono dalla storia della deposizione materiale; in generale, essi si presentano in una successione di strati circa uguali depositati in tempi successivi.

Coesione e grado di consolidamento

La conoscenza della coesione dei sedimenti fognari è di fondamentale importanza ai fini della definizione delle opportune strategie progettuali e/o gestionali, dato che i meccanismi di erosione dei sedimenti non coesivi, dominati dalla dimensione e dal peso specifico delle particelle, sono completamente differenti da quelli che governano l'erosione del materiale coesivo.

E' difficile stabilire un confine netto per classificare un tipo di sedimento nella categoria dei materiali coesivi o non coesivi. Per sedimenti uniformi, secondo *Metha e Lee (1994)* il limite è dato dalle dimensioni delle particelle intorno a 20 µm. I sedimenti fognari non sono, però, mai uniformi e, quindi, la loro classificazione, per quanto riguarda la coesione, a partire dalla distribuzione granulometrica è molto problematica. I principali responsabili di un comportamento coesivo nei sedimenti fognari sono le particelle più fini (come i minerali dell'argilla) e il contenuto organico. I minerali dell'argilla presentano forze interparticellari (forze elettrochimiche e di Van der Waals) molto forti e molto più consistenti della forza di gravità. L'effetto esercitato dalla sostanza organica sulle proprietà di coesione dei sedimenti non è del tutto chiaro. Tuttavia, è noto che la popolazione biologica altera le caratteristiche dei depositi rendendo la superficie più liscia e aumentando l'adesione tra le particelle (*Williamson, 1991; Paterson, 1994*).

L'erodibilità di un letto coesivo dipende anche dal processo di consolidamento a cui il sedimento è stato sottoposto. Una volta che uno strato di sedimenti si è depositato, infatti, l'acqua presente nei pori viene progressivamente espulsa e il materiale si riarrangia in una struttura di più difficile erodibilità, essendo più densa e caratterizzata da una maggiore resistenza a snervamento.

Comportamento reologico

Il comportamento reologico dei sedimenti fognari dipende dalla loro natura più o meno coesiva e, quindi, essenzialmente dalla concentrazione delle particelle più fini come i minerali dell'argilla (*MAST, 1993, Williams et al., 1989*) e dal contenuto organico.

Numerose indagini hanno cercato di legare le tensioni critiche a una o più proprietà fisiche dei sedimenti.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

Metha (1988) ha fornito un'espressione di natura empirica per valutare lo sforzo di taglio critico

$$\tau_{cr} = \eta * (\rho_b - 1)$$

dove η varia da 9 a 37 per miscugli di fango e sabbia, al passare del contenuto di sabbia da 18 a 53% (*Ockenden e Delo, 1988*).

Alcune prove di laboratorio (*Alvarez, 1990; Nalluri e Alvarez, 1992; Torfs, 1995*) hanno fornito i seguenti valori di sforzo di taglio al fondo per l'erosione di sedimenti coesivi:

- 2,5 N/m² per il materiale più in superficie;
- 6-7 N/m² per depositi granulari consolidati.

II.1.2 Sforzi tangenziali minimi e velocità minime

In base agli studi di *Shields (1936)* sul trasporto solido, il valore critico τ_{cr} della tensione tangenziale che mobilita un granulo di diametro d e di peso specifico γ_s , in regime turbolento è dato dalla relazione:

$$\tau_{cr} = 0,06 \cdot (\gamma_s - \gamma) \cdot d$$

Ad esempio, se si considerano diametri di 60 μm – 0,2 mm – 0,6 mm e 2 mm, che costituiscono rispettivamente i limiti superiori per limo, sabbia fine, sabbia media e sabbia grossa, e si assume che il peso specifico dei granuli γ_s sia uguale per tutti i materiali e pari a 26 kN/m³, in base alla formula di *Shields*, le tensioni tangenziali critiche risultano rispettivamente pari a: 0,058 – 0,194 – 0,583 e 1,943 N/m².

Questi sforzi tangenziali rappresentano i valori soglia al di sotto dei quali le particelle di limo, sabbia fine, sabbia media e sabbia grossa non riescono ad essere mobilitate dalla corrente, creando problemi di sedimentazione in condotta. Quindi, considerate le caratteristiche granulometriche del materiale trasportato nelle reti fognarie, è possibile asserire che uno sforzo tangenziale di 1 N/m² è sicuramente sufficiente a impedire la deposizione del materiale sedimentabile veicolato dalle acque reflue in tempo asciutto, mentre per evitare la sedimentazione del materiale più grossolano trasportato dalle acque meteoriche di dilavamento è necessario uno sforzo tangenziale di almeno 2 N/m².

Per erodere e trasportare il materiale di natura coesiva e, quindi, evitare che il letto di sedimenti subisca un processo di consolidamento, occorre garantire sforzi tangenziali più consistenti, dell'ordine di almeno 2 N/m² (*Da Deppo e Datei, 1997; Ackers et al., 1996*).

Sulla scorta delle precedenti considerazione, il diametro interno delle due condotte di mandata è stato definito in modo tale da garantire una velocità non inferiore a 0,90 m/s, alla quale corrisponde uno sforzo tangenziale di parete superiore a 1,9 N/m², onde ridurre la

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

possibilità di sedimentazione e di formazione di depositi solidi nelle due condotte sottomarine.

Lo sforzo tangenziale di parete o equivalentemente lo sforzo tangenziale che il fluido esercita lungo l'asse di condotta circolare è dato dalla seguente espressione:

$$\tau = \rho \cdot g \cdot J \cdot \frac{R}{2}$$

Accoppiando alla soprarichiamata equazione le perdite di carico determinate dal moto turbolento sviluppato nelle due condotte prementi, si ottengono i seguenti valori di sforzo tangenziale minimi e massimi:

$$MIN \tau_{DN500} = \rho \cdot g \cdot J \cdot \frac{R}{2} = 9810 \frac{N}{m^3} \cdot 8.135 \cdot \frac{m}{5200 \cdot m} \cdot \frac{0.25}{2} m = 1.92 \frac{N}{m^2}$$

$$MAX \tau_{DN500} = \rho \cdot g \cdot J \cdot \frac{R}{2} = 9810 \frac{N}{m^3} \cdot 19.59 \cdot \frac{m}{5200 \cdot m} \cdot \frac{0.25}{2} m = 4.61 \frac{N}{m^2}$$

$$MIN \tau_{DN800} = \rho \cdot g \cdot J \cdot \frac{R}{2} = 9810 \frac{N}{m^3} \cdot 6.872 \cdot \frac{m}{5200 \cdot m} \cdot \frac{0.40}{2} m = 2.59 \frac{N}{m^2}$$

$$MAX \tau_{DN800} = \rho \cdot g \cdot J \cdot \frac{R}{2} = 9810 \frac{N}{m^3} \cdot 20.72 \cdot \frac{m}{5200 \cdot m} \cdot \frac{0.40}{2} m = 7.81 \frac{N}{m^2}$$

garantendo in questo modo l'erosione dal fondo degli eventuali depositi granulari consolidati.

Per la realizzazione delle due condotte sottomarine saranno utilizzati i seguenti diametri commerciali:

- DN 500 in acciaio gunitato
- DN 800 in acciaio gunitato

Le condotte prementi saranno quindi due, con una portata massima da sollevare di circa 995 l/s ed una velocità massima 1,99 m/s, mentre la perdita di carico totale massima, calcolata con le formule di Hazen-Williams, assume valore di circa 22,9 metri.

L'impianto di sollevamento sarà suddiviso in due sottogruppi di pompaggio, da impiegare rispettivamente in tempo asciutto e in tempo di pioggia o per la portata di punta.

Le quattro pompe previste per il funzionamento in tempo asciutto solleveranno la portata media nera nella condotta premente del DN 500 (con τ minima di parete pari a 1,92 N/m²), mentre le altre quattro, previste per la portata di punta e per quella di tempo di pioggia, solleveranno le acque miste nella condotta premente del DN 800 (con τ minima di parete pari a 2,59 N/m²).

Si riportano di seguito le caratteristiche delle elettropompe di progetto:

- I gruppo costituito da quattro elettropompe tipo Flygt NT 3202.180 o similare,

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

con potenza 45 kW e cosφ 0,85, connesse al primo collettore di mandata DN 500;

- Il gruppo costituito da quattro elettropompe tipo Flygt NT 3312/862 o similare, con potenza 140 kW e cosφ 0,85, connesse al secondo collettore di mandata DN 800.

Per ogni singola pompa sarà predisposto un quadro di comando e controllo ad avviamento Soft Start, completo di sistema di rifasamento automatico.

La potenzialità ed il numero delle pompe è stato prescelto per garantire il rilancio delle acque fino alla concorrenza della portata massima pari a 5Q_{mn}, costituendo anche una idonea riserva in caso di avaria di una delle pompe.

II.2 Dimensionamento e verifica I gruppo pompaggio

Il dimensionamento del primo gruppo di pompaggio è stato eseguito considerando la prevalenza e le perdite di carico indotte dal sistema di tubazioni costituenti l'impianto stesso (in condizione di tubi usati). Le perdite di carico totali nella condotta premente sono date dalla somma di quelle distribuite, indotte dalla scabrezza interna, e di quelle concentrate, indotte dalla presenza di organi di manovra, apparecchiature idrauliche, deviazioni angolari, eventuali bruschi allargamenti e restringimenti.

Il calcolo della perdita di carico distribuita lungo la condotta in pressione è stato eseguito utilizzando la formula di Hazen-Williams che esprime il gradiente idraulico (J) come:

$$J = v^{1.85} (0.00457 * D^{0.63} * C)^{-1.85}$$

Supponendo di dimensionare la condotta di mandata per le acque nere con la portata nominale di una pompa Q_n= 177 l/s ed imposto una velocità di deflusso minima pari a v= 0,90 m/s, si perviene alla determinazione del diametro della condotta di mandata della pompa:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{0,90 \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,177}{0,90 \times \pi}} = 0.500 = 50cm$$

La condotta premente sarà realizzata in acciaio gunitato del DN500 , per una lunghezza complessiva di circa 5200,00 metri, con le seguenti condizioni di funzionamento idraulico:

- Q_{min} = 0.177 m³/s e V_{min} = 0,88 m/s
- Q_{max} = 0.275 m³/s e V_{max} = 1,43 m/s

Stabilito il diametro commerciale della condotta, attraverso le relazioni elencate precedentemente si ottengono i seguenti valori di perdita di carico unitario:

$$J_{min} = 0,88^{1.85} (0.00457 * 500^{0.63} * 128)^{-1.85} = 0.00156 \cdot m / m$$

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

$$J_{\max} = 1,43^{1,85} (0,00457 * 500^{0,63} * 128)^{-1,85} = 0,00376 \cdot m/m$$

A tali perdite di carico distribuite vanno poi aggiunte le perdite di carico concentrate che possono essere calcolate con la seguente formula:

$$\Delta h = c \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Nota quindi la lunghezza della condotta premente, si calcolano le perdite di carico distribuite complessive nel modo seguente:

- $Y_{\min} = 5200 \times 0,00156 = 8,13 \text{ m}$
- $Y_{\max} = 5200 \times 0,00376 = 19,59 \text{ m}$

In definitiva le perdite di carico totali valgono:

- $Y_{\text{totmin}} = 8,13 + 2,92 = 11,05 \text{ m}$
- $Y_{\text{totmax}} = 19,59 + 1,06 = 20,65 \text{ m}$

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva nella quale, per le due condizioni di funzionamento, vengono sintetizzate le caratteristiche idrauliche e geometriche della condotta di mandata e i risultati del calcolo delle perdite di carico concentrate, distribuite e totali:

Sollevamento San Giuseppe alle Paludi	CARATTERISTICHE PREMENTE				CALCOLO PERDITE DI CARICO		
	Q(mc/s)	Hg(m)	L(m)	Di(mm)	$\Delta h_d(m)$	$\Delta h_c(m)$	$\Delta h_t(m)$
Gruppo elettropompe	0.177	6.75	5200	500	8.13	2.92	11.05
	0.275	6.75	5200	500	19.59	1.06	20.65

avendo indicato con Δh_d la somma delle perdite di carico distribuite, con Δh_c la somma delle perdite di carico concentrate e con Δh_t la somma dei due contributi.

La prevalenza geodetica da garantire per il gruppo di pompaggio è pari a 6,75 m.

La prevalenza totale da fornire alla pompa per funzionamento singolo vale:

$$H = 6,75 \text{ m} + 11,05 \text{ m} = 17,80 \text{ m}.$$

mentre per funzionamento di tre pompe in parallelo vale:

$$H = 6,75 \text{ m} + 20,65 \text{ m} = 27,40 \text{ m}.$$

II.2.1 Scelta delle pompe da adottare

Essendo reflui civili, si è pensato di utilizzare delle pompe centrifughe, in quanto maggiormente versatili ed in quanto il loro campo di applicabilità risulta essere maggiormente esteso rispetto alle altre.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

Per il I gruppo di sollevamento si utilizzeranno 3+1 elettropompe ad asse verticale in camera asciutta per liquami fognari con le seguenti caratteristiche idrauliche nel punto di massimo rendimento:

portata da 134 l/s e prevalenza da 22,7 m per ogni pompa

Le quattro elettropompe opereranno comandate dai sensori di livello e con l'attivazione di rotazione ciclica tra le stesse, con avviatori statici elettronici comunemente chiamati soft start. L'utilizzo di questi dispositivi permette di ridurre la corrente di avviamento, determinare la coppia e impostare il tempo di avviamento; ciò rende possibile un'alimentazione del motore molto graduale che viene incrementata durante l'intera procedura, al fine di ottenere un avviamento lineare, evitando sollecitazioni elettriche o alle parti meccaniche che in modo più o meno elevato caratterizzano gli avviamenti diretti e Y/Δ. Il soft start è principalmente costituito da due parti, un'unità di potenza ed un'unità di comando e controllo. I principali componenti dell'unità di potenza sono il dissipatore di calore ed i tiristori comandati da una logica implementata su una scheda di controllo che costituisce appunto l'unità di comando, generalmente a microprocessore.

Il motore elettrico è asincrono trifase con rotore a gabbia, isolato in classe F IEC 85 , protezione IP 68.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche delle elettropompe in camera asciutta:

ELETTROPOMPA VERTICALE IN POZZO ASCIUTTO tipo Xylem Flygt NT 3202.180 MT o similare

Pompa centrifuga con girante semiaperta autopulente.

Prestazioni* nel punto di lavoro, con girante n.431 diametro 330 mm

- Portata : 134 l/s
- Prevalenza: 22,7 m
- Rendimento idraulico : 76,2 %
- Rendimento totale : 70,4 %
- Potenza assorbita dalla rete : 42,5 KW

* Riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.2

Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, **400 Volt** 50 Hz **4** poli

- Flygt tipo : 30-29-4AA
- Isolamento/protezione : classe H / IP 68
- Potenza nominale : 45 kW
- Corrente nominale : 79 A
- Avviamento : soft start

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

- Raffreddamento : diretto mediante liquido circostante
- Dispositivi di controllo incorporati : microtermostati nello statore

Si riportano di seguito le perdite di carico indotte dal piping, la curva caratteristica e l'analisi del punto di lavoro delle elettropompe individuate tipo Flygt o similare :

CALCOLO PERDITE DI CARICO SINGOLA POMPA

Fluido pompato	Acqua, pura		Numero pompe		1	
Portata	171 l/s		Tipo impianto		Pompa singola	
Prevalenza geodetica		6,75 m	Opzioni di presentazione		Dry well installation	
Viscosità		1,57 mm²/s	Modello di calcolo		Hazen Williams	
Perdite di carico						
Tubo di aspirazione comune						
Tubazioni 1 (4)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Aspirazione: DN 250	262	1	1	3,18		0,5143
Valvole di non ritorno: DN 250	262	0,9	1	3,18		0,4629
Valvola: DN 250	262	0,3	1	3,18		0,1543
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 250 / Norm	262	3 m	1	3,18	0,3	0,1045
Perdite di carico totali						1,236
Comune tubo di mandata						
Tubazioni 1 (3)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
T-piece: DN 200	209	0,4	1	4,98		0,5055
Valvola: DN 200	209	0,3	1	4,98		0,3792
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 200 / Norm	209	5,5 m	1	4,98	0,3	0,572
Perdite di carico totali						1,457
Tubazioni 2 (4)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 500 / Norm	495	20 m	1	0,887	0,3	0,03129
Elbows: DN 500	495	0,6	2	0,887		0,02466
Valvola: DN 500	495	0,3	1	0,887		0,01233
Perdite di carico totali						0,06828
Tubazioni 3 (2)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 500 / Norm	495	5200 m	1	0,887	0,3	8,135
Uscita: DN 500	495	1	1	0,887		0,0411
Perdite di carico totali						8,177
Perdite di carico						10,9 m
Prevalenza geodetica totale						6,75
Prevalenza totale						17,7 m

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

CALCOLO PERDITE DI CARICO PER TRE POMPE IN PARALLELO

Fluido pompato	Acqua, pura	Numero pompe	3			
Portata	275 l/s	Tipo impianto	Pompe singole in parallelo			
Prevalenza geodetica	6,75 m	Opzioni di presentazione	Montaggio all'asciutto			
Viscosità	1,57 mm²/s	Modello di calcolo	Hazen Williams			
Perdite di carico						
Singola tubazione di mandata						
Tubazioni 1 (3)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
T-piece: DN 200	209	0,4	1	2,67		0,1453
Valvola: DN 200	209	0,3	1	2,67		0,109
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 200 / Norm	209	5,5 m	1	2,67	0,3	0,1805
Perdite di carico totali						0,4347
Singola tubazione di aspirazione						
Tubazioni 1 (4)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Aspirazione: DN 250	262	1	1	1,7		0,1478
Valvole di non ritorno: DN 250	262	0,9	1	1,7		0,133
Valvola: DN 250	262	0,3	1	1,7		0,04434
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 250 / Norm	262	3 m	1	1,7	0,3	0,03298
Perdite di carico totali						0,3581
Comune tubo di mandata						
Tubazioni 1 (4)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Elbows: DN 500	495	0,6	2	1,43		0,06225
Valvola: DN 500	495	0,3	1	1,43		0,03112
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 500 / Norm	495	20 m	1	1,43	0,3	0,07536
Perdite di carico totali						0,1687
Tubazioni 2 (2)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 500 / Norm	495	5200 m	1	1,43	0,3	19,59
Uscita: DN 500	495	1	1	1,43		0,1016
Perdite di carico totali						19,69
Perdite di carico						20,7 m
Prevalenza geodetica totale						6,75
Prevalenza totale						27,4 m

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

DIAGRAMMA DEI PUNTI DI LAVORO SINGOLA POMPA

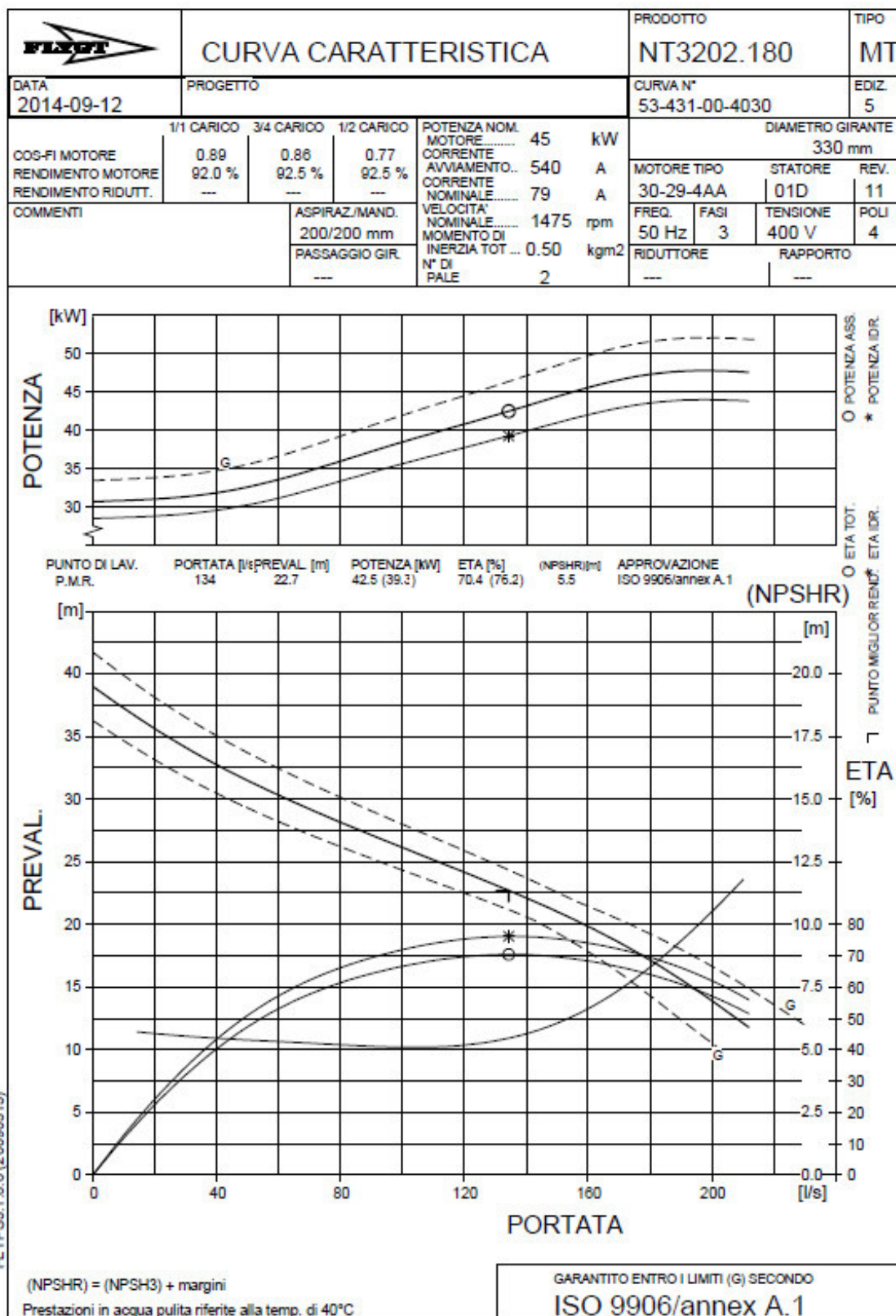
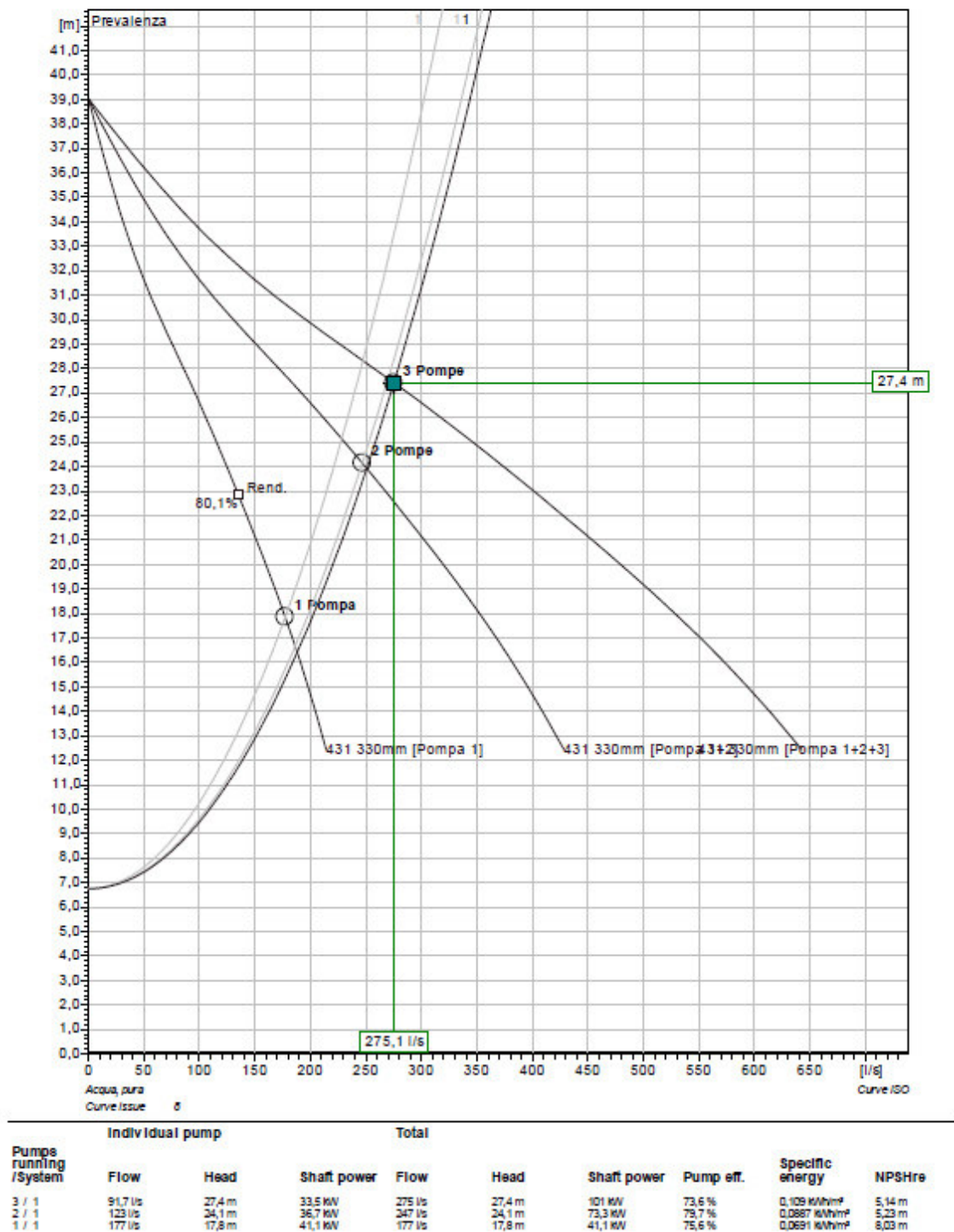


DIAGRAMMA DEI PUNTI DI LAVORO POMPE IN PARALLELO

NT 3202 MT 3~ 431

Analisi punto di lavoro



II.2.2 Dimensionamento della vasca di aspirazione

La natura delle acque trasportate in fognatura e la forte variabilità delle portate pongono particolari problemi alla progettazione di un impianto di sollevamento sia nei riguardi del macchinario (tipo e numero di pompe), sia relativamente al volume ed alla geometria ottimale della vasca di aspirazione.

La dimensione della vasca di aspirazione dovrebbe essere la minore possibile sia per ridurre i costi e sia per mantenere meno possibile il liquame stagnante; è ovvio che il volume minimo è funzione del numero di avviamenti/ora consentiti dalla macchina. Il livello nel pozzo è regolato da un interruttore a bulbo di mercurio rinchiuso in un involucro impermeabile galleggiante, sospeso all'altezza voluta tramite il cavo elettrico che lo collega al quadro di avviamento dell'elettropompa. La variazione di livello del liquido varia la posizione del regolatore e di conseguenza l'interruttore a mercurio apre o chiude il circuito di controllo.

Come già osservato nel paragrafo precedente, per sollevare la portata media nera di progetto in ingresso alla stazione di sollevamento di San Giuseppe alle Paludi, è necessario che entrino in funzione due delle quattro elettropompe previste in progetto (tipo Flygt Mod. NT 3202 da 45 KW o similare).

Il volume utile delle vasca, compreso tra il livello massimo di avviamento ed il livello minimo di arresto, è funzione del massimo numero di avviamenti orari delle elettropompe. Il volume utile richiesto per un'elettropompa, dipende dalla sua portata nominale Q_p e dal numero massimo z di avviamenti orari.

Nel caso di stazione equipaggiata con n elettropompe uguali che si avviano in sequenza all'aumentare del livello e, sempre in sequenza, si staccano al diminuire del livello, il volume totale richiesto è dato dall'espressione:

$$V_{tot} = \frac{Q_p}{4 \cdot z} + (n-1) \cdot \Delta H \cdot S$$

in cui:

- n è il numero delle pompe;
- z è numero di avvii orari ammissibili per una singola pompa determinabile una volta nota la durata minima ammissibile per il ciclo di una singola pompa;
- S è l'area della sezione orizzontale utile della camera di aspirazione;
- Δh è il dislivello tra i successivi avvii delle pompe, uguale al dislivello tra i successivi arresti; il limite minimo per il Δh è dato dalla sensibilità degli interruttori impiegati. Per gli interruttori galleggianti a bulbo di mercurio, di corrente impiego nella pratica delle fognature, si può assumere Δh pari a circa

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

20 - 30 cm.

Per quanto riguarda il valore ottimale da attribuire a z, per evitare una eccessiva usura dei contatti elettrici, i costruttori di pompe prescrivono che il tempo tra due successivi avvii di una stessa pompa siano maggiori di un valore minimo in funzione del numero di avviamenti orari consentiti (Tabella 1).

Potenza del motore	Numero di avvii orari	
	<i>Installazione a secco</i>	<i>Installazione annegata</i>
fino a 7,5 kW	massimo 15	massimo 30
fino a 30 kW	massimo 12	massimo 24
oltre 30 kW	massimo 10	massimo 20

Tabella 1

La norma UNI EN 12056-4 suggerisce (non prescrive) una durata minima di funzionamento di:

- 2,2 sec. per pompe fino a 2,5 kW;
- 5,5 sec. per pompe oltre i 2,5 kW.

ed un pompaggio minimo di 20 litri. In modo più restrittivo i costruttori di pompe suggeriscono:

- massimo 12 avviamenti/ora per pompe fino a 50 kW;
- massimo 8 avviamenti/ora per pompe oltre 50 kW.

I due diversi criteri potrebbero essere compatibili tra loro in funzione del tempo di funzionamento. Nel caso in esame il valore massimo di avvii orari per una pompa con installazione in camera asciutta e potenza del motore fino a 50 kW è posto, in maniera cautelativa, pari a 8 avviamenti/ora.

La superficie in pianta della vasca di aspirazione risulta di $S= 47 \text{ m}^2$; il volume totale sarà quindi pari a:

$$V_{tot} = \frac{330}{32} + 1 \cdot 0,2 \cdot 47 \approx 20 \cdot mc$$

Il volume utile sopra calcolato determinerà le seguenti condizioni di funzionamento dell'impianto:

- Tempo di riempimento a pompe spente: $\frac{20000}{189} = 105 \text{ sec} \approx 2 \text{ min}$
- Tempo di svuotamento della vasca: $\frac{20000}{247-189} = 345 \text{ sec} \approx 6 \text{ min}$

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

- Intervallo massimo tra gli avviamenti : 8 min;
- Tempo del ciclo = 8 min pari a sette avviamenti/ora.

Pertanto, si garantisce un tempo di detenzione nella vasca di aspirazione tale da minimizzare la possibilità di sedimentazione e di fermentazione. Nel caso in esame si è considerata una detenzione massima in vasca non superiore ai 15 minuti ed il rispetto della prescrizione di un massimo di 8 avviamenti/ora.

Tramite il rapporto tra il volume utile e l'area della vasca si ottiene l'altezza raggiungibile dalla superficie libera rispetto al fondo della vasca:

$$H_{\max} = \frac{20 \cdot mc}{47 \cdot mq} \approx 0,42 \cdot m$$

Al volume sopradescritto è necessario aggiungere il “volume morto” che rappresenta il volume relativo al minimo livello idrico che bisogna assicurare in vasca per il buon funzionamento delle pompe sia in termini di cavitazione che in termini di formazione di vortici. Detto valore è funzione delle singole pompe e del diametro della condotta di aspirazione.

Per quanto riguarda il problema della cavitazione, dalla scheda tecnica della pompa, in corrispondenza del valore di portata $Q = 177 \text{ l/s}$, si legge:

$$NPSH_{RE} = 8.03m$$

tale valore, nel punto di lavoro, coincide con il valore di massimo della curva $NPSH_{RE}$ in tutto l'intervallo delle portate che la pompa può trattare, di conseguenza, verificata la non cavitazione nel punto di lavoro, eventuali spostamenti in esercizio del punto di lavoro rientreranno sicuramente nella verifica.

Pertanto, in virtù dell'equazione:

$$z_g > NPSH_{RE} - h_{eff}$$

ipotizzata per l'acqua una temperatura massima di $T = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, si ricava che $h_{eff} = 10,01 \text{ m}$, la verifica a cavitazione impone un'altezza minima sopra la carcassa della pompa pari a :

$$z_g > NPSH_{RE} - h_{eff} = 8.03m - 10.01m = -1.98m$$

dovendo risultare z_g maggiore di un numero negativo, la verifica è soddisfatta per qualsiasi livello della vasca. Infatti, trascurando $z_g=0$ e applicando l'equazione sopra, la verifica a non cavitazione impone:

$$NPSH_d = h_{eff} > NPSH_{RE}$$

Infatti, risultando $NPSH_d = h_{eff} = 10,01 > NPSH_{RE} = 8.03 \text{ m}$, la verifica a cavitazione è rispettata.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

Per gli impianti dotati di condotta di aspirazione, il regolare convogliamento dell'acqua deve essere garantito dal corretto posizionamento delle bocche di aspirazione nella vasca di carico. In particolare deve essere garantita anche una minima sommersenza h_v , definita come il minimo battente idrico sopra la bocca di aspirazione.

Per livelli idrici in vasca di aspirazione molto contenuti, c'è il pericolo che durante il funzionamento della pompa si crei un piccolo vortice liquido sulla superficie del pelo liquido che si restringe verso la bocca di aspirazione. In questo modo si ha un continuo ingresso di aria all'interno della condotta di aspirazione e nella pompa.

La minima sommersenza h_v , necessaria per evitare la formazione di suddetto vortice liquido, è data dalla seguente espressione:

$$h_v = 0.7 \cdot \frac{Q}{(D)^2}$$

dove:

- Q [m³/s] è la portata dell'acqua nella tubazione di aspirazione;
- D [m/s] è il diametro della tubazione di aspirazione.

Si ribadisce che con z_g si è indicato il livello idrico, sopra la cassa che avvolge la girante della pompa, che garantisce la non entrata in cavitazione. Mentre, h_v , il livello idrico sopra la bocca della tubazione aspirante.

Nel caso specifico del gruppo piccolo di elettropompe, il tratto iniziale della condotta di aspirazione è stato realizzato con un convergente del DN400/DN250, riducendo in questo modo la velocità di aspirazione.

Secondo tale soluzione progettuale, il livello idrico minimo sopra la bocca della tubazione di aspirazione fornito dalla precedente equazione risulta essere pari a 0.50 m.

In base alla precedente analisi possiamo asserire che il livello massimo raggiungibile dalla superficie libera rispetto al fondo della vasca risulta essere pari a 1,30 m.

II.2.3 Quadro elettrico di potenza e automazione elettropompe QAVV

La tipologia di avviamento delle pompe sarà in modalità soft start e per il comando delle pompe sarà previsto un controller dotato di funzioni specifiche per la gestione del sollevamento.

LOGICHE DI FUNZIONAMENTO

La stazione di sollevamento opera nelle seguenti condizioni:

- le pompe installate per le acque nere saranno quattro in tutto di potenza pari a 45 kW cadauna con azionamento soft-start;

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

- la vasca di accumulo delle acque è unica, quindi il “circuito” idraulico delle acque in arrivo dal collettore in ingresso è il medesimo.

La logica di funzionamento principale del pompaggio sarà gestita in base al segnale analogico proveniente da un sensore di livello a pressione idrostatica da installare in vasca. L'impianto di pompaggio sarà inoltre dotato di un sistema di automazione d'emergenza basato su interruttori di livello a galleggiante che attiveranno le pompe in maniera automatica anche in caso di guasto del controller di gestione e/o del sensore di livello principale, garantendo così la continuità del servizio.

L'avviamento delle macchine sarà cronologicamente distanziato per evitare uno start contemporaneo in caso di rientro rete, dopo un periodo di mancanza della stessa.

La logica del quadro avrà il compito di governare il funzionamento della stazione in maniera autonoma. A tal proposito è prevista la possibilità che l'intero set di macchine sia comandato da una logica cablata interna o da una logica programmata esterna. Per consentire un pieno controllo da un'apparecchiatura esterna, è stato previsto un selettore a due posizioni che, per ogni macchina, ne commuti il funzionamento da locale (interno) o da remoto (esterno).

Inoltre è necessario riportare in una morsettiera di interfaccia, tutti i segnali di comando e controllo che il PLC dedicato al telecontrollo dovrà processare.

Il comando delle elettropompe è affidato ad un sensore di livello piezoresistivo previsto nella fornitura che invierà un segnale in corrente 4.....20mA al quadro di telecontrollo che comanderà in automatico le elettropompe.

In caso di avaria del sensore piezoresistivo sono stati previsti in dotazione n.02 regolatori di livello a variazione di assetto (galleggianti elettrici) per ogni elettropompa; essi risultano allacciati elettricamente ed installati in vasca ma tenuti fuori servizio e nel caso il telecontrollo avverta del disservizio del sensore piezoresistivo, manualmente occorrerà “calare” i galleggianti in vasca per attivarne il loro funzionamento.

La logica di funzionamento delle pompe è dettagliatamente descritta nel disciplinare tecnico delle opere elettriche.

Negli schemi elettrici allegati, sono ben evidenziate le scelte progettuali fatte sulle apparecchiature, l'architettura di potenza e le dimensioni di ingombro dei quadri avviatori.

DESCRIZIONE INTERVENTI IMPIANTO ELETTRICO

Gli interventi previsti nel presente progetto definitivo sono i seguenti:

Quadro elettrico di potenza e automazione per l'azionamento di n.1 elettropompa da 45 kW, avente le seguenti caratteristiche:

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

- Tipo di custodia: armadio per interno in lamiera con montanti spessore 8/10 mm, porta cieca IP 40;
- Dimensioni: 600 x 2200 x 400 mm (LxHxP);
- Fissaggio: a pavimento;
- Avviamento: soft start;
- Alimentazione: 400 V, 50 Hz, trifase + neutro.

Apparecchiatura di potenza

- sezionatore generale, con taratura maggiorata del 25% rispetto alla corrente nominale, con dispositivo bloccaporta;
- relè trifase di controllo tensione (mancanza e equilibrio fasi);
- resistenza anticondensa con termostato e selettore man-0-aut;
- circuito di esclusione lampada di segnalazione;
- trasformatore per gli ausiliari completo di protezioni a monte e a valle;
- fusibili sezionabili per la protezione dei circuiti ausiliari;
- lampada spia presenza tensione ausiliari 230 Vac;
- avviatore softstart costituito da:
 - o interruttore automatico magnetico di protezione;
 - o contattore per isolamento soft start;
 - o soft start di adeguata taratura completo di by-pass integrato;
 - o spie di marcia e disfunzione;
- relè differenziale per protezione pompa;
- condensatori di rifasamento con fusibili di protezione e contattore di inserimento;
- selettore test-O-aut (posizione manuale non stabile);
- circuito di protezione pompa con relè, spie di segnalazione e pulsante di reset;
- interfaccia con il PLC di primaria casa costruttrice e precisamente:
 - o cablaggio segnalazione presenza tensione;
 - o cablaggio segnalazione risposta marcia pompe;
 - o cablaggio segnalazione intervento protezione termica pompe e

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

protezione interna pompe;

- o cablaggio segnalazione pompe in automatico;
- o cablaggio comandi di marcia pompe;
- o cablaggio misura di assorbimento pompe proveniente da appositi trasduttori amperometrici;
- predisposizione per il collegamento di n.1 sensore di livello analogico, avente la funzione di gestione “normale” del pompaggio;
- circuito elettromeccanico con alternanza predisposto per il collegamento di n.3 interruttori di livello a galleggiante, avente la funzione di gestione in “emergenza” del pompaggio.

La stazione sarà dotata di quadro elettrico apposito di telecontrollo completo di controllore logico programmabile (PLC) capace di gestire in maniera automatizzata il funzionamento delle quattro elettropompe secondo un programma che, ricevendo i segnali provenienti dai sensori piezoresistivi (ed in emergenza dai galleggianti elettrici) installati nella vasca di sollevamento, avvierà le pompe ciclicamente e/o più pompe contemporaneamente per un massimo di tre.

II.3 Dimensionamento e verifica Il gruppo di pompaggio

Anche in questo caso il calcolo delle perdite di carico distribuite lungo la condotta in pressione è stato eseguito utilizzando la formula di Hazen-Williams che esprime il gradiente idraulico (J) come:

$$J = v^{1.85} (0.00457 * D^{0.63} * C)^{-1.85}$$

Supponendo di dimensionare la condotta di mandata per le acque miste con la portata nominale di una pompa $Q_n = 548$ l/s ed imposto una velocità di deflusso minima pari a $v = 1,10$ m/s, si perviene alla determinazione del diametro della condotta di mandata della pompa:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{1,10 \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,548}{1,10 \times \pi}} = 0.796 \approx 80cm$$

La condotta premente sarà realizzata in acciaio gunitato DN 800, per una lunghezza complessiva di 5200,00 metri con le seguenti condizioni di funzionamento:

- $Q_{min} = 0.548$ m³/s e $V_{min} = 1,09$ m/s
- $Q_{max} = 0.995$ m³/s e $V_{max} = 1,99$ m/s

Stabilito il diametro commerciale della condotta, attraverso le relazioni elencate precedentemente si ottengono quindi i seguenti valori di perdita di carico unitario:

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi consorziali -Il Lotto-
------------------------	--

$$J_{\min} = 1,09^{1.85} (0.00457 * 800^{0.63} * 128)^{-1.85} = 0.00132 \cdot m/m$$

$$J_{\max} = 1,99^{1.85} (0.00457 * 800^{0.63} * 128)^{-1.85} = 0.00398 \cdot m/m$$

A tali perdite di carico distribuite vanno poi aggiunte le perdite di carico concentrate che possono essere calcolate con la seguente formula:

$$\Delta h = c \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Nota la lunghezza della condotta premente, si calcolano le perdite di carico distribuite complessive nel modo seguente:

- $Y_{\min} = 5200 \times 0,00132 = 6,87 \text{ m}$
- $Y_{\max} = 5200 \times 0,00398 = 20,72 \text{ m}$

In definitiva le perdite di carico totali valgono:

- $Y_{\text{totmin}} = 6,87 + 4,08 = 10,95 \text{ m}$
- $Y_{\text{totmax}} = 20,72 + 2,13 = 22,85 \text{ m}$

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva nella quale, per le due condizioni di funzionamento, vengono sintetizzate le caratteristiche idrauliche e geometriche della condotta di mandata e i risultati del calcolo delle perdite di carico concentrate, distribuite e totali:

Sollevamento San Giuseppe alle Paludi	CARATTERISTICHE PREMENTE				CALCOLO PERDITE DI CARICO		
	Q(mc/s)	Hg(m)	L(m)	Di(mm)	$\Delta h_d(m)$	$\Delta h_c(m)$	$\Delta h_t(m)$
Gruppo elettropompe	0.548	6.75	5200	800	6.87	4.08	10.95
	0.995	6.75	5200	800	20.72	2.13	22.85

avendo indicato con Δh_d la somma delle perdite di carico distribuite, con Δh_c la somma delle perdite di carico concentrate e con Δh_t la somma dei due contributi.

La prevalenza geodetica da garantire per il II gruppo di pompaggio è pari a 6,75 m.

La prevalenza da fornire alla pompa per funzionamento singolo vale:

$$H = 6,75 \text{ m} + 10,95 \text{ m} = 17,70 \text{ m}.$$

mentre per funzionamento in parallelo vale:

$$H = 6,75 \text{ m} + 22,85 \text{ m} = 29,60 \text{ m}.$$

II.3.1 Scelta delle pompe da adottare

Per il II gruppo di sollevamento si utilizzeranno 3+1 elettropompe in camera asciutta per liquami fognari con le seguenti caratteristiche idrauliche nel punto di massimo rendimento:

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

portata da 326,37 l/s e prevalenza da 29,90 m per ogni pompa

Le quattro elettropompe opereranno comandate dai sensori di livello e con l'attivazione di rotazione ciclica tra le stesse, con avviatori statici elettronici comunemente chiamati soft start. L'utilizzo di questi dispositivi permette di ridurre la corrente di avviamento, determinare la coppia e impostare il tempo di avviamento; ciò rende possibile un'alimentazione del motore molto graduale che viene incrementata durante l'intera procedura, al fine di ottenere un avviamento lineare, evitando sollecitazioni elettriche o alle parti meccaniche che in modo più o meno elevato caratterizzano gli avviamenti diretti e Y/Δ. Il soft start è principalmente costituito da due parti, un'unità di potenza ed un'unità di comando e controllo. I principali componenti dell'unità di potenza sono il dissipatore di calore ed i tiristori comandati da una logica implementata su una scheda di controllo che costituisce appunto l'unità di comando, generalmente a microprocessore.

Il motore elettrico è asincrono trifase con rotore a gabbia, isolato in classe F IEC 85 , protezione IP 68.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche delle elettropompe in camera asciutta:

ELETTROPOMPA VERTICALE IN POZZO ASCIUTTO tipo Xylem Flygt NT 3312/735 o similare

Pompa centrifuga con girante semiaperta autopulente.

Prestazioni* nel punto di lavoro, con girante n. **670** diametro 510 mm

- Portata :	353 l/s
- Prevalenza:	28,6 m
- Rendimento idraulico :	80,9 %
- Rendimento totale :	75,5 %
- Potenza assorbita dalla rete :	132 KW

* Riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.2

Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, **400** Volt 50 Hz **6** poli

- Flygt tipo :	43-44-6BC
- Isolamento/protezione :	classe H / IP 68
- Potenza nominale :	140 kW
- Corrente nominale :	266 A
- Avviamento :	soft start
- Raffreddamento :	diretto mediante liquido circostante
- Dispositivi di controllo incorporati :	microtermostati nello statore

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

Si riportano di seguito le perdite di carico indotte dal piping, la curva caratteristica e l'analisi del punto di lavoro delle elettropompe individuate tipo Flygt o similare.

CALCOLO PERDITE DI CARICO SINGOLA POMPA

Fluido pompato	Acqua, pura		Numero pompe	1
Portata	543 l/s		Tipo impianto	Pompa singola
Prevalenza geodetica	6,75 m		Opzioni di presentazione	Dry well installation
Viscosità	1,57 mm²/s		Modello di calcolo	Colebrook
Perdite di carico				
Comune tubo di mandata				
Tubazioni 1 (3)				
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s
T-piece: DN 300	312	0,4	1	7,1
Valvola: DN 300	312	0,3	1	7,1
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 300 / Norm	312	2,5 m	1	7,1
Perdite di carico totali				2,202
Tubazioni 2 (4)				
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 800 / Norm	799	13 m	1	1,08
Elbows: DN 800	799	0,6	2	1,08
Valvola: DN 800	799	0,3	1	1,08
Perdite di carico totali				0,07022
Tubazioni 3 (2)				
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 800 / Norm	799	5300 m	1	1,08
Uscita: DN 800	799	1	1	1,08
Perdite di carico totali				6,712
Tubo di aspirazione comune				
Tubazioni 1 (4)				
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s
Aspirazione: DN 400	394	1	1	4,46
Valvole di non ritorno: DN 400	394	0,9	1	4,46
Valvola: DN 400	394	0,3	1	4,46
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 400 / Norm	394	3,5 m	1	4,46
Perdite di carico totali				2,397
Perdite di carico				11,4 m
Prevalenza geodetica totale				6,75
Prevalenza totale				18,1 m

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

CALCOLO PERDITE DI CARICO TRE POMPE IN PARALLELO

Fluido pompato	Acqua, pura	Numero pompe	3			
Portata	995 l/s	Tipo impianto	Pompe singole in parallelo			
Prevalenza geodetica	6,75 m	Opzioni di presentazione	Montaggio all'asciutto			
Viscosità	1,57 mm²/s	Modello di calcolo	Hazen Williams			
Perdite di carico						
Singola tubazione di mandata						
Tubazioni 1 (3)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
T-piece: DN 300	312	0,4	1	4,34		0,3832
Valvola: DN 300	312	0,3	1	4,34		0,2874
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 300 / Norm	312	2,5 m	1	4,34	0,3	0,1262
Perdite di carico totali						0,7967
Singola tubazione di aspirazione						
Tubazioni 1 (4)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Aspirazione: DN 400	394	1	1	2,72		0,3779
Valvole di non ritorno: DN 400	394	0,9	1	2,72		0,3401
Valvola: DN 400	394	0,3	1	2,72		0,1134
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 400 / Norm	394	3,5 m	1	2,72	0,3	0,05698
Perdite di carico totali						0,8884
Comune tubo di mandata						
Tubazioni 1 (5)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Elbows: DN 800	799	0,6	2	1,99		0,1207
T-piece: DN 800	799	0,4	1	1,99		0,08045
Valvola: DN 800	799	0,3	1	1,99		0,06034
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 800 / Norm	799	13 m	1	1,99	0,3	0,05179
Perdite di carico totali						0,3132
Tubazioni 2 (2)						
Tipo	Ø / mm	? oppure L	Q.tà	v / m/s	k / mm	H / m
Tubazioni: Acciaio_Old_WI DN 800 / Norm	799	5200 m	1	1,99	0,3	20,72
Uscita: DN 800	799	1	1	1,99		0,1954
Perdite di carico totali						20,91
Perdite di carico						22,9 m
Prevalenza geodetica totale						6,75
Prevalenza totale						29,7 m

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

DIAGRAMMA DEL PUNTO DI LAVORO SINGOLA POMPA

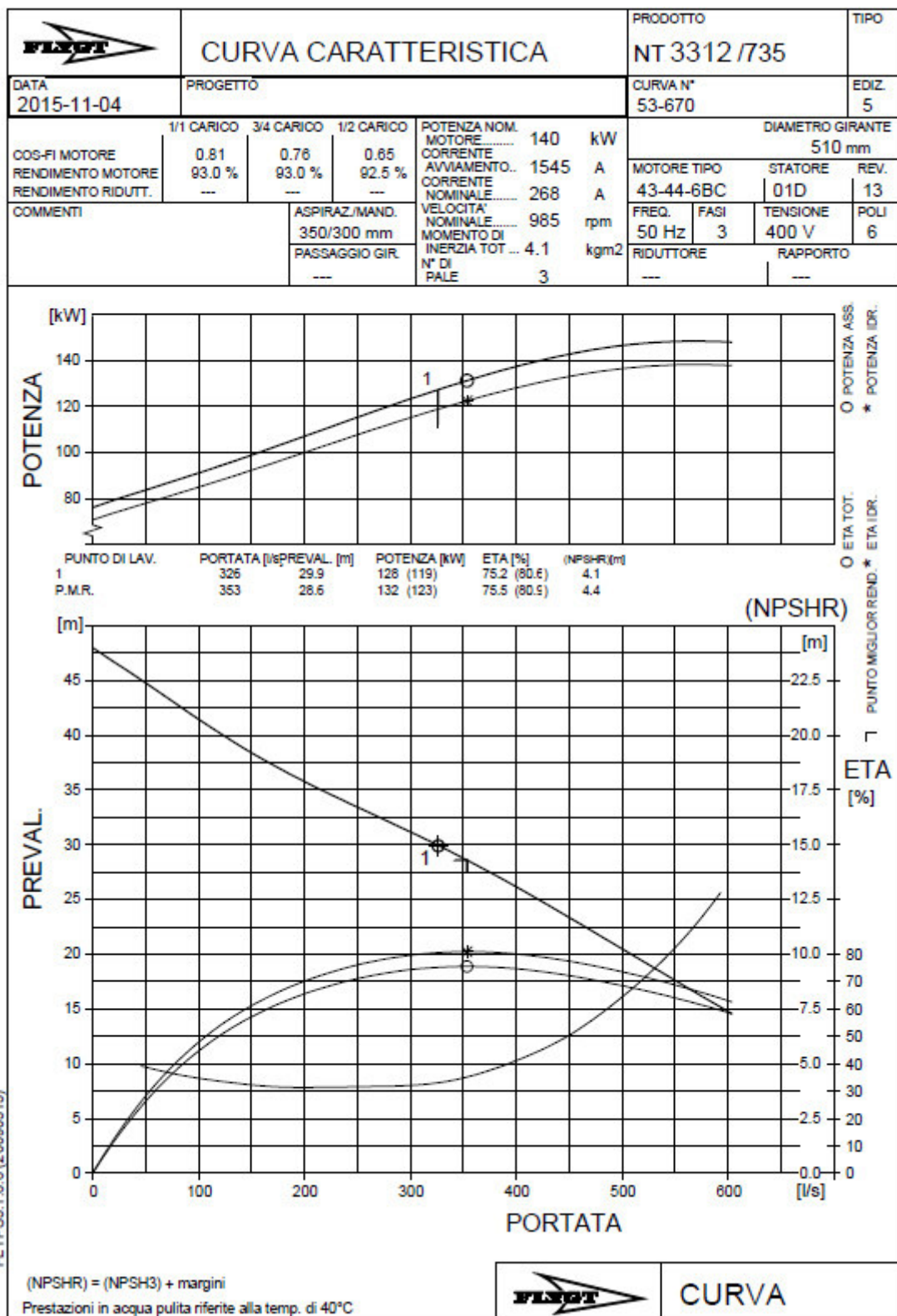
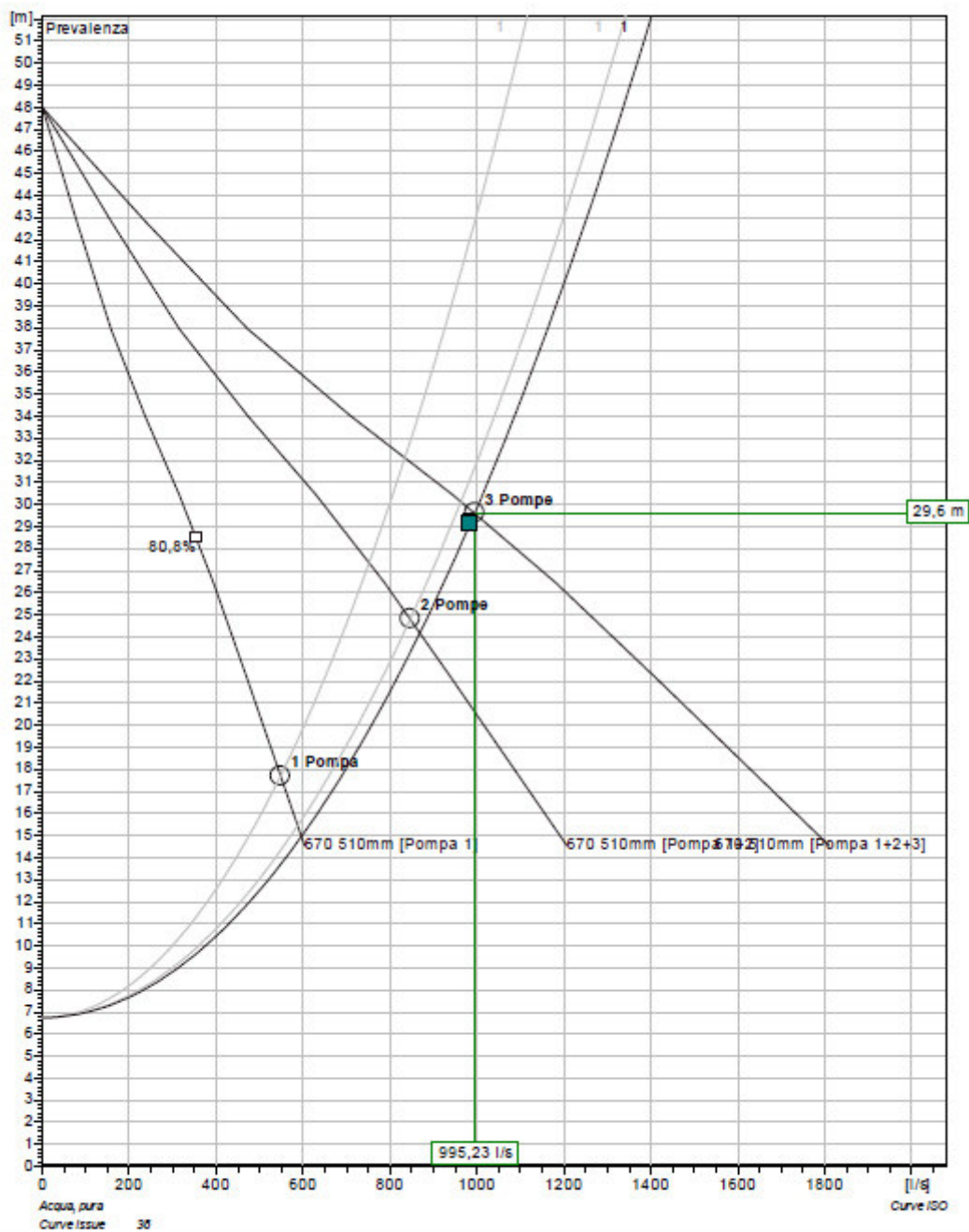


DIAGRAMMA DEI PUNTI DI LAVORO PER TRE POMPE IN PARALLELO

NT 3312/736 3~ 670

Analisi punto di lavoro



Pumps running / System	Individual pump			Total					
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Pump eff.	Specific energy	NPSH _{re}
3 / 1	332 l/s	29,6 m	120 kW	996 l/s	29,6 m	359 kW	80,6 %	0,105 kWh/m³	4,21 m
2 / 1	423 l/s	24,8 m	131 kW	847 l/s	24,8 m	251 kW	78,9 %	0,0897 kWh/m³	5,63 m
1 / 1	548 l/s	17,7 m	138 kW	548 l/s	17,7 m	138 kW	68,9 %	0,0731 kWh/m³	10,2 m

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

II.3.2 Dimensionamento della vasca di aspirazione

Come già osservato nel paragrafo precedente, per sollevare la portata di prima pioggia in ingresso alla stazione di sollevamento di San Giuseppe alle Paludi, è necessario che entrino in funzione tre delle quattro elettropompe previste in progetto (tipo Flygt Mod. NT 3312 da 140 KW o similare).

Nel caso di stazione equipaggiata con n elettropompe uguali che si avviano in sequenza all'aumentare del livello e, sempre in sequenza, si staccano al diminuire del livello, il volume totale richiesto è dato dall'espressione:

$$V_{tot} = \frac{Qp}{4 \cdot z} + (n-1) \cdot \Delta H \cdot S$$

in cui:

- n è il numero delle pompe;
- z è numero di avvii orari ammissibili per una singola pompa determinabile una volta nota la durata minima ammissibile per il ciclo di una singola pompa;
- S è l'area della sezione orizzontale utile della camera di aspirazione;
- Δh è il dislivello tra i successivi avvii delle pompe, uguale al dislivello tra i successivi arresti; il limite minimo per il Δh è dato dalla sensibilità degli interruttori impiegati. Per gli interruttori galleggianti a bulbo di mercurio, di corrente impiego nella pratica delle fognature, si può assumere Δh pari a circa 20 - 30 cm.

Per quanto riguarda il valore ottimale da attribuire a z, per evitare una eccessiva usura dei contatti elettrici, i costruttori di pompe prescrivono che il tempo tra due successivi avvii di una stessa pompa siano maggiori di un valore minimo in funzione del numero di avviamenti orari consentiti (Tabella 1 di pag.18).

Nel caso in esame il valore massimo di avvii orari per una pompa con installazione annegata e potenza del motore oltre 50 kW è 8 avviamenti/ora.

La superficie in pianta dell'impianto di San Giuseppe alle Paludi è composta dalle due vasche, risulta di $S = 94 \text{ m}^2$; il volume totale sarà quindi pari a:

$$V_{tot} = \frac{1195}{32} + 2 \cdot 0.2 \cdot 94 \approx 75 \cdot mc$$

Il volume utile sopra calcolato determinerà le seguenti condizioni di funzionamento dell'impianto:

- Tempo di riempimento a pompe spente: $\frac{75000}{949,17} = 79,01 \text{ sec} \approx 1,5 \text{ min}$

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

- Tempo di svuotamento della vasca: $\frac{75000}{(179+995)-949,17} = 333\text{sec} \approx 6\text{min}$
- Intervallo massimo tra gli avviamenti : 7,5 min;
- Tempo del ciclo = 7,5 min pari a otto avviamenti/ora.

Nella fase di svuotamento si considera anche l'apporto di una delle quattro elettropompe previste in tempo asciutto.

Il sistema di pompaggio garantisce un tempo di detenzione nella vasca di aspirazione tale da minimizzare la possibilità di sedimentazione e di fermentazione. Nel caso in esame si è considerata una detenzione massima in vasca non superiore ai 15 minuti ed il rispetto della prescrizione di un massimo di 8 avviamenti/ora.

Tramite il rapporto tra il volume utile e l'area della vasca si ottiene l'altezza raggiungibile dalla superficie libera rispetto al fondo della vasca:

$$H_{\max} = \frac{75 \cdot mc}{94 \cdot mq} \approx 0,80 \cdot m$$

Al volume sopradescritto è necessario aggiungere il "volume morto" che rappresenta il volume relativo al minimo livello idrico che bisogna assicurare in vasca per il buon funzionamento delle pompe sia in termini di cavitazione che in termini di formazione di vortici.

Per quanto riguarda il problema della cavitazione, dalla scheda tecnica della pompa, in corrispondenza del valore di portata $Q = 548 \text{ l/s}$, si legge:

$$NPSH_{RE} = 10.02m$$

tale valore, nel punto di lavoro, coincide con il valore di massimo della curva $NPSH_{RE}$ in tutto l'intervallo delle portate che la pompa può trattare, di conseguenza, verificata la non cavitazione nel punto di lavoro, eventuali spostamenti in esercizio del punto di lavoro rientreranno sicuramente nella verifica.

Pertanto, in virtù dell'equazione:

$$z_g > NPSH_{RE} - h_{eff}$$

ipotizzata per l'acqua una temperatura massima di $T = 40^\circ\text{C}$, si ricava che $h_{eff} = 10,01 \text{ m}$, la verifica a cavitazione impone un'altezza minima sopra la carcassa della pompa pari a :

$$z_g > NPSH_{RE} - h_{eff} = 10.02m - 10.01m = 0.01m$$

l'altezza liquida z_g sopra la carcassa della pompa deve essere quindi maggiore di 0.01 m.

Per quanto riguarda invece l'altezza minima di sommersenza per la prevenzione di vortici, in base all'equazione:

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

$$h_v = 0.7 \cdot \frac{Q}{(D)^{\frac{3}{2}}}$$

dove:

- Q [m³/s] la portata dell'acqua nella tubazione di aspirazione;
- D [m] è il diametro della tubazione di aspirazione.

Si ribadisce che con z_g si è indicato il livello idrico, sopra la cassa che avvolge la girante della pompa, che garantisce la non entrata in cavitazione. Mentre, h_v , il livello idrico sopra la bocca della tubazione aspirante.

Nel caso specifico del gruppo piccolo di elettropompe, il tratto iniziale della condotta di aspirazione è stato realizzato con un convergente del DN600/DN400, riducendo in questo modo la velocità di aspirazione.

Secondo tale soluzione progettuale, il livello idrico minimo sopra la bocca della tubazione di aspirazione fornito dalla precedente equazione risulta essere pari a 0,82 m.

In base alla precedente analisi possiamo asserire che il livello massimo raggiungibile dalla superficie libera rispetto al fondo della vasca risulta essere pari a 2,20 m.

II.3.3 Quadro elettrico di potenza e automazione elettropompe QAVV

La tipologia di avviamento delle pompe sarà in modalità soft start e per il comando delle pompe sarà previsto un controller dotato di funzioni specifiche per la gestione del sollevamento.

LOGICHE DI FUNZIONAMENTO

La stazione di sollevamento opera nelle seguenti condizioni:

- le pompe installate per le acque di pioggia saranno quattro in tutto di potenza pari a 140 kW cadauna con azionamento soft-start;
- la vasca di accumulo delle acque è unica, quindi il "circuito" idraulico delle acque in arrivo dal collettore in ingresso è il medesimo.

La logica di funzionamento principale del pompaggio sarà gestita in base al segnale analogico proveniente da un sensore di livello a pressione idrostatica da installare in vasca. L'impianto di pompaggio sarà inoltre dotato di un sistema di automazione d'emergenza basato su interruttori di livello a galleggiante che attiveranno le pompe in maniera automatica anche in caso di guasto del controller di gestione e/o del sensore di livello principale, garantendo così la continuità del servizio.

L'avviamento delle macchine sarà cronologicamente distanziato per evitare uno start contemporaneo in caso di rientro rete, dopo un periodo di mancanza della stessa.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

La logica del quadro avrà il compito di governare il funzionamento della stazione in maniera autonoma. A tal proposito è prevista la possibilità che l'intero set di macchine sia comandato da una logica cablata interna o da una logica programmata esterna. Per consentire un pieno controllo da un'apparecchiatura esterna, è stato previsto un selettore a due posizioni che, per ogni macchina, ne commuti il funzionamento da locale (interno) o da remoto (esterno).

Inoltre è necessario riportare in una morsettiera di interfaccia, tutti i segnali di comando e controllo che il PLC dedicato al telecontrollo dovrà processare.

Il comando delle elettropompe è affidato ad un sensore di livello piezoresistivo previsto nella fornitura che invierà un segnale in corrente 4.....20mA al quadro di telecontrollo che comanderà in automatico le elettropompe.

In caso di avaria del sensore piezoresistivo sono stati previsti in dotazione n.02 regolatori di livello a variazione di assetto (galleggianti elettrici) per ogni elettropompa; essi risultano allacciati elettricamente ed installati in vasca ma tenuti fuori servizio e nel caso il telecontrollo avverta del disservizio del sensore piezoresistivo, manualmente occorrerà "calare" i galleggianti in vasca per attivarne il loro funzionamento.

La logica di funzionamento delle pompe è dettagliatamente descritta nel disciplinare tecnico delle opere elettriche.

Negli schemi elettrici allegati, sono ben evidenziate le scelte progettuali fatte sulle apparecchiature, l'architettura di potenza e le dimensioni di ingombro dei quadri avviatori.

DESCRIZIONE INTERVENTI IMPIANTO ELETTRICO

Gli interventi previsti nel presente progetto definitivo sono i seguenti:

Quadro elettrico di potenza e automazione per l'azionamento di n.1 elettropompa da 140 kW, avente le seguenti caratteristiche:

- Tipo di custodia: armadio per interno in lamiera con montanti spessore 8/10 mm, porta cieca IP 40;
- Dimensioni: 1000 x 2200 x 500 mm (LxHxP);
- Fissaggio: a pavimento;
- Avviamento: soft start;
- Alimentazione: 400 V, 50 Hz, trifase + neutro.

Apparecchiatura di potenza

- sezionatore generale, con taratura maggiorata del 25% rispetto alla corrente nominale, con dispositivo bloccaporta;

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi consorziali -II Lotto-
------------------------	--

- relè trifase di controllo tensione (mancanza e equilibrio fasi);
- resistenza anticondensa con termostato e selettore man-0-aut;
- circuito di esclusione lampada di segnalazione;
- trasformatore per gli ausiliari completo di protezioni a monte e a valle;
- fusibili sezionabili per la protezione dei circuiti ausiliari;
- lampada spia presenza tensione ausiliari 230 Vac;
- avviatore softstart costituito da:
 - o interruttore automatico magnetico di protezione;
 - o contattore per isolamento soft start;
 - o soft start di adeguata taratura completo di by-pass integrato;
 - o spie di marcia e disfunzione;
- relè differenziale per protezione pompa;
- condensatori di rifasamento con fusibili di protezione e contattore di inserimento;
- selettore test-O-aut (posizione manuale non stabile);
- circuito di protezione pompa con relè, spie di segnalazione e pulsante di reset;
- interfaccia con il PLC di primaria casa costruttrice e precisamente:
 - o cablaggio segnalazione presenza tensione;
 - o cablaggio segnalazione risposta marcia pompe;
 - o cablaggio segnalazione intervento protezione termica pompe e protezione interna pompe;
 - o cablaggio segnalazione pompe in automatico;
 - o cablaggio comandi di marcia pompe;
 - o cablaggio misura di assorbimento pompe proveniente da appositi trasduttori amperometrici;
- predisposizione per il collegamento di n.1 sensore di livello analogico, avente la funzione di gestione “normale” del pompaggio;
- circuito elettromeccanico con alternanza predisposto per il collegamento di n.3 interruttori di livello a galleggiante, avente la funzione di gestione in “emergenza” del pompaggio.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

La stazione sarà dotata di quadro elettrico apposito di telecontrollo completo di controllore logico programmabile (PLC) capace di gestire in maniera automatizzata il funzionamento delle otto elettropompe secondo un programma che, ricevendo i segnali provenienti dai sensori piezoresistivi (ed in emergenza dai galleggianti elettrici) installati nella vasca di sollevamento, avvierà le pompe ciclicamente e/o più pompe contemporaneamente per un massimo di tre.

II.4 Verifica al colpo d'ariete

Per la verifica di eventuali problemi dovuti ai transitori più gravosi come l'arresto contemporaneo delle elettropompe per un'improvvisa mancanza di energia elettrica, è stato utilizzato il programma WAC che impiega il metodo delle caratteristiche ed utilizza le equazioni differenziali di base, di continuità, di moto e l'equazione di stato per il liquido nonché le proprietà elastiche della tubazione.

Il calcolo individua la pressione totale e la portata in funzione del tempo lungo la tubazione premente dopo l'arresto delle pompe.

Per determinare le condizioni transitorie sono utilizzate nel calcolo le caratteristiche complete delle pompe: pressione e coppia motrice per differenti velocità o portate, positive o **negative**. Questi valori sono i reali misurati in laboratorio relativi a pompe "C,N" Flygt e non quelli ricavati dalla letteratura tecnica, validi unicamente con molta approssimazione, per pompe centrifughe in acque chiare.

I risultati sono presentati in due diagrammi: uno illustra il profilo della condotta, le pressioni a regime, le massime e minime pressioni lungo la condotta. L'altro mostra pressione e portata in funzione del tempo all'inizio della tubazione premente ed anche la velocità relativa delle pompe o il volume d'aria nella cassa d'aria in funzione del tempo.

I valori calcolati con il metodo usato risultano veramente attendibili. Le esperienze sono state condotte in collaborazione con le Università di Delft, Nottingham, Stoccolma ed il rilevamento diretto dei transitori su numerosi impianti esistenti ha indicato l'esatta corrispondenza alla "matematica" usata.

Impianto di: **SAN GIUSEPPE ALLE PALUDI – CONDOTTA PREMENTE DN500**

DIAGRAMMI DI CALCOLO "COLPO D'ARIETE" N° 1 E N° 2

Condizione valutata: arresto delle pompe in sistema con valvole di ritegno ma senza alcuna protezione.

N° e tipo elettropompe: 3+1 di ris. NT 3202 MT 431

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

DATI PRINCIPALI IN INGRESSO**Punto di lavoro di regime prima dell'arresto pompe**

Prevalenza (max)	(m)	H	=	27.50
Portata (max)	(m ³ /")	Q	=	0.273

Dati per le pompe nel punto di miglior rendimento

Prevalenza	(m)	H	=	22.72
Portata	(m ³ /")	Q	=	0.134
Velocità di rotazione	(n/')	v	=	1475.0
Rendimento	(%)	ETA%	=	70.43
Momento di inerzia della massa rotante	(Kgm ²)	J	=	0.496

Dati tubazione premente

Celerità dell'onda di pressione	(m/")	a	=	1079.0
Diametro interno	(m)	D	=	0.4954
Diametro esterno	(m)	D	=	0.5080
Materiale			=	ACCIAIO DN500
Massima depressione sopportabile	(m)		=	VUOTO

Profilo tubazione

Livello y (m)	Lunghezza x (m)
Punto 1 y = +2.00	x = 0
Punto 2 y = -15.00	x = 920
Punto 3 y = -15.00	x = 4120
Punto 4 y = +8.75	x = 5200

RISULTATI PRINCIPALI**Pressioni massime e minime dopo l'arresto**

La massima pressione è di 44.1 m e si verifica a 920 m dall'inizio della tubazione premente.

La massima pressione negativa è -8.4 m e si verifica a 0.00 m dall'inizio della tubazione premente.

Diagramma 1

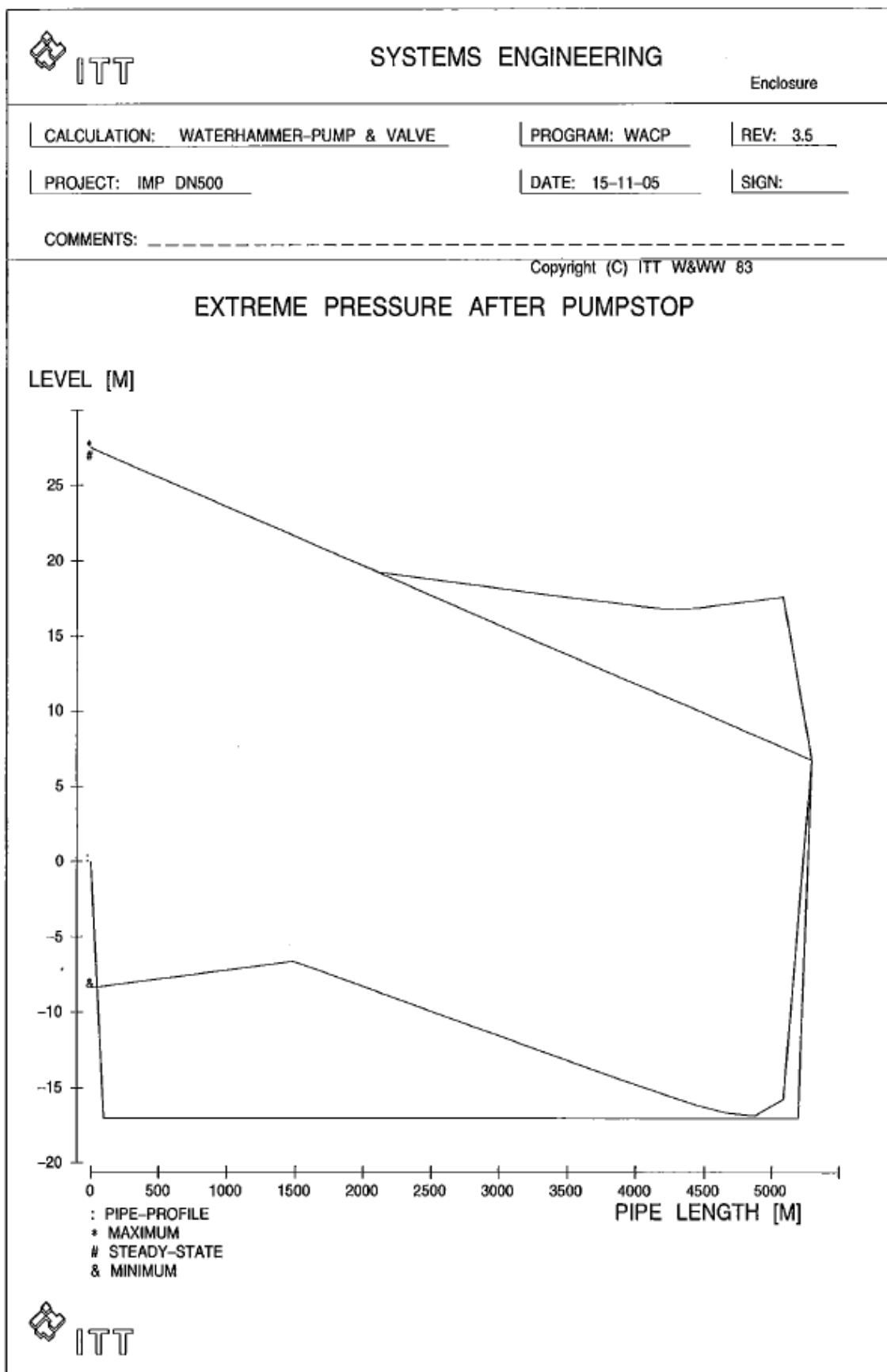
Diagramma delle massime pressioni e depressioni lungo la condotta.

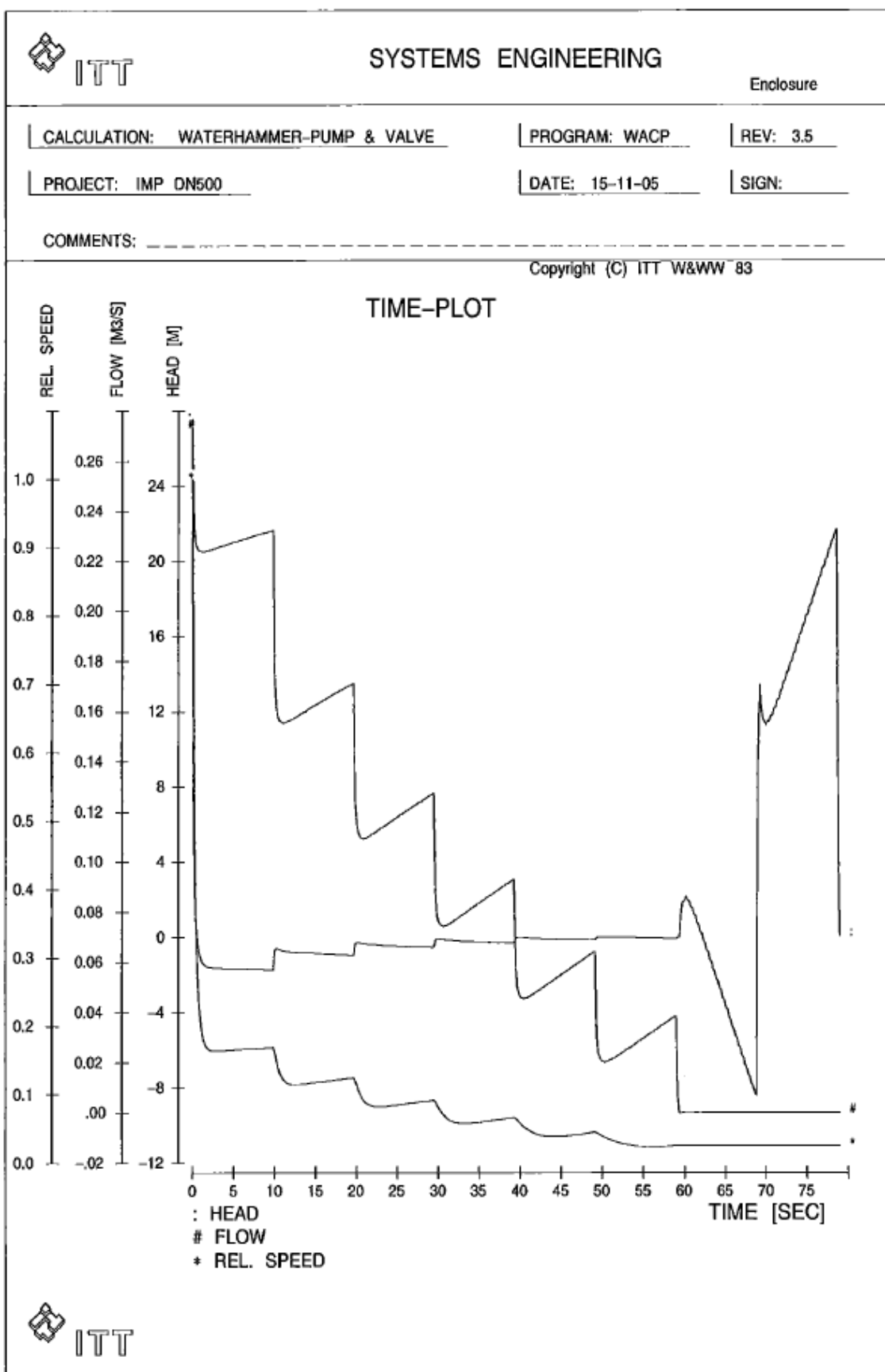
Da questo diagramma si può notare che i valori di pressione e di depressione teorici sono sicuramente sopportabili dal sistema pompe tubazioni.

Il valore di pressione negativa massima risulta accettabile secondo le indicazioni dei Costruttori delle tubazioni.

Diagramma 2

Diagramma delle pressioni, portata, velocità delle elettropompe in funzione del tempo all'arresto contemporaneo valutato immediatamente a valle delle valvole di ritegno.





Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

Impianto di: **SAN GIUSEPPE ALLE PALUDI – CONDOTTA PREMENTE DN800**

DIAGRAMMI DI CALCOLO “COLPO D’ARIETE” N° 1 E N° 2

Condizione valutata: arresto delle pompe in sistema con valvole di ritegno ma senza alcuna protezione.

N° e tipo elettropompe: 3+1 di ris. NT 3312 53-670 diam. gir.510 mm, motore da 140 kW

DATI PRINCIPALI IN INGRESSO

Punto di lavoro di regime prima dell’arresto pompe

Prevalenza (max)	(m)	H	=	29.90
Portata (max)	(m ³ /s)	Q	=	0.995

Dati per le pompe nel punto di miglior rendimento

Prevalenza	(m)	H	=	28.60
Portata	(m ³ /s)	Q	=	0.353
Velocità di rotazione	(n/')	v	=	985.0
Rendimento	(%)	ETA%	=	75.50
Momento di inerzia della massa rotante	(Kgm ²)	J	=	4.100

Dati tubazione premente

Celerità dell’onda di pressione	(m/s)	a	=	994.0
Diametro interno	(m)	D	=	0.7986
Diametro esterno	(m)	D	=	0.8128
Materiale			=	ACCIAIO DN800
Massima depressione sopportabile	(m)		=	VUOTO

Profilo tubazione

Livello y (m) Lunghezza x (m)

Punto 1	y = +2.00	x = 0
Punto 2	y = -15.00	x = 920
Punto 3	y = -15.00	x = 4120
Punto 4	y = +8.75	x = 5200

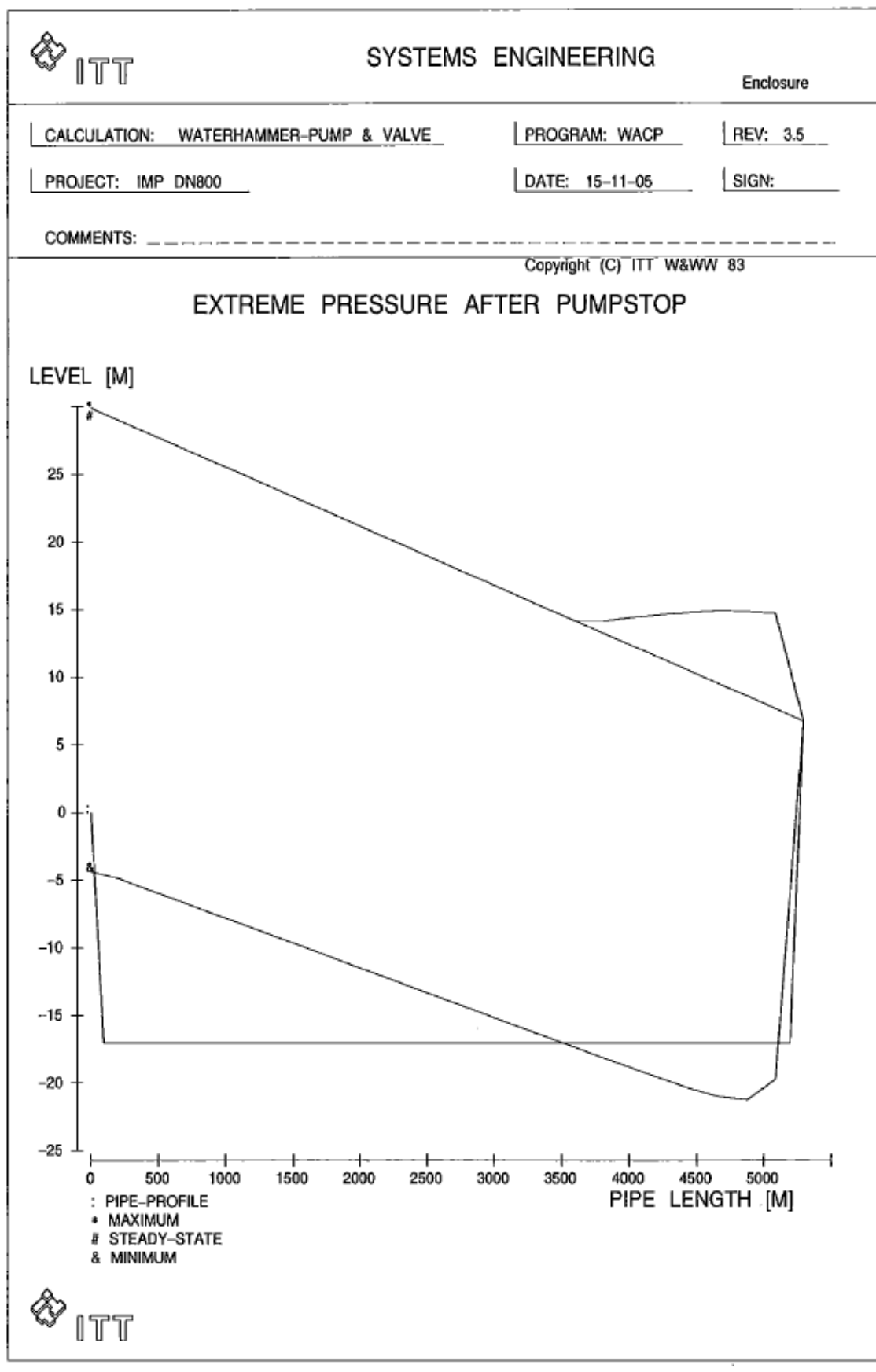
RISULTATI PRINCIPALI

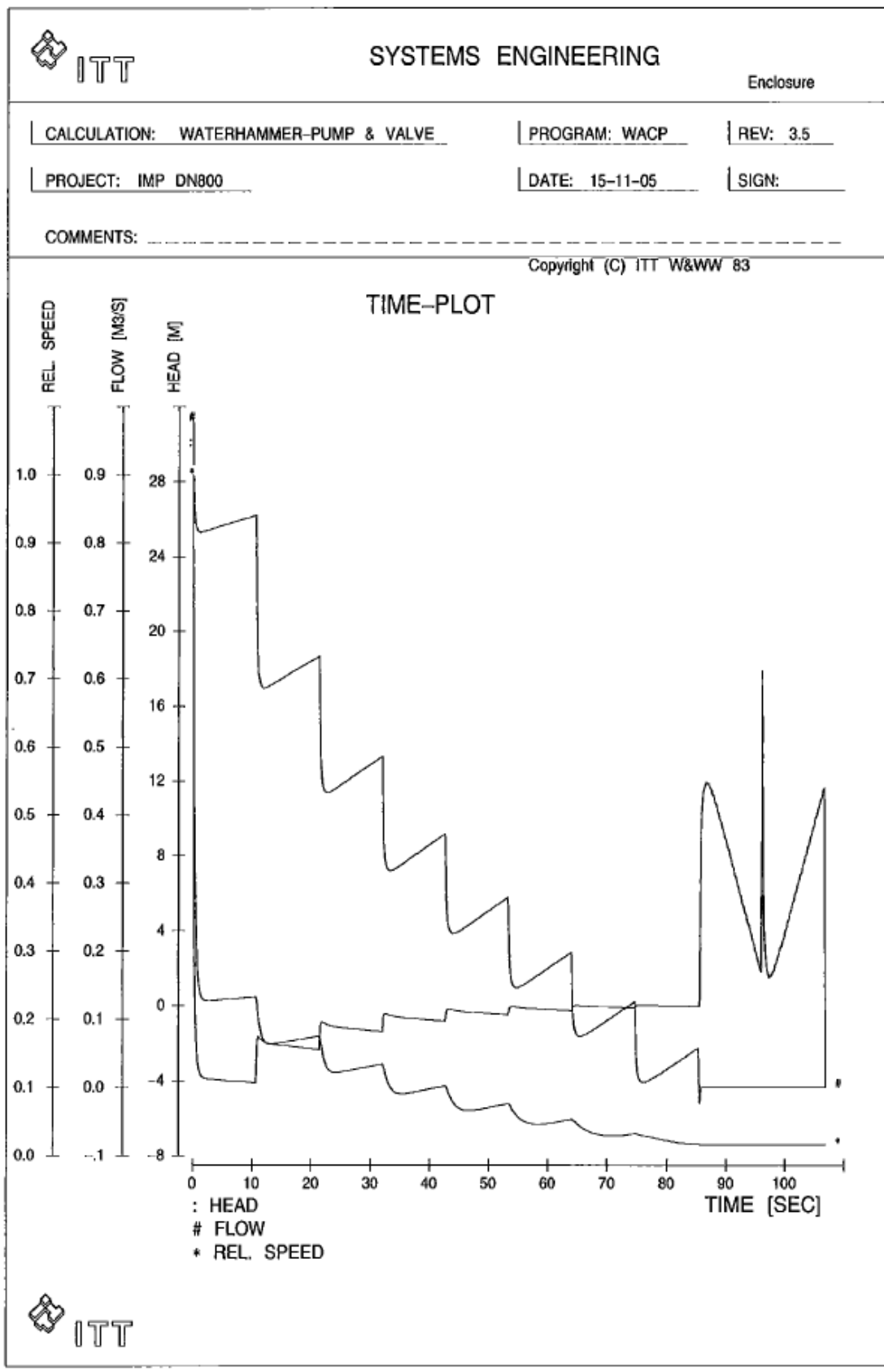
Pressioni massime e minime dopo l’arresto

La massima pressione è di 46.50 m e si verifica a 920 m dall’inizio della tubazione premente.

La massima pressione negativa è -4.4 m e si verifica a 0.00 m dall’inizio della tubazione premente.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--





II.5 Pretrattamenti

La portata in arrivo all'impianto, fino a 5 volte la portata media nera, sarà sottoposta alle fasi di pretrattamento prima di essere sollevata nelle due condotte sottomarine. Difatti il liquame di natura mista è ricco di sabbie e sostanze abrase, oltre che di materiale grossolano ed una certa quantità di sostanze oleose e grasse.

All'interno dei canali di adduzione saranno posizionate delle griglie oleodinamiche subverticali per l'intercettazione dei materiali di grosse dimensioni, a valle delle quali sarà posizionato il sistema di stacciatura costituito da tre griglie a cestello rotante per la grigliatura fine. Il liquame in uscita dalle griglie a cestello sarà inviato ai canali dissabbiatori – disoleatori, e successivamente alle vasche di aspirazione del sollevamento.

In entrambi i casi, come dettagliato nella "Relazione sui trattamenti preliminari", non sarà necessario realizzare un allargamento del canale essendo la sezione utile disponibile sufficiente a garantire accettabili valori della velocità della corrente.

II.5.1 Sistema di grigliatura grossolana

Le griglie [GG001-2-3] poste all'interno dei canali di adduzione hanno la funzione di intercettare il materiale grossolano al fine di proteggere le coclee a servizio delle griglie a cestello situate immediatamente a valle.

La struttura fissa è inclinata di 15° rispetto alla verticale ed è composta da lamiere pressopiegate a "C", opportunamente rinforzate mediante profili UNP che fungono anche da binari per la traslazione del carrello raschiante. Nella zona inferiore è presente il vaglio filtrante di tipo intercambiabile composto da profilati piatti in acciaio curvati nella parte iniziale per facilitare il trasporto del materiale grigliato. La luce libera tra le barre è di 20 mm.

Ciascuna griglia sarà dotata dei seguenti accessori:

- scatola di comando locale per l'azionamento della griglia in funzione manuale;
- dispositivo per la pulizia della griglia ed il lavaggio del grigliato dalle sostanze organiche / fecali;
- dispositivo per il lavaggio automatico della zona di compattazione;
- lamiera di copertura della griglia, realizzata in acciaio inox ASI 304;
- coclea orizzontale di asporto del materiale grigliato in uscita dalle griglie.

Le tre griglie presenteranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- | | |
|--|---------|
| - spaziatura | 20 mm |
| - larghezza canale | 1600 mm |
| - inclinazione della macchina rispetto all'orizzontale | 15 ° |
| - profondità canale | 1200 mm |

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

- lunghezza totale lungo l'asse della macchina 4000 mm
- potenza del motore elettrico 2,5 kW
- tensione di alimentazione (trifase, 50 Hz) 400 V
- protezione del motore IP 65

II.5.2 Sistema di grigliatura fine

La fase di grigliatura fine è posta a monte dell'impianto di sollevamento al fine di evitare eventuali intasamenti delle unità successive ed eliminare il materiale fine in arrivo all'impianto.

Il canale di adduzione delle acque proveniente da Torre del Greco convoglierà la portata pari fino a 5 volte la portata media nera al sistema costituito da tre griglie [GF001-2-3] i cui cestelli rotanti presentano ciascuno diametro pari a 1576 mm. La portata massima in arrivo a ciascuna griglia sarà pari a:

$$Q_{rot} = \frac{5 \cdot Q_{mn}}{3} = 1139 m^3 / h = 316,39 l / s$$

Le griglie a cestello presentano un vaglio forato tipo Jhonson con spaziatura di 3 mm, con una portata idraulica di circa 489 l/s cadauna.

Il funzionamento di ciascuna griglia prevede che le acque fluiscano all'interno della gabbia cilindrica inclinata di 35° sull'orizzontale e, attraverso le luci libere tra le barre, tornino nel canale. Ciascuna griglia è fornita di paratoia in ingresso ed in uscita per la regolazione della portata e l'eventuale manutenzione. La griglia fine è costituita da un cestello rotante con coclea coassiale di asportazione, lavaggio e compattazione del grigliato prima dello scarico in apposito cassonetto. La gabbia filtrante che costituisce il cestello rotante, è chiusa alla sommità superiore intorno al tubo di contenimento della coclea, per evitare, in caso di improvvisi sovraccarichi idraulici e/o di grigliato, lo stramazzo di acque non grigliate. La gabbia filtrante è generalmente ferma e, solo quando il massimo intasamento determina un aumento della perdita di carico oltre i limiti impostati, compie una rotazione solidamente con la coclea coassiale, raccogliendo i solidi trattenuti e facendoli cadere nella tramoggia della coclea. I solidi, durante il trasporto con la coclea [CG001/TP], dalla tramoggia di raccolta alla camera di pressione, vengono lavati tramite appositi ugelli, e quindi disidratati fino a raggiungere un tenore di secco del 35%. Un particolare sistema di controlavaggio a pressione durante la rotazione, garantisce inoltre la costante perfetta pulizia del cestello filtrante da qualsiasi tipo di solidi. Il contenimento di tutte le apparecchiature in cofani chiusi, il lavaggio del grigliato, e la compattazione dello stesso prima dello scarico, evitano inoltre la possibilità di spandimenti di liquami e/o cattivi odori. Vista la totale assenza di organi di sfregamento e/o attriti vari (pettini, catene, ecc.), questa griglia risulta particolarmente adatta anche all'applicazione su reflui contenenti notevoli quantità di materiali abrasivi (sabbie, sassi, scorie metalliche, ecc.), mantenendo inalterate nel tempo le proprie caratteristiche di affidabilità, sia dal punto di vista dei rendimenti che degli interventi di manutenzione.

Ciascuna griglia sarà dotata dei seguenti accessori opzionali:

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

- scatola di comando locale per l'azionamento della griglia a cestello in funzione manuale;
- dispositivo per la pulizia della griglia ed il lavaggio del grigliato dalle sostanze organiche / fecali;
- dispositivo per il lavaggio automatico della zona di compattazione;
- lamiera di copertura della griglia, realizzata in acciaio inox AISI 304;
- coclea orizzontale di asporto del materiale grigliato in uscita dalle griglie a cestello rotante.

I tre rotostacci presenteranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- | | |
|--|---------|
| - portata massima | 489 l/s |
| - spaziatura | 3 mm |
| - diametro cestello filtrante | 1576 mm |
| - diametro coclea | 355 mm |
| - inclinazione della macchina rispetto all'orizzontale | 35 ° |
| - grado di compattazione del grigliato | SS 35 % |
| - profondità canale | 1800 mm |
| - lunghezza totale lungo l'asse della macchina | 7500 mm |
| - altezza di ingombro | 4050 mm |
| - potenza motoriduttore coclea | 1,1 kW |
| - potenza motoriduttore cestello | 1,5 kW |
| - tensione di alimentazione (trifase, 50 Hz) | 400 V |
| - protezione del motore | IP 55 |

II.6 Sistema di ventilazione

Il presente paragrafo ha lo scopo di illustrare le caratteristiche degli impianti di ventilazione a servizio delle varie unità della centrale di sollevamento di San Giuseppe alle Paludi. Gli impianti saranno opportunamente dimensionati rispetto a quelli che sono i ricambi d'aria necessari per ogni singolo ambiente.

II.6.1 Locale trasformatore

Di seguito viene riportato il calcolo per il dimensionamento della ventilazione forzata del locale elettrico trasformatore, necessario per lo smaltimento del calore generato dalla macchina nel suo funzionamento ordinario.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

L'impianto è stato dimensionato considerando i seguenti dati di progetto:

- Potenza apparente del trasformatore: 1000 kVA
- Tensione nominale: 9 kV
- Perdite nel ferro P_o : 2,00 kW
- Perdite nel rame P_k : 10,00 kW
- Potenza totale dissipata P_t (alla potenza nominale): 12,00 kW
- Temperatura massima interna alla cabina di trasformazione (T1): 40 °C
- Temperatura massima aria immessa (T2): 30 °C

Nella ipotesi di temperatura esterna di 30 °C e interna di 40 °C la portata d'aria dell'estrattore Q (mc/h), necessaria per smaltire la potenza termica P_t (kW) si può ricavare dalla formula:

$$Q = 346 \times P_t$$

L'estrattore dovrà avere una portata d'aria:

$$Q = 346 \times 12 = 4152 \text{ m}^3/\text{h}$$

In corrispondenza delle aperture di aerazione è opportuno che la velocità dell'aria, in ingresso dalle aperture, non superi 3 m/s, per evitare che sollevi polvere all'interno del locale, con conseguente insudiciamento delle apparecchiature elettriche.

Per la ventilazione forzata del locale cabina elettrica sarà applicato un aspiratore elicoidale con le seguenti caratteristiche:

aspiratore elicoidale per espulsione diretta all'esterno ventilatori, montaggio a parete o pannello, girante con pale in tecnopolimero ad alta resistenza meccanica e mozzo in alluminio pressofuso, portata massima 5500 mc/h, velocità di rotazione 1350 giri/min, potenza assorbita 0,26 kW, rumorosità 53 dB(A) a 3 mt, motore con grado di protezione F – IP55 – 230%50/2, temperatura in esercizio 50°C.

II.6.2 Locale elettropompe

La potenza elettrica installata nella sala elettropompe risulta la seguente:

- n. 3+1R elettropompe da 45 kW
- n. 3+1R elettropompe da 140 kW

per quanto riguarda il calore prodotto dalle macchine installate, si fa riferimento alle seguenti formule di calcolo:

- n. 3 elettropompe da 140 kW = 92,5% - calore prodotto $3 \times (9030 + 10\%) = 29.800 \text{ Kcal/h}$

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

la quantità di calore massima prodotta dall'impianto in fase di esercizio risulta essere pari a circa 29.800 Kcal/h.

Le condizioni al contorno per il dimensionamento dell'impianto di ventilazione a servizio del locale elettropompe sono le seguenti:

- Calore dissipato dalle elettropompe: 29800 Kcal/h
- Irraggiamento solare e trasmissioni: 1500 Kcal/h
- Temperatura massima interna alla sala elettropompe (T1): 35 °C
- Temperatura massima aria immessa (T2): 30 °C

Il calore totale da asportare risulta essere pari a 31.300 Kcal/h, richiedendo quindi una quantità di aria di ventilazione di seguito determinata:

$$Q = \frac{31300}{5 \times 0.24} / 1.127 \approx 29396 \cdot m^3/h$$

dove:

31300 = calore totale da asportare

5 = $\Delta T(T1-T2)$

0.24 = Kcal/Kg*K calore specifico dell'aria

1.127 = m³/Kg densità dell'aria alla temperatura di esercizio

La camera di manovra dell'impianto di sollevamento presenta una volumetria pari a 2400 m³, con un numero di ricambi necessari pari a circa 10 ricambi/ora come di seguito determinato:

$$\frac{29396}{2400} \approx 12 \cdot \text{ricambi / ora}$$

Per l'estrazione dell'aria dal locale elettropompe sono previsti quattro torrini estrattori di tipo LP con comando manuale e termostatico, posti al piano copertura. I torrini installati di estrazione installati saranno quattro, con una portata complessiva di 30000 m³/h, con le seguenti caratteristiche:

torrino centrifugo per aspirazione libera o canalizzata, installazione a tetto, gruppo moto/ventilatore a pale rovesce autopulenti adatto per servizio continuo, portata massima 8000 mc/h, velocità di rotazione 880 giri/min, potenza assorbita 0,60 kW, rumorosità 58,5 dB(A) a 3 mt, motore con grado di protezione F – IP55 – 230%50/2, temperatura in esercizio 50°C.

II.6.3 Impianto di pretrattamento

L'impianto di ventilazione a servizio del locale di pretrattamento sarà realizzato con n°2 reti di distribuzione, di immissione e di ripresa aria, costituite da canali circolari in acciaio zincato ø 700 mm, posizionate rispettivamente a soffitto del capannone industriale ed a pavimento dello stesso.

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

L'immissione di aria avverrà dall'alto a mezzo bocchette di tipo industriale in acciaio zincato con serranda di taratura e doppio ordine di alette mobili, distribuite lungo l'asse della galleria con passo 10 mt.

L'estrazione d'aria avverrà invece dal basso mediante griglie di ripresa aria del tipo industriale in acciaio zincato complete di serranda di taratura, direttamente montate sul canale posizionato a pavimento.

Le bocchette di immissione aria e le griglie di estrazione aria, oltre a trovarsi a quote diverse, saranno anche sfalsate rispetto all'asse dell'impianto di pretrattamento, per cui risulteranno ad una distanza reciproca (misurata parallelamente all'asse del locale tattamenti preliminari) di circa 5 mt.

Tale disposizione garantirà l'interessamento della ventilazione dell'intero volume di galleria.

L'impianto di ventilazione trarrà la sua origine da n°2 elettroventilatori (immissione ed estrazione aria) posizionati presso il piazzale ed aventi le seguenti caratteristiche :

ventilatori bistadio a passo regolabile da fermo, montaggio orizzontale, cassa di alloggiamento lunga in lamiera di acciaio zincata a caldo, girante in lega di alluminio pressofusa con pale a profilo alare, diametro girante 400 mm, velocità di rotazione 2800 n/min, potenza assorbita 1,50 kW (mandata) 1,1 kW (ripresa), rumorosità 68 dB(A) a 3 mt, motore con grado di protezione F – IP55 – 400%50/3, temperatura in esercizio 50°C, massima temperatura aria in emergenza 200°C/2h.

Riepilogo dati impianto di pretrattamento:

- Lunghezza capannone: 39 mt;
- Sezione capannone: 108 mq;
- Volume totale capanone: 4.181 mc;
- Ricambi orari: 2 Vol/h;
- Portata aria di immissione : 8.362 mc/h;
- Prevalenza statica utile : 20 Pa;
- Potenza elettrica assorbita : 1,50 kW;
- Dimensione bocchette : 600 x 600 mm;
- Passo griglie : 10 mt.
- Portata aria di estrazione: 6.690 mc/h;
- Prevalenza statica utile: 13 Pa;
- Potenza elettrica assorbita: 1,10 kW;
- Dimensione griglie : 600 x 600 mm;

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

- Passo griglie : 10 mt.

III.Opere comprensoriali del PS3/120-Foce Sarno

Il collettore emissario in galleria della rete fognaria di Torre del Greco trova recapito nel collettore "E", meglio noto come galleria di Torre Annunziata. Esso prevede l'immissione in testa degli emissari di Boscoreale e Boscotrecase. Di qui le portate aumentano per successive immissioni sino alla diramazione di un primo scaricatore detto di Capo Oncino, posto poco a monte della prevista immissione delle acque reflue di Torre del Greco.

L'impianto di sollevamento finale delle acque reflue e di prima pioggia (denominato Centrale di sollevamento n.2 di Torre Annunziata) munito del relativo canale di scarico delle acque pluviali eccedenti la 5Qmn, immette le portate sollevate in un collettore di mandata e di collettamento facente capo ad una successiva centrale di sollevamento (denominata Centrale di sollevamento n.3 di Torre Annunziata); infine, quest'ultima centrale di sollevamento farà capo ad una terna di condotte di mandata in parallelo e ad un successivo breve tronco di collettore che terminerà al manufatto di testa dell'impianto di depurazione di Foce Sarno (Collettore Mandata 3).

La portata media nera prevista dal PS3 al 2016 dell'intero comprensorio gravitante sul collettore "E" è pari a 0.289 mc/sec

Facendo riferimento alle valutazioni già esposte e includendo il Comune di Torre del Greco si perviene ad una portata futura complessiva di 0.580 mc/s.

E' dunque evidente che il complesso delle opere idrauliche della ex Casmez, che si intende utilizzare anche per il collettamento dei reflui di Torre del Greco, è stato dimensionato per valori inferiori a quelli richiesti. E' dunque utile verificare nel dettaglio la potenzialità delle opere comprensoriali e valutare i necessari interventi di adeguamento per far fronte alle nuove condizioni idrauliche di funzionamento.

III.1 Centrale di sollevamento n.2 di Torre Annunziata

La centrale di sollevamento n.2 delle acque reflue e di prima pioggia è costituita da un manufatto disposto su due livelli. Il primo livello, inferiore, ospita 5 elettropompe con la predisposizione per altre due, nonché le apparecchiature idrauliche di sezionamento ed i tre collettori di mandata.

Il collettore in arrivo all'impianto, con una lunghezza di circa 30 m e un'altezza massima di 3 m (con una sezione ribassata larga 2.25 m ed alta 0.56 m) e pendenza del 2 ‰ convoglia alla stazione le intere portate raccolte anche in tempo di pioggia.

Due vasche, della capacità complessiva di circa 450 mc, sono destinate a raccogliere le

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi consorziali -Il Lotto-
------------------------	--

acque nere e di prima pioggia ed alimentare le pompe.

Il fondo delle vasche è impostato a quota -1,89 msm ed il massimo tirante idrico all'interno di esse è posto a quota +1,90 msm circa.

Secondo le previsioni di progetto, al 2016 le portate in arrivo alla centrale di sollevamento n.2 di Torre Annunziata dovranno essere le seguenti:

Media giornaliera Q_m = 193,69 l/s

Punta giornaliera Q_p = 290,54 l/s

Portata massima Q_{max} = 968,46 l/s

Le pompe di sollevamento provvedono al trasferimento al collettore "B" delle suddette portate, mediante tre tubazioni di mandata, una del $\varnothing$ 800 e due del $\varnothing$ 630 in PEAD.

Le portate che superano il valore di cinque volte la media nera prima dello scarico a mare, vengono inviate ad un canale di grigliatura largo 7,50 m, suddiviso in tre canali paralleli nei quali sono installate tre griglie a pulizia manuale in parte simili alle due precedentemente descritte, che scaricano il materiale grigliato sullo stesso nastro esistente.

Come già anticipato il recapito finale delle tre condotte prementi è il collettore B scatolare di dimensioni 250x180 cm in c.a. di via Roma in tenimento di Torre Annunziata.

Le dimensioni dello speco e la sua pendenza $i=0.0003$ consentono lo smaltimento della portata massima di 2500 l/s, prevista in tempo di pioggia, con un tirante idrico pari a 1,3 metri ed una percentuale di riempimento dello speco del 72% circa, come dalla scala di deflusso di seguito riportata:

h	A(h)	C(h)	R(h)	X(ks=.35)	Q rettangolare	Q/Qr	V	V/Vr
0	0,000	2,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,1	0,250	2,700	0,093	33,650	0,044	0,010	0,177	0,197
0,2	0,500	2,900	0,172	40,900	0,147	0,033	0,294	0,326
0,3	0,750	3,100	0,242	45,048	0,288	0,064	0,384	0,425
0,4	1,000	3,300	0,303	47,848	0,456	0,101	0,456	0,506
0,5	1,250	3,500	0,357	49,900	0,646	0,143	0,517	0,573
0,6	1,500	3,700	0,405	51,484	0,852	0,189	0,568	0,629
0,7	1,750	3,900	0,449	52,751	1,071	0,237	0,612	0,679
0,8	2,000	4,100	0,488	53,790	1,301	0,289	0,651	0,721
0,9	2,250	4,300	0,523	54,661	1,541	0,342	0,685	0,759
1	2,500	4,500	0,556	55,402	1,788	0,396	0,715	0,793
1,1	2,750	4,700	0,585	56,041	2,042	0,453	0,742	0,823
1,2	3,000	4,900	0,612	56,599	2,301	0,510	0,767	0,850
1,3	3,250	5,100	0,637	57,090	2,565	0,569	0,789	0,875
1,4	3,500	5,300	0,660	57,526	2,834	0,628	0,810	0,898
1,5	3,750	5,500	0,682	57,916	3,106	0,689	0,828	0,918
1,6	4,000	5,700	0,702	58,267	3,382	0,750	0,845	0,937
1,7	4,250	5,900	0,720	58,584	3,660	0,812	0,861	0,955
1,8	4,500	6,100	0,738	58,873	3,941	0,874	0,876	0,971
1,9	4,750	6,300	0,754	59,137	4,225	0,937	0,889	0,986
2,0	5,000	6,500	0,769	59,379	4,510	1,000	0,902	1,000

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

La stazione di sollevamento, come già detto, è dotata di un gruppo di pompaggio per le acque nere e per le prime acque di pioggia fino ad un valore di portata pari a cinque volte quella media nera.

Le pompe sono installate in camera stagna e pescano dalla vasca di accumulo divisa in due da apposito setto, tramite tronchetto orizzontali di presa.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche delle elettropompe attualmente installate presso la centrale di sollevamento n.2:

SIGLA	TIPOLOGIA	POTENZA INSTALLATA (kW)	PORTATA (l/s)	PREVALENZA (m)
P 201	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	30	200	5.6
P 202 A	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	55	470	8.2
P 202 B	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	55	470	8.2
P 202 C	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	55	470	8.2
P 202 D	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	55	470	8.2

Come visto in precedenza, per la mandata del collettore B sono presenti tre tubazioni, due con $\varnothing$ 600 ed una con $\varnothing$ 800, delle quali ($\varnothing$ 600 + $\varnothing$ 800) richieste per il 1986. Le portate richieste e quelle erogate nelle diverse condizioni di funzionamento sono riepilogate nella tabella seguente, con una capacità complessiva di pompaggio pari a circa 2020 l/s, senza alcuna riserva.

PORTATE DI PROGETTO		PORTATE		POMPA/E	TUBAZIONE/I	VELOCITA'
		l/s		in funzione	in esercizio	
		richieste	erogate	-	-	m/s
PORTATA MEDIA NERA	Qmn	252	200	P 201	600	0,71
PORTATA DI PUNTA	1,7 Qmn	428	220	P 201	600	0,78
			530	P 202 A	600	1,88
			220	P 201	600	0,78
			530	P 202 A	600	1,88
PORTATA MASSIMA	5Qmn	968,46	430	P 202 B	800	2,84
			430	P 202 C		
			430	P 202 D		

Gli interventi di collettamento previsti nel presente II Lotto determineranno un incremento delle portate con i seguenti ulteriori contributi:

Media giornaliera Qm = 291,26 l/s

Punta giornaliera Qp = 436,89 l/s

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

Portata massima $Q_{max} = 1456,29 \text{ l/s}$

I suddetti contributi, sommati a quelli già afferenti alla centrale di sollevamento n.2, determineranno le seguenti portate di progetto:

Media giornaliera $Q_m = 484,95 \text{ l/s}$

Punta giornaliera $Q_p = 727,42 \text{ l/s}$

Portata massima $5Q_m = 2424,75 \text{ l/s}$

Il valore della portata in tempo di pioggia risulta quindi essere superiore al valore massimo che la centrale di sollevamento n.2 può erogare, con le attuali elettropompe. Si rende quindi necessario un potenziamento della centrale.

L'intervento di adeguamento consiste nella sostituzione della pompa da 30 kW con una da 55 kW con relativo adeguamento del piping e nella installazione di altre tre elettropompe di potenza analoga. La centrale a regime sarà quindi dotata di n.7 elettropompe ad asse verticale da 55 kW.

In tempo di pioggia quindi quattro elettropompe da 55 kW solleveranno circa 1460 l/s sulle due condotte in parallelo $\varnothing 630$ PEAD mentre le altre tre nuove elettropompe, di potenza analoga, solleveranno circa 1040 l/s sulla terza condotta premente $\varnothing 800$ PEAD. A seguito degli interventi di adeguamento la capacità complessiva di pompaggio della centrale n.2 sarà pari a circa 2500 l/s.

III.2 Centrale di sollevamento n.3 di Torre Annunziata

La centrale di sollevamento n.3 è costituita da un manufatto che si sviluppa su due livelli. Il primo, inferiore, ospita 5 elettropompe con la predisposizione per altre due, nonché le apparecchiature idrauliche di sezionamento ed i tre collettori di mandata. L'altro, con calpestio alla quota dell'ingresso all'impianto, consente di raggiungere il locale quadri, quello di telecontrollo ed ulteriori servizi.

Il collettore in arrivo all'impianto, di larghezza 3.50 m e altezza totale 1.80 m, si raccorda ad un tronco di canale largo sei metri suddiviso a sua volta in due canali paralleli della larghezza di tre metri, nei quali sono installati le griglie.

Tramite paratoie è possibile escludere uno dei due canali da funzionamento e metterlo a secco per effettuare lavori di manutenzione delle apparecchiature installate o di pulizia.

A valle della grigliatura le acque raggiungono la vasca di accumulo delle acque nere. La stazione di sollevamento è dotata di un gruppo di pompaggio per le acque nere per le prime acque di pioggia fino a cinque volte la portata media.

Quando la portata aumenta oltre cinque volte la portata media, le acque in eccesso

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -II Lotto-
------------------------	---

sforano nel fiume Sarno tramite sfioratore a gravità.

La mandata delle acque nere più le prime acque di pioggia è costituita da tre tubazioni $\varnothing 600$, $\varnothing 700$ e $\varnothing 900$ in acciaio, che scavalcano il Sarno e la strada adiacente a quota tale da consentire il transito sulla strada medesima.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche delle elettropompe attualmente installate presso la centrale di sollevamento n.3.

SIGLA	TIPOLOGIA	POTENZA INSTALLATA (kW)	PORTATA (l/s)	PREVALENZA (m)
P 301	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	55	330	11.9
P 302 A	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	110	600	13.7
P 302 B	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	110	600	13.7
P 302 C	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	110	600	13.7
P 302 D	ELETTROPOMPA CENTRIFUGA AD ASSE VERTICALE IN CAMERA ASCIUTTA	110	600	13.7

La capacità complessiva di sollevamento della centrale n.3, così come riportato nella tabella seguente, risulta essere pari a circa 3250 l/s.

PORTATE DI PROGETTO		PORTATE l/s		POMPA/E in funzione	TUBAZIONE/I in esercizio	VELOCITA' m/s
		richieste	erogate			
PORTATA MEDIA NERA	Q _{mn}	291,25	750	P 302 A	700	1,95
PORTATA DI PUNTA	1,5 Q _{mn}	436,87	750	P 302 A	700	1,95
			710	P 302 B		
PORTATA MASSIMA	5Q _{mn}	1456,25	710	P 302 C	900	3,35
			710	P 302 D		

Per avere una scala di deflusso delle acque pompate il più possibile vicino alla scala di deflusso del collettore in arrivo, i livelli di attacco delle pompe per le acque nere più le prime acque di pioggia sono stati fissati in modo da realizzare un idoneo volume polmone in grado di garantire un numero di cicli orari non superiore a quattro.

Il collettamento della rete fognaria del comune di Torre del Greco alla centrale di Sollevamento n.3 attraverso la galleria comprensoriale di Torre Annunziata, così come previsto nel presente progetto di II lotto, determinerà un incremento delle portate in arrivo all'impianto con i seguenti ulteriori contributi:

Media giornaliera Q_m = 291,25 l/s

Punta giornaliera Q_p = 436,87 l/s

Portata massima Q_{max} = 1456,25 l/s

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--

Codice Intervento 7305	-Comune di Torre del Greco- Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali -Il Lotto-
------------------------	---

I suddetti contributi, sommati a quelli già afferenti alla centrale di sollevamento n.3, determineranno le seguenti portate di progetto:

Media giornaliera Q_m = 580,14 l/s

Punta giornaliera Q_p = 870,21 l/s

Portata massima $5Q_m$ = 2900,71 l/s

Il valore della portata in tempo di pioggia risulta quindi essere inferiore al valore massimo che la centrale di sollevamento n.3 può erogare, costituendo anche un utile riserva in caso di guasto.

Difatti, in tempo di pioggia, tre pompe da 110 kW solleveranno circa 2130 l/s sulla condotta premente $\varnothing$ 900 in acciaio. La quarta pompa da 110 kW, rappresenta un utile riserva in caso di guasto, mentre la quinta, da 55 kW, può essere utilizzata per le portate minime in arrivo all'impianto.

IL TECNICO

Progetto Definitivo	TD.03	Relazione tecnica opere elettromeccaniche	Rev.0	
---------------------	-------	---	-------	--