

DIREZIONE ACQUA

PROGETTO GENERALE:

OPERE DI ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI
PRE-TRATTAMENTO DI BARCOLA AL D.lgs 152/06
COLLEGAMENTO BARCOLA AL SISTEMA INTEGRATO

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO:

V STRALCIO: REALIZZAZIONE IMPIANTI DI
SOLLEVAMENTO " BARCOLA " e 19Tb A SERVIZIO
DEL COLLEGAMENTO TRA L'IMPIANTO DI
PRE-TRATTAMENTO DI BARCOLA E IL COLLETTORE
DI ZONA ALTA

a) RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE

IL RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE	IL COORDINATORE PER LA PROGETTAZIONE	IL COORDINATORE PER L'ESECUZIONE	VALIDATO DIREZIONE DIVISIONE ACQUA		
Dott. Franco Berti	ing. Mauro Tortorelli M Consulting S.r.l.		Dott. Franco Berti		
PROGETTATO	REDATTO Tech Environment & Engineering  Consulting S.r.l. via Benvenuto del Borgo, 1 - 35124 Padova (PD) tel. 049-7889855 - fax 049-683800 email: info@mconsulting.it	COMPILATO	VALIDATO DIREZIONE DIVISIONE ACQUA ENGINEERING		
ing. Mauro Tortorelli M Consulting S.r.l.			Ing. Andrea Rubin		
ACEGAS-APS S.p.A. si riserva a termini di legge la proprietà di questo documento, con divieto di riprodurlo, consegnarlo o renderlo comunque noto a Terzi senza preventiva autorizzazione.					
COMMESSA	PRATICHE	CODICE	DATA	AGGIOR./SOST.	ELABORATO
13D001	2014PD016	2014AA007	Gennaio 2014	—	a)

V STRALCIO

REALIZZAZIONE IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO “BARCOLA” E “19Tb” A SERVIZIO DEL COLLEGAMENTO TRA L’IMPIANTO DI PRE-TRATTAMENTO DI BARCOLA E IL COLLETTORE DI ZONA ALTA

a) RELAZIONE ILLUSTRATIVA GENERALE

1. Premessa	2
2. Stato attuale della rete	4
3. Stato di progetto	4
3.1 Impianto di pre-trattamento di Barcola	4
3.2 Nuovo impianto di sollevamento 19Tb	5
4. Dimensionamento idraulico degli impianti di sollevamento.....	5
5. Calcolo delle perdite di carico	6
6. Dimensionamento delle pompe di sollevamento	7
7. Esecuzione e tipologie dei lavori	8
- posa delle apparecchiature elettriche ed idrauliche.....	9

1. Premessa

La presente relazione riguarda il dimensionamento degli impianti di sollevamento a servizio del collegamento tra l'impianto di pre-trattamento di Barcola e il Collettore di Zona Alta (Figura 1).

Il progetto generale di adeguamento dell'impianto di pre-trattamento di Barcola, si prefigge di risanare la rete fognaria del comprensorio Barcolano, attualmente immesse in mare attraverso due lunghe tubazioni al largo dalla costa, con lo scopo di invertire i flussi delle acque reflue che verranno così inviate al Collettore massimo di Zona Alta e da qui al depuratore di Servola.

Il progetto generale prevede la dismissione dei sollevamenti a mare, mantenuti solo per fronteggiare eventuali situazioni di emergenza, e la razionalizzazione dell'attuale catena di sollevamenti intermedi dislocati lungo l'intera riviera Barcolana, allo scopo di convogliare il refluo fino al collettore massimo di Zona Alta e da qui a gravità fino al depuratore di Servola. Il progetto di adeguamento dell'impianto diviene, di fatto, l'occasione per risanare e potenziare il sistema fognario del comprensorio Barcolano.

Il progetto generale è stato suddiviso in 5 stralci funzionali, di cui, il quinto stralcio oggetto della presente progettazione, prevede la sistemazione ed il potenziamento delle stazione di sollevamento.

Nel corso del dimensionamento degli impianti di sollevamento si è ritenuto conveniente, al fine di garantire un più efficace e sicuro funzionamento, ridurre il numero complessivo dei rilanci, arrivando ad eliminare, tramite opportuno dimensionamento dei dispositivi elettromeccanici degli impianti di Barcola e 19Tb, i sollevamenti intermedi denominati "17Tb" e "20T-Incis".

Di conseguenza l'opera secondo il nuovo progetto sarà strutturata complessivamente come segue:

- Sollevamento dei reflui all'impianto di pre-trattamento di Barcola con nuove opere elettromeccaniche installate nell'impianto esistente;
- Collegamento dell'impianto di pre-trattamento di Barcola con il nuovo impianto di sollevamento "19Tb" tramite una nuova linea in PeAD DN455 posata tramite tecnica di relining all'interno di condotta acquedotto DN500 dismessa della lunghezza complessiva di circa 2800 m;
- Nuovo impianto di sollevamento "19Tb", in grado di effettuare sia il rilancio completo dei reflui provenienti dall'Impianto di Barcola, sia di effettuare immissione in carico nella tubazione di collegamento, e sollevare quindi esclusivamente i reflui del collettore intercettato prima dello scarico a mare;
- Collegamento tra l'impianto di sollevamento "19Tb" e il Collettore massimo di Zona Alta tramite una nuova linea in PeAD DN560 PN16 posata con tecnica tradizionale di scavo a cielo aperto per una lunghezza complessiva di circa 1580 m.

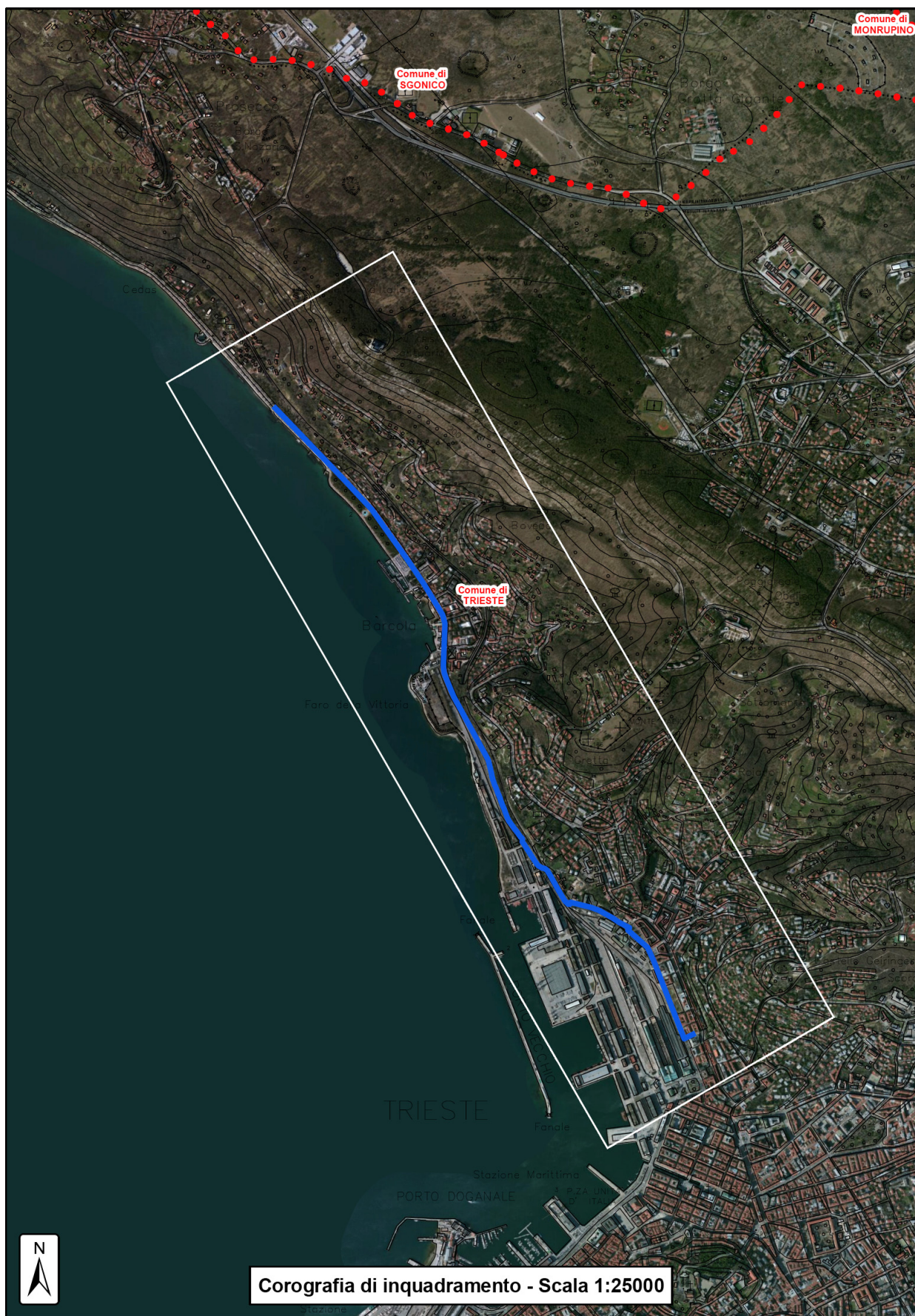


Figura 1: Inquadramento dell'area oggetto dell'intervento.

2. Stato attuale della rete

Attualmente il sistema Barcolano ha come recapito l'impianto di pre-trattamento di Barcola, che attraverso una doppia condotta sottomarina scarica i reflui trattati in mare al largo della costa.

Il progetto generale prevede il trasferimento dei reflui in arrivo all'impianto di Barcola fino al depuratore cittadino di Servola. La dismissione dell'impianto di Barcola si rende necessaria al fine di ottemperare la normativa vigente e ottimizzare il sistema di depurazione Triestino.

La nuova rete di collegamento è in fase di realizzazione nel comune di Trieste in viale Miramare nel tratto compreso tra l'impianto di pre-trattamento di Barcola e il punto di immissione nel Collettore massimo di Zona Alta, presso la Scala del Belvedere.

Grazie all'operazione di relining di una vecchia condotta precedentemente destinata all'acquedotto civile ora in fase di dismissione, un tratto consistente della rete di collegamento compresa tra l'impianto di Barcola e il nuovo impianto 19Tb è stata realizzata limitando il cantiere a brevi interventi puntuali di ridotto impatto.

Il tratto ricompreso tra il nuovo impianto 19Tb e il punto di immissione nel Collettore massimo di Zona Alta è invece in fase di realizzazione con tecnica tradizionale di posa con scavo a cielo aperto, e risulta in avanzata fase di esecuzione.

Lo stralcio di cui al presente progetto, rappresenta la realizzazione degli impianti di sollevamento che consentiranno, attraverso le nuove reti in fase di posa oggetto dei precedenti stralci, di trasferire i reflui della zona del Barcolano, attualmente scaricati al largo della costa, al depuratore di Servola, ubicato sul lato opposto della città.

3. Stato di progetto

3.1 Impianto di pre-trattamento di Barcola

L'impianto di pre-trattamento di Barcola attualmente effettua una serie di trattamenti primari di sedimentazione e disoleazione, e attraverso una doppia condotta sottomarina convoglia i reflui in mare al largo della costa.

Al fine di convogliare i reflui al depuratore di Servola, il progetto prevede, oltre al mantenimento dell'impianto esistente, l'affiancamento nella stessa vasca di n. 3 nuovi gruppi di sollevamento, per i quali sono già esistenti e disponibili i relativi vani di alloggiamento. Sul corpo di ciascuna pompa verrà installata una valvola di flussaggio, un dispositivo meccanico-idraulico che in fase di avviamento del ciclo di pompaggio attiva un potente getto che rimette in sospensione eventuali solidi depositati sul fondo vasca e quindi li porta ad essere espulsi nella immediatamente successiva fase di pompaggio. Ciò al fine di evitare l'accumulo di sedimenti sul fondo vasca.

L'impianto esistente manterrà in ogni caso la possibilità, in caso di emergenza, di convogliare i reflui in mare attraverso il sistema attualmente in funzione, ma sarà adeguatamente riorganizzato al fine di garantirne in ogni caso la funzionalità anche a seguito della dismissione.

3.2 Nuovo impianto di sollevamento 19Tb

All'altezza del cavalcavia ferroviario è ad oggi esistente un impianto di sollevamento denominato "19T" che cattura le acque miste da un condotto di dimensioni 80x100 cm e attualmente le invia, attraverso una serie di successivi rilanci, all'impianto di Barcola.

La realizzazione del nuovo impianto 19Tb invece, in grado di sollevare portate consistenti, porterebbe all'indesiderata all'immissione di grandi quantità di acqua marina in fognatura è indesiderabile; pertanto nella progettazione del manufatto si è previsto a valle del nuovo sfioro a mare l'installazione di un clapet in acciaio inox dotato di contrappeso al fine di ridurre la perdita di carico conseguente alla presenza del manufatto.

Il nuovo impianto denominato "19Tb" sarà realizzato alcune decine di metri a monte dell'impianto esistente, all'interno dell'area portuale, previa rimozione dei binari, delle traversine e della massicciata ferroviaria.

L'area dell'impianto, di dimensioni indicative pari a 12x20 metri, sarà interamente recintata in adiacenza alla recinzione dell'area portuale.

L'impianto attuale 19T è dotato, a monte della stazione di sollevamento, di una griglia di protezione in grado di trattenere eventuali corpi voluminosi potenzialmente dannosi per la pompa di sollevamento; per tale griglia verrà predisposta nel nuovo manufatto 19Tb, una apertura di dimensioni adeguate a consentire agevolmente la pulizia della griglia di protezione e idonea ad ospitare in futuro anche un eventuale sgrigliatore a tappeto rotante.

4. Dimensionamento idraulico degli impianti di sollevamento

La scelta del diametro della nuova condotta fa riferimento ai calcoli idraulici compiuti nel Progetto generale di adeguamento dell'impianto di pre-trattamento di Barcola, redatto da Ing. Toscano e Ing. Navarra e approvato dagli organi competenti. In occasione del progetto generale di adeguamento si è infatti potuto stimare un numero di abitanti pari a circa 7000-7500 unità a fronte di previsioni di sviluppo pari a circa 12500 unità.

A sostegno del disatteso sviluppo demografico previsto si rileva che le acque reflue in ingresso all'impianto hanno quale caratteristica principale una bassa concentrazione di sostanza organica ed una portata consistente se paragonata a quella teorica di letteratura, indice quindi di una spinta diluizione. La diluizione è causata da una forte presenza di acque parassite alimentate rispettivamente dai corsi d'acqua superficiali e dalle infiltrazioni di acque salmastre provenienti dagli scarichi di emergenza della rete e dalle vecchie giunzioni delle tubazioni.

La struttura della rete fognaria a servizio del comprensorio Barcolano, infatti, è caratterizzata da una serie di collettori che dal "ciglione carsico" discendono verso la costa, percorrendo in alcuni casi gli stessi tracciati dei torrenti dislocati sul territorio.

Le condotte confluiscono quindi in vecchi canali che attraversano il viale Miramare, convogliando anche le acque dei torrenti. Da qui vengono captate da 12 stazioni di sollevamento ubicate lungo una linea di costa di circa 7km e quindi pompate all'impianto di pre-trattamento.

Le analisi condotte direttamente dal laboratorio chimico della Società Acegas Aps su campioni prelevati tra il 2002 e il 2006 hanno messo in luce che la portata media in ingresso all'impianto è di circa 4000 m³/giorno

con dei valori minimi di 2800 m³/giorno in periodi particolarmente secchi e con bassi valori massimi di marea. A fronte di tali portate sono stati misurati valori di SS medi di 95 mg/l e di BOD5 medio di 60 mg/l con punte di concentrazione di 85 – 90 mg/l registrati in corrispondenza dei minimi valori di portata influente.

Come noto dalla letteratura, 1 Abitante Equivalente AE corrisponde a 60 g BOD5/abitante giorno, dai valori ricavati dalle analisi può essere calcolato l'effettivo numero di abitanti equivalenti che attualmente gravano sull'impianto di pre – trattamento che risulta pari a circa 4000 AE.

Ipotizzando, come riportato in letteratura, una dotazione idrica media giornaliera D=250 - 300 l/g ab, si calcola che in tempo secco la portata media giornaliera in ingresso è di circa 1100 m³/giorno contro i 4000 m³/giorno medi realmente registrati in ingresso. È dunque evidente come la portata trattata in tempo secco sia quasi quattro volte quella teorica di tempo asciutto, a dimostrazione della già spinta diluizione del refluo trattato.

Sulla base di quanto evidenziato dall'analisi del P.R.G.C. dal punto di vista dell'espansione urbanistica del territorio, per il dimensionamento delle opere in progetto si ritiene sufficientemente cautelativo considerare un eventuale futuro aumento della popolazione fino ad un massimo di 7500 AE. Pertanto la portata media giornaliera di tempo secco (qN), riferita sempre ad una dotazione idrica di 300 l/g ab e ad un carico di 7500 AE, è di circa 2000 m³/giorno.

In particolare, sulla base di quanto previsto nel “Piano generale per il risanamento delle acque” attualmente in vigore nella regione Friuli Venezia Giulia, il minimo rapporto di diluizione consentito per il refluo da inviare all'impianto di trattamento è sei volte la teorica portata media giornaliera di tempo secco qN. Pertanto, per l'intero sistema, in tempo di pioggia la massima portata giornaliera da pompare all'impianto di Servola è di 12000 m³/giorno che corrisponde ad una portata istantanea di circa 140 l/s.

5. Calcolo delle perdite di carico

La corretta individuazione del punto di lavoro dei nuovi impianti di sollevamento risulta di particolare importanza al fine di garantire la scelta dei dispositivi elettromeccanici più idonei nell'ottica di un efficiente e duraturo servizio.

Per tale motivo il calcolo delle perdite di carico delle nuove linee di collegamento Barcola-19Tb, realizzata in PeAD DN455 PN16 per uno sviluppo di circa 2810 m, e 19Tb-Collettore di Zona Alta, in PeAD DN560 PN16, per uno sviluppo di circa 1580 m, è stato effettuato con l'applicazione di differenti metodologie, al fine di raggiungere un calcolo quanto più affidabile possibile.

Al fine di garantire un efficace rimozione dei sedimenti dalla condotta la velocità all'interno della stessa non dovrebbe essere inferiore a 0,7-0,8 m/s. Tuttavia per evitare eccessivi dissipazioni energetiche tale velocità non dovrebbe superare i 1.5-2.0 m/s. La UNI – EN 12056-4 prescrive infatti che un dimensionamento corretto prevede che la velocità di scorrimento all'interno di reti tubate dovrebbe risultare compresa nell'intervallo tra 0.7 m/s e 2.3 m/s.

I calcoli idraulici sviluppati nella Relazione idraulica mostrano come la velocità sia compresa nell'intervallo prescritto solo con valori di portata superiori a 70 l/s nel primo tratto ricompreso tra gli impianti di Barcola e 19Tb e a 125 l/s nel secondo tratto tra l'impianto 19Tb e il Collettore massimo di Zona Alta.

Tabella 1 – perdite di carico nel tratto Barcola – Collettore massimo di Zona Alta

Calcolo perdite di carico Barcola/CZA – 2811 m D _{int} =0.368 m / 1581 m D _{int} =0.458m									
Portata	(l/s)	30 l/s	60 l/s	90 l/s	125 l/s	160 l/s	200 l/s	250 l/s	300 l/s
PERDITA TOTALE	(m)	10.45	12.38	15.36	20.10	26.14	34.61	47.49	62.86

Risulta altresì evidente che con portate inferiori ai valori indicati, che rappresentano il funzionamento di tempo asciutto e che quindi coprono la percentuale prevalente del funzionamento degli stessi, le portate sarebbero insufficienti a garantire una adeguata rimozione dei sedimenti.

Si è ritenuto pertanto utile inserire nella programmazione del PLC di comando delle elettropompe un ciclo periodico di funzionamento con portata elevata, per esempio tramite il preventivo riempimento della vasca di accumulo e il successivo avvio delle elettropompe fino al ripristino del livello di gestione ordinario, al fine di garantire un efficace lavaggio della condotta di mandata da eventuali sedimenti.

In alternativa gli impianti potranno essere programmati per funzionare con valori di portata superiori a quanto indicato, consentendo in questo caso una costante rotazione di funzionamento delle pompe. La presenza di n. 3 pompe e l'alimentazione con dispositivi a frequenza variabile in grado di controllare costantemente l'assorbimento dei motori ed evitare quindi i sovrassorbimenti tipici dell'avviamento diretto consentono di evitare ogni considerazione sul tempo di ciclo delle pompe, che in ogni caso potrà essere regolato agendo sui livelli di attacco e stacco delle pompe.

6. Dimensionamento delle pompe di sollevamento

Come indicato al precedente paragrafo, le perdite di carico cui gli impianti di sollevamento sono assoggettati risultano variabili in funzione della portata complessivamente convogliata.

In condizioni di tempo asciutto, quando le portate sono contenute in alcune decine di litri al secondo, le prevalenze complessive sono relativamente contenute, dell'ordine di 10-12 metri, e determinate quasi esclusivamente dai dislivelli geodetici, risultando trascurabili le perdite di carico continue e localizzate per via delle ridotte velocità in condotta;

In condizioni di pioggia, quando è richiesto il sollevamento di almeno 6 volte la portata di tempo asciutto al fine di garantire una adeguata diluizione dei reflui eventualmente sfiorati, le perdite di carico salgono repentinamente a valori di alcune decine di metri.

Questo fatto, unito alla difficoltà di disporre di elettropompe in grado di adattarsi mantenendo rendimenti elevati a situazioni di così ampia variabilità, suggerisce di far lavorare gli impianti in differenti modalità, a seconda della richiesta di portata da sollevare, attraverso l'utilizzo di pompe comandate con dispositivi a frequenza variabile (inverter), in grado di modificare il punto di lavoro per mezzo della variazione di velocità di rotazione del motore.

La ridotta prevalenza da vincere nelle condizioni di ridotta portata di tempo asciutto suggerisce di effettuare un unico rilancio tra l'impianto di Barcola e il Collettore di Zona Alta, con inserimento in carico all'impianto 19Tb delle sole portate captate dallo stesso impianto. In tal modo si evita di scaricare nella vasca dell'impianto 19Tb l'intera portata sollevata a Barcola, con conseguenti benefici energetici.

Grazie ad un apposito bypass, in condizioni di pioggia, gli afflussi provenienti da Barcola saranno riversati nella vasca dell'impianto 19Tb e quindi risollevati al Collettore di Zona Alta.

Questo duplice funzionamento permetterebbe in condizioni di piena di contenere la prevalenza complessiva dell'impianto di Barcola, mentre in condizioni di tempo asciutto permetterebbe di mantenere sempre una minima prevalenza, necessaria al corretto funzionamento delle elettropompe garantendo l'assenza di fenomeni di cavitazione.

In condizioni di pioggia il valore di portata indicato in tabella 1 è da intendersi quale minima portata da sollevare al fine di garantire il rapporto di diluizione richiesto: una portata sollevata inferiore determinerebbe lo sfioro a mare di reflui non sufficientemente diluiti, mentre una portata superiore andrebbe a gravare l'impianto di depurazione di Servola con portate eccessivamente diluite che andrebbero ad incrementare inutilmente i costi di depurazione.

E' evidente quindi che il punto ottimale lo si ottiene impostando la massima portata da sollevare pari al valore indicato in tabella 1. In tali condizioni il bypass predisposto all'impianto di sollevamento 19Tb risulterà impostato per il funzionamento in cascata degli impianti, con prevalenze dell'ordine di 15 m a Barcola e 10 m all'impianto 19Tb.

Al fine di garantire una adeguata flessibilità all'impianto in progetto, l'alimentazione delle elettropompe con dispositivi a frequenza variabile permetterà l'adeguamento ad un intervallo di valori estremamente ampio: come evidenziato in figura 6 il progetto dei nuovi dispositivi di sollevamento previsti a Barcola permetteranno il sollevamento portate dell'ordine di 30-60 l/s con prevalenza contenuta entro i 15 metri con rendimenti idraulici prossimi comunque al massimo rendimento della macchina (75%), ma con l'incremento della velocità di rotazione permetterà di arrivare a pompare sino a 140-150 l/s circa con una singola pompa in funzione, con la possibilità di ottenere momentanee portate di picco fino a 220-240 l/s con due pompe in funzione e circa 280-300 l/s con impianto a pieno regime con tutte e tre le pompe in funzione.

Per l'impianto 19Tb si prevede un dimensionamento leggermente superiore in termini di portata, per la necessità di dover rilanciare sia gli afflussi provenienti da Barcola che quanto in arrivo dal collettore sotterraneo, ma sono sufficienti minori prevalenze per via della minor lunghezza di collettore e del più generoso diametro, con evidenti differenze in termini di potenza complessiva del motore.

La necessità tuttavia di superare un maggior dislivello geodetico per l'immissione nel Collettore massimo di Zona Alta. Le curve riportate in figura 7 evidenziano come in regime di tempo asciutto le portate di 40-60 l/s siano raggiunte alla minima frequenza di funzionamento con la prevalenza dell'ordine di 8-10 metri, mentre in tempo di pioggia con funzionamento di singola pompa l'impianto sarebbe in grado di raggiungere la portata di quasi 200 l/s, con la possibilità di ottenere momentanee portate di picco fino a 320-340 l/s con due pompe in funzione.

Il funzionamento della terza pompa, non previsto in questa fase, consentirebbe un futuro allaccio al nuovo impianto 19Tb di ulteriori superfici servite, quali ad esempio il sedime portuale, con possibilità di rilanciare verso il Collettore di Zona Alta fino a circa 400 l/s con impianto a pieno regime con tutte e tre le pompe in funzione.

7. Esecuzione e tipologie dei lavori

L'esecuzione dei lavori riguarda differenti tipologie di lavoro:

- realizzazione di opere civili presso l'esistente impianto di Barcola, compreso l'allacciamento del collettore di mandata alla nuova linea in PeAD da eseguirsi in parte su strada statale aperta al traffico ed in particolare scavi a sezione obbligatoria, demolizione e ripristino delle sovrastrutture stradali,

microdemolizioni in corrispondenza dei fori di uscita delle tubazioni di mandata delle nuove pompe e microdemolizioni per il passaggio dei cavi di alimentazione;

- realizzazione di opere civili di realizzazione della vasca del nuovo impianto “19Tb” e di allacciamento del collettore e del Bypass alla nuova linea in PeAD proveniente da Barcola e alla nuova linea in PeAD che recapita al Collettore di Zona Alta ed in particolare lo scavo per il rinvenimento del condotto fognario esistente e la contestuale posa delle vasche prefabbricate e la realizzazione delle recinzioni esterne e della pavimentazione in conglomerato bituminoso. Inoltre verranno realizzati gli scavi a sezione obbligata per la posa dei tratti di allacciamento alla tubazione proveniente dall’impianto di pretrattamento di Barcola, in PeAD DN455, e alla nuova tubazione di collegamento con il Collettore di Zona Alta, in PeAD DN560;
- realizzazione di opere di carpenteria idraulica quali collettori e pezzi speciali in acciaio Inox AISI 316 per la necessaria resistenza alla corrosione in ambiente marino;
- realizzazione dei quadri elettrici di comando dei nuovi impianti che devono garantire una comunicazione tra gli impianti di Barcola e 19Tb in modo tale che una eventuale anomalia di un impianto non vada a generare potenziali problemi all’altro;
- posa delle apparecchiature elettriche ed idrauliche.