ERSI ABRUZZO
Ente Regionale per il
Servizio Idrico Integrato

SERVIZI DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, PROGETTAZIONE DEFINITIVA E PROGETTAZIONE ESECUTIVA, CON COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, DIREZIONE E CONTABILITA' LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE PER I LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE INFRASTRUTTURE DEL SERVIZIO DI FOGNATURA E DEPURAZIONE IN ALCUNI SUB AMBITI DELL'E.R.S.I. ABRUZZO

Masterplan per l'Abruzzo – Patto per il Sud – Codice Intervento PSRA/36

PSRA/36-02
ADEGUAMENTO E AMPLIAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI AVEZZANO (AQ)

CUP D39B16000030002

Progettista: R.T.P. tra

(Mandataria)

C.& S. Di Giuseppe Ingegneri Associati Srl

Mandanti)

ETATEC STUDIO PAOLETTI

Isola Boasso Studio di Ingegneria

Ing. Eleonora Sablone, Ing. Flavio Odorisio,

Geologo Dott. Domenico Pellicciotta,

Archeologo Dott.ssa Martina Pantaleo

Ente Appaltante:

Ersi Abruzzo - Ente Regionale per il Servizio Idrico Integrato

Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Alessandro Antonacci

Responsabile di Contratto
Ing. Conny Di Giuseppe

Responsabile Integrazione delle prestazioni specialistiche
Ing. Berardo Giangiulio

Responsabili Progettazione Opere impiantistiche IA.01
Ing. Riccardo Isola
Ing. Evandro Serafini

Responsabili Progettazione Opere strutturali S.03
Ing. Paolo Boasso
Ing. Simone Sciarra

Responsabili Progettazione Opere idrauliche D.04
Ing. Vincenzo Ciccarelli
Ing. Giovanni Peduzzi

PROGETTO DEFINITIVO
ELABORATI SPECIALISTICI
RELAZIONE IDRAULICA DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE

Elaborato n°:	Codice elaborato:	Scala
3.3.2	**854BPD03030200_00**	**-**

Rev.	DATA	DESCRIZIONE/MODIFICA	REDATTO DA:	VERIFICATO DA:	APPROVATO DA:
00	Luglio 2022	PRIMA EMISSIONE	Ing. Alessia Pellicciotta	Ing. Riccardo Isola	Ing. Berardo Giangiulio

1 PREMESSA 4
2 PORTATA DA TRATTARE 5
2.1 GENERALITÀ 5
2.2 LA RETE FOGNARIA AFFERENTE 6
2.3 IMPIANTO DI DEPURAZIONE BORGO VIA NUOVA 9
2.3.1 Criticità rilevate 11
2.3.2 Obiettivi da Raggiungere 11
2.4 DATI DI PROGETTO 12
2.4.1 Potenzialità di progetto 12
2.4.2 Dati Base Progetto 14
2.5 LIMITI ALLO SCARICO E TEMPERATURE DI PROGETTO 15
3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA 17
3.1 PROFILI DI PELO LIBERO 17
3.2 ALTEZZA MASSIMA IN CANALI E CANALETTE 18
3.3 STRAMAZZI RETTANGOLARI 18
3.4 STRAMAZZI TRIANGOLARI TIPO THOMSON CON ANGOLO DI 90° 19
3.5 TUBAZIONI IN PRESSIONE 19
3.6 STAZIONE DI SOLLEVAMENTO 21
3.7 TABULATI DI CALCOLO 22
3.7.1 Verifica della linea acque 22
3.7.2 Verifica linea over flow 30
3.7.3 Calcolo delle stazioni di sollevamento 32

1 PREMESSA

Il Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (di seguito RTP), ha ricevuto E.R.S.I. Abruzzo – Ente Regionale per il Servizio Idrico Integrato l'affidamento per la progettazione dei lavori di *"Adeguamento delle infrastrutture del servizio di fognatura e depurazione in alcuni sub-ambiti dell'E.R.S.I. Abruzzo"*.

La presente relazione illustra i risultati delle verifiche di calcolo finalizzate a definire le opere necessarie all'adeguamento dell'impianto di depurazione della città di Avezzano. A tal proposito, la configurazione prevista a seguito degli interventi in progetto necessita di una serie di verifiche di dimensionamento processistico al fine di definire le varie sezioni impiantistiche.

Il documento si articola pertanto nelle seguenti sezioni:

- Il ***Capitolo 2*** descrive le portate da trattare;
- Il ***Capitolo 3*** descrive i criteri di dimensionamento e verifica idraulica.

2 PORTATA DA TRATTARE

La definizione del quadro dei dati di progetto assunti alla base delle verifiche di dimensionamento di processo e delle verifiche idrauliche è basato su indicazioni fornite dalla committente.

2.1 Generalità

L'impianto oggetto di intervento ricade all'interno dell'agglomerato denominato "Avezzano Pozzillo Paterno – Ovindoli" – IT1366006A01. Tale agglomerato presenta un carico generato in abitanti equivalenti pari a 70.544 A.E.

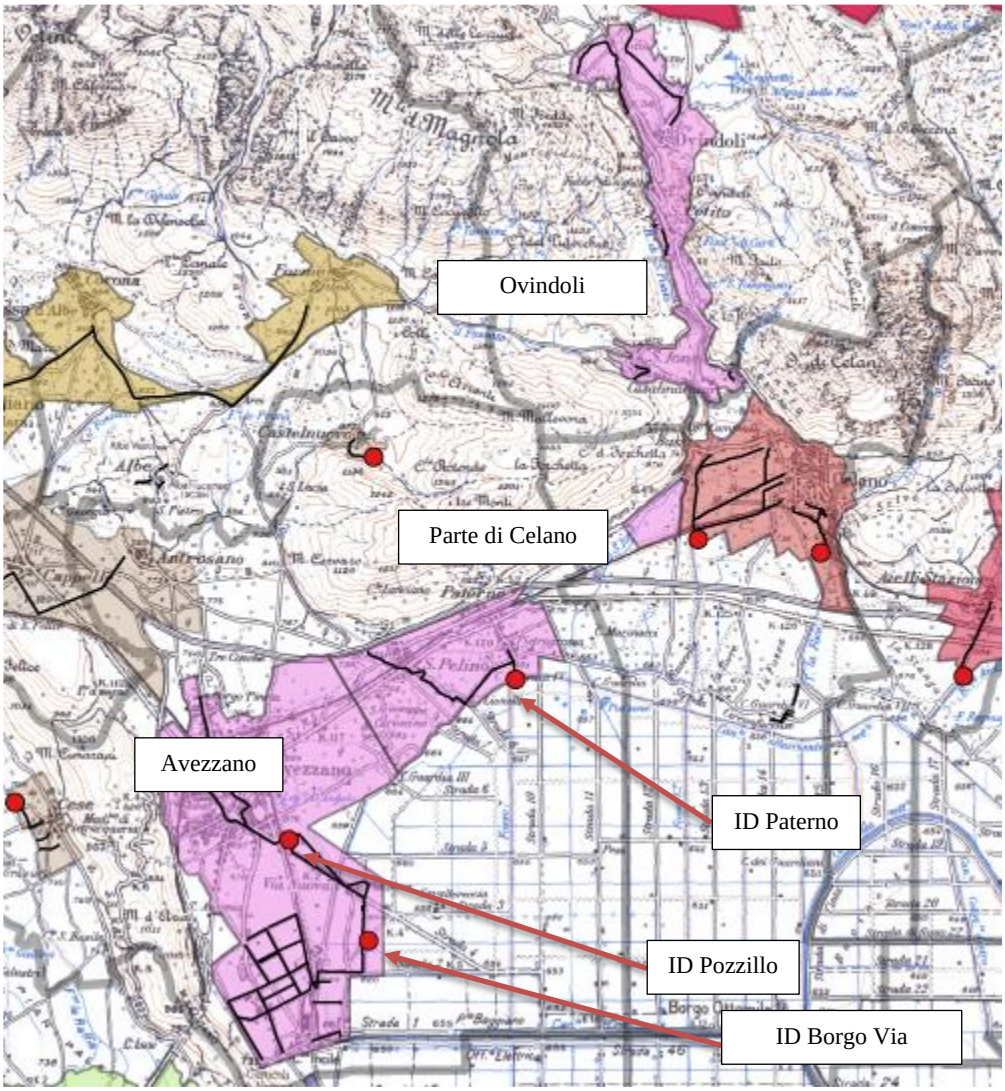


Figure 1 - Agglomerato oggetto di intervento (in magenta)

Allo stato attuale sono ricompresi in tale agglomerato i seguenti impianti di depurazione:

- Impianto di depurazione Paterno (avente codice impianto IT1366006A02C03 e carico di progetto pari a 2.000 A.E.);
- Impianto di depurazione Pozzillo (avente codice impianto IT1366006A01C01 e carico di progetto pari a 17.500 AE);

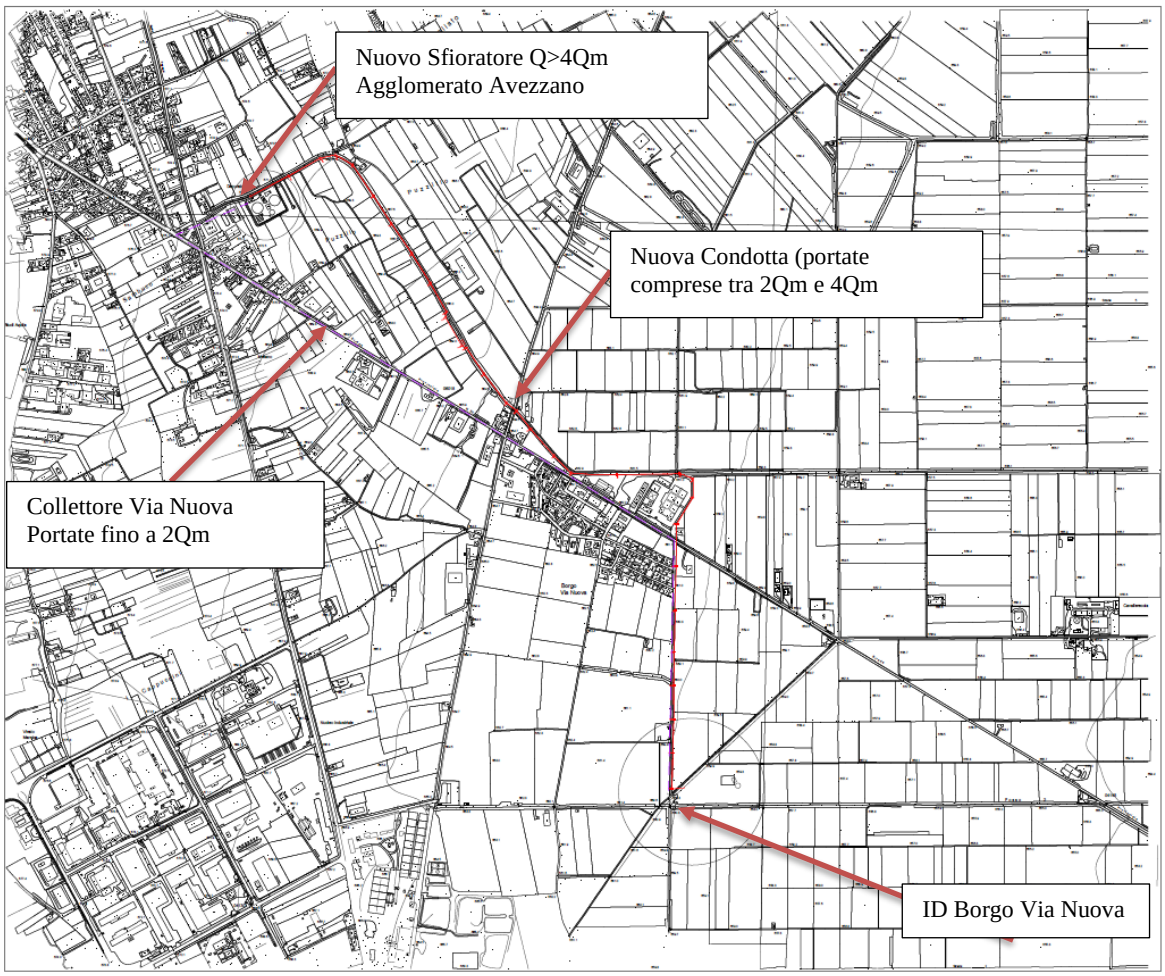
- Impianto di depurazione Borgo Via Nuova (avente codice IT1366006A01C02 e carico di progetto pari a 47.000 AE).

L'agglomerato di cui sopra risulta essere collettato per una capacità complessiva di 69.530 A.E. Nello specifico, le località afferenti risultano essere: Avezzano capoluogo, Madonna Pietracquaria, Maiorana, Case Incile, Faenza, Borgo Via Nuova, Ovindoli, San Pelino e Paterno, Macerino Vecchio, Olmetto, Pozzone, via S. Nicola, Nucleo Industriale.

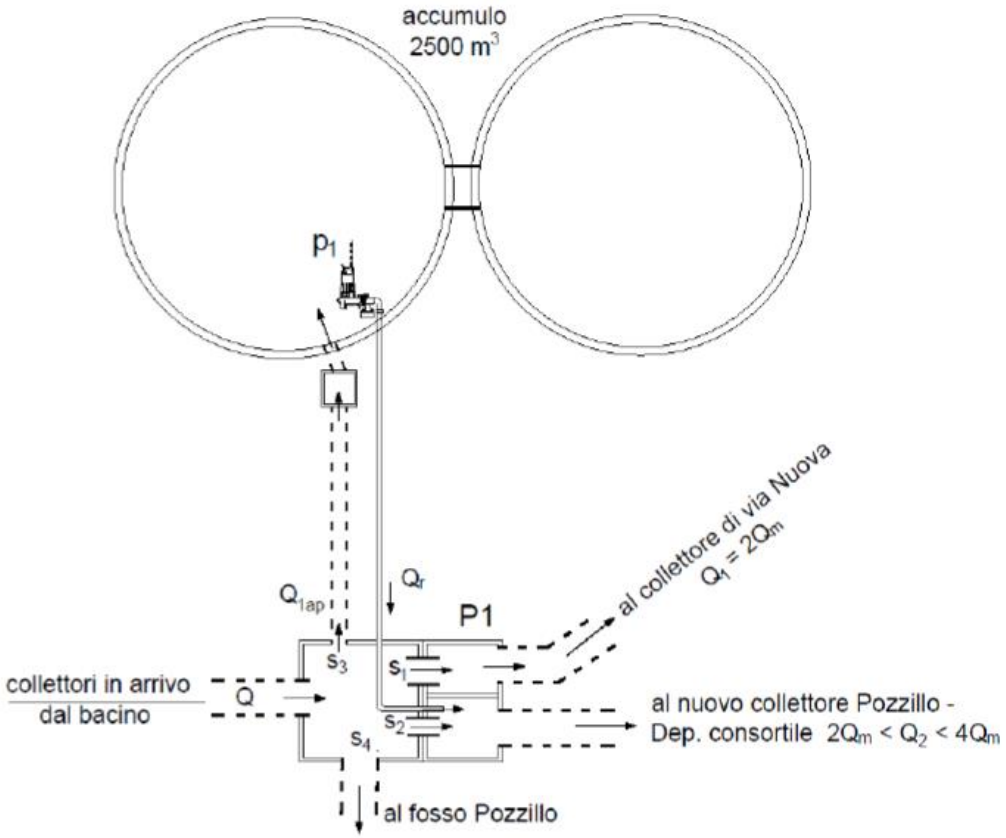
2.2 La rete fognaria afferente

L'intervento come anticipato prevede il potenziamento dell'impianto di depurazione che sarà pertanto in grado di accogliere tutti i reflui delle località appena citate. A tal proposito, sono in corso di realizzazione una serie di interventi che consentiranno:

- Il collettamento dei reflui dell'area di Ovindoli attraverso un nuovo collettore con tratto terminale del DN400 in PEAD corrugato che si innesta sul collettore esistente denominato "Collettore primo lotto". Quest'ultimo, si innesta infine nel collettore di alimentazione dei reflui della città di Avezzano in località Borgo Via Nuova per poi pervenire all'impianto di depurazione.
- La realizzazione di una nuova condotta che consentirà il collettamento dei reflui (attualmente assoggettati a trattamento nell'impianto di depurazione di Pozzillo) all'impianto di Borgo Via Nuova (opportunamente adeguato nella potenzialità). Attraverso quest'ulteriore intervento si avrà un miglioramento ambientale di un'area a vocazione abitativa e la risoluzione delle problematiche di sversamenti anche in tempo secco riscontrabili nel Fosso Pozzillo. L'intervento denominato "*nuovo collettore di collegamento impianto di Pozzillo – Impianto Consortile"* ha lo scopo di raccogliere le acque reflue provenienti dall'agglomerato urbano di Avezzano e di alcune zone collegate e di trasportarle al Depuratore Consortile di Strada 2; inoltre, contemporaneamente intende realizzare un sistema di intercettazione delle acque di prima pioggia che verranno stoccate e successivamente indirizzate al trattamento (a evento meteorico finito). Il sistema di intercettazione provvederà inoltre a sfiorare le portate meteoriche in esubero rispetto a quelle di prima pioggia direttamente nel fosso Pozzillo. Nello specifico, si riportano alcuni stralci di tale progetto forniti dal Gestore del SII – C.A.M. S.p.A. Ovviamente tale intervento, non rientra tra le lavorazioni previste nel presente progetto ma comunque risulta essere parte integrante della nuova configurazione dell'agglomerato Avezzano Pozzillo Paterno Ovindoli



2-1 - Stralcio CTR dello schema fognario (nella nuova configurazione di progetto) della città di Avezzano



2-2 - Schema del nuovo sistema di ripartizione delle portate della città di Avezzano da realizzare in luogo del depuratore di Pozzillo

2.3 Impianto di depurazione Borgo Via Nuova

Il depuratore consortile di Avezzano Borgo Via Nuova è stato oggetto, rispetto alla configurazione iniziale, di successivi interventi di completamento, alcuni eseguiti solo in parte; nel tempo, infatti, sono state realizzate varie opere fino al raggiungimento della configurazione attuale.
L'impianto di depurazione presenta una capacità di trattamento, in termini di portata idraulica, di 461 m^3/h ed una portata di punta massima di 661 m^3/h; ad esso risultano essere collegati circa 47.000 abitanti equivalenti provenienti dalla rete fognaria comunale di Avezzano, con un carico organico stimato di 2.400 kgBOD/d.
Vanno aggiunti gli scarichi di tipo industriale provenienti dai vari insediamenti produttivi dell'area industriale della Marsica, i cui valori mediati, possono essere stimati in 7.000 A.E.

Figura 2-3 - Area di Intervento

All'impianto i reflui vengono addotti mediante due collettori, il primo proveniente da parte dall'abitato di Avezzano e il secondo proveniente dall'area industriale. Quest'ultimo risulta essere trattato in una linea dedicata.
Dal collettore civile confluiscono in impianto acque reflue urbane e meteoriche mentre da quello industriale solo acque reflue industriali ed assimilabili alle urbane, in quanto la zona è dotata di rete fognante separata.
L'impianto è assoggettato al rispetto dei limiti per le acque di scarico in acque superficiali urbane domestiche e industriali: Tab.1 e Tab.3 del D.Lgs. 152/06.
L'impianto esistente è costituito dalle unità di processo d'appresso riportate.
Linea liquami - civili

- *Stazione di grigliatura primaria automatica con compattatore dei succedanei;*
- *Stazione di sollevamento liquami dotata di 5 elettropompe sommergibili;*
- *Unità di grigliatura medio-fine con griglia sub-verticale;*
- *Unità di dissabbiatura e flottazione, con ponte pulitore per l'estrazione delle sabbie;*

- *Vano di ripartizione ed alimentazione alle unità biologiche;*
- *Reattore biologico di pre-denitrificazione con un volume utile disponibile di m^3 1.568;*
- *Reattori biologici di ossi-nitrificazione (2 vani da 2.000 m^3) con un volume complessivo di 4.000 m^3;*
- *Unità di sedimentazione secondaria a flusso radiale (3 bacini da 314 m^2) con un volume complessivo di 2.826 m^3;*
- *Unità di ricircolo dei fanghi attivi con pompe sommergibili, alloggiate in apposito manufatto isolato e posto in prossimità dei reattori biologici di ossidazione;*
- *Unità di microfiltrazione a massa adesa su due linee*
- *Unità di disinfezione chimica, su due linee; il mezzo sterilizzante impiegato è l'acido peracetico.*
- *Opera di Scarico sul Fosso 2 e rilancio delle acque depurate al Fosso 3 (non in funzione).*

Linea liquami - industriali

- *Unità di sollevamento dei liquami;*
- *Unità di pretrattamento e microstacciatura;*
- *Bacino di accumulo e bilanciamento;*
- *Unità di flocculazione e chiarificazione a pacchi lamellari;*
- *Disidratazione dei fanghi.*

Linea fanghi

- *Unità di digestione aerobica dei fanghi di supero, (2 vani da 784 m^3) con un volume utile disponibile di m^3 1.568;*
- *Unità di post-ispessimento dinamo-gravimetrico dei fanghi digeriti aerobicamente, tipo Thorpey, della capacità di m^3 94,98 ed una superficie del fondo di m^2 23,74;*
- *Unità di disidratazione meccanica dei fanghi digeriti, costituita da nastropresse a due teli confluenti e 7 rulli di strizzaggio con larghezza di telo di mm. 2.000, nonché centraline automatiche di preparazione e dosaggio del flocculante;*
- *Impianto di trattamento termico dei fanghi attualmente non in funzione.*

2.3.1 Criticità rilevate

Dal momento che il nuovo assetto dell'impianto dovrà essere in grado di rispondere ai requisiti riportati nel PTA della Regione Abruzzo, redatto sulla base del D. Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152, ed alle linee-guida contenute nella delibera della Regione Abruzzo n. 227 del 28 marzo 2013, risulta necessario ricorrere a soluzioni progettuali adeguate alla risoluzione dei problemi derivanti da tali necessità.
Attualmente, le criticità che non permettono di garantire il rispetto dei requisiti di cui sopra risultano riguardare:

- L'unità esistente di sollevamento e pretrattamento che non è in grado di sopportare l'intero carico idraulico corrispondente a 4 volte la portata media nera (così come impone l'attuale legislazione). Risulta pertanto necessario realizzare una nuova unità di sollevamento-pretrattamento, capace di smaltire la differenza di flusso emergente tra la portata totale ammessa all'impianto (4·Qm derivante dal flusso idraulico generato dai 74.000 abitanti equivalenti) e quella massima ammissibile all'esistente impianto, pari a 661 mc/h.
- L'impianto biologico esistente, costituito da sistema di processo a predenitrificazione con fase separata di ossi-nitrificazione, non è in grado di garantire rendimenti sufficienti ad essere compatibili con i futuri carichi in ingresso impianto. Risulta pertanto necessaria nuova volumetria in grado di garantire i rendimenti richiesti.
- L'attuale sistema di trattamento terziario (filtrazione e disinfezione PAA) non è in grado di sostenere il nuovo carico idraulico;
- La linea fanghi andrebbe adeguata alla nuova potenzialità;

2.3.2 Obiettivi da Raggiungere

Rispetto alle criticità evidenziate nel precedente paragrafo, il primo obiettivo da raggiungere deve essere quello di stabilire idonei valori a base di calcolo, sia per quanto riguarda le portate da sottoporre al ciclo biologico che per quanto attiene i valori delle acque di pioggia, e riprogrammare il funzionamento dell'impianto sulla base di detti valori, adeguando i comparti non idonei; parallelamente il progetto si pone l'obiettivo di effettuare un completo revamping di tutto quanto esistente, tramite la sostituzione di tutti gli elementi obsoleti ed ammalorati, non più utilizzabili.
Le soluzioni previste per il superamento di tali criticità vengono di seguito riportate:

- *Realizzazione di un nuovo pretrattamento a sostegno di quello esistente;*
- *Realizzazione di una nuova sezione biologica costituita da predenitrificazione/nitrificazione (per la rimozione del carico organico e di quello azotato) tramite la tecnologia del bioreattore a membrana (MBR). Tale scelta permette di evitare la realizzazione di nuovi sedimentatori finali che, vista l'assenza di aree disponibili, dovrebbero essere realizzati sul terreno adiacente all'impianto previo esproprio. L'installazione di tale sistema, inoltre, garantirebbe un refluo con caratteristiche allo scarico di gran lunga migliori rispetto ad un impianto a fanghi attivi convenzionale;*
- *Realizzazione di un nuovo comparto di disinfezione UV dimensionato per la portata massima trattabile al biologico;*
- *Adeguamento della linea fanghi.*

Il tutto viene meglio esplicitato nel seguente paragrafo sui contenuti del progetto.

2.4 Dati di progetto

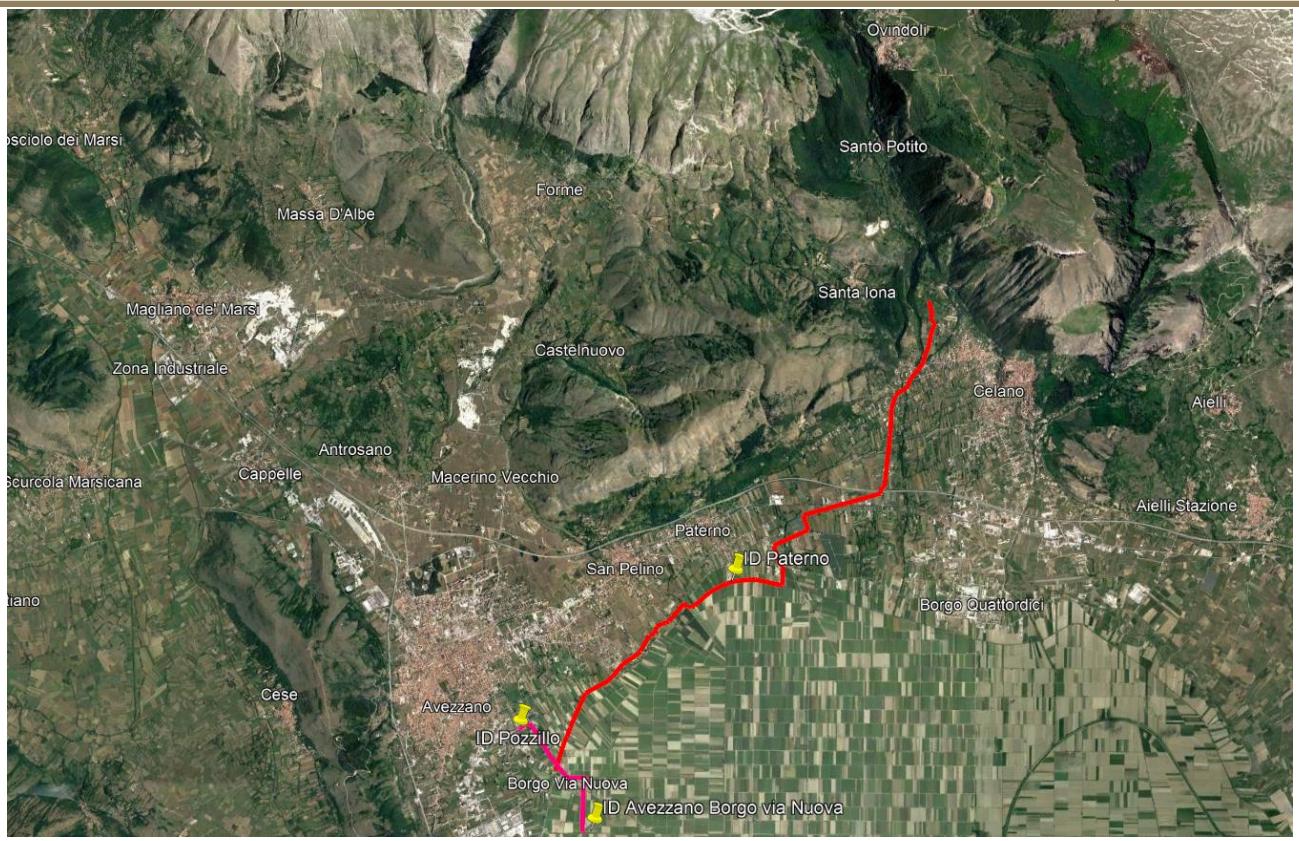
2.4.1 Potenzialità di progetto

L'agglomerato oggetto di intervento come riportato nell'elaborato "R.1.1 – Schede monografiche agglomerati maggiori di 2.000 AE" redatta da C.A.M. S.p.A. presenta un carico generato pari a 70.941 AE.

AGGLOMERATO AVEZZANO POZZILLO PATERNO - OVINDOLI

Comune e località afferenti	Res.	Pre.	Pen.	Alb.	Tur.	Ris.	M.I.	A.E.T.U.
Avezzano capoluogo	36 058,4	133,6	1 866,6	214,2	4 177,1	1 233,5	7 818,5	51 502
Madonna Pietracquaria								
Maiorana								
Case incile								
Faenza								
Borgo via nuova								
San Pelino e Paterno	2811,3	10,4	198,2	16,7	931,5	96,2	25,4	4 090
Macerino vecchio								
Olmetto								
Pozzone								
Nucleo Industriale								7 000
Parte di Celano	collettato al 100%							397
Ovindoli	1 190,0	-84,0	-37,0	577,0	5 550,9	103,2	652,5	7 953
Totale	40 059,7	60,0	2 027,8	807,9	10 659,5	1 432,9	8 496,4	**70 941**

In tale agglomerato risultano essere presenti 3 impianti di depurazione: il depuratore di Paterno, il depuratore di loc. Pozzillo, che presenta una serie di criticità che ne hanno compromesso la funzionalità. Nell'ottica di un miglioramento gestionale del sistema depurativo, è prevista la dismissione di tali impianti, con realizzazione di un nuovo collettore destinato a convogliare tali acque all'impianto di Borgo Via Nuova.
Oltre a tali località, come anticipato in precedenza è previsto il collettamento di Ovindoli e parte di Celano.
L'obiettivo è quello di potenziare l'impianto di depurazione esistente garantendo un nuovo assetto impiantistico in grado di rispondere ai requisiti richiesti dal PTA della Regione Abruzzo n.227 del 28 marzo 2013 e successive modifiche ed integrazioni.



2-4 - Localizzazione dell'intervento

PERCENTUALE DI CARICO COLLETTATO ALLA RETE FOGNARIA

Codice agglomerato	Codice impianto	Nome Impianto	Coll. (%)	C.G. (%)	C.I. (AE)
IT1366006A01	IT1366006A02C03	Paterno	98,0	98,0	69 530
	IT1366006A01C01	Pozzillo			
	IT1366006A01C02	Nucleo industriale			

2-5 - Percentuale di Carico collettato alla rete fognaria negli impianti esistenti

Sulla scorta di tali valutazioni, il nuovo impianto sarà dimensionato per una capacità di trattamento pari a 74.000 AE.

2.4.2 Dati Base Progetto

Di seguito si riportano le portate assunte come riferimento alla base della progettazione. Gli sfioratori delle reti fognarie di tipo unitario devono lasciar defluire all'impianto di trattamento una portata con coefficiente pari a 4 volte la portata media oraria. Quest'ultima risulta calcolata considerando una dotazione idrica pro-capite di 300 l/AE d e un coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,80.

Tabella 1 - Caratteristiche refluo in ingresso impianto

PARAMETRI	Indici	Unità di Misura	Valore
Abitanti Equivalenti Totali:	***A.E.***	***Abitanti***	***74.000***
Dotazione Idrica	DI	l/AE d	300,00
Coefficiente di afflusso in fognatura	α	-	0,80
Portata Idraulica media giornaliera	Q_{mg}	mc/g	17.760,00
Portata Idraulica media oraria 24h	Qmn	mc/h	740,00
		l/s	205,56
Coefficiente di punta oraria in tempo secco	Cpn	-	1,80
Portata Idraulica di punta secca	Qpn	mc/h	1.332,00
		l/s	370,00
Coefficiente di punta oraria in tempo di pioggia	Cpp	-	4,00
Portata Massima ammessa all'Impianto (pretrattamenti e disinfezione)	Qpp	mc/h	2.960,00
		l/s	822,22
Coefficiente di punta oraria ammessa al biologico	Cpb	-	2,00
Portata massima al biologico	Qmaxbio	mc/h	1.480,00
		l/s	411,11
Inquinamento specifico BOD_5	BOD	gr/ab d	60,00
Inquinamento totale giornaliero	BOD	KgBOD/d	4.440,00
Concentrazione di BOD_5 in ingresso	BOD	mgBOD/l	250,00
Inquinamento specifico COD	COD	gr/ab d	120,00
Inquinamento totale giornaliero	COD	KgCOD/d	8.880,00
Concentrazione di COD in ingresso	COD	mgCOD/l	500,00
Inquinamento specifico SST	SST	gr/ab d	90,00
Inquinamento totale giornaliero	SST	KgSST/d	6.660,00
Concentrazione di SST in ingresso	SST	mgSST/l	375,00
Inquinamento specifico TKN	TKN	gr/ab d	12,00
Inquinamento totale giornaliero	TKN	KgTKN/d	888,00
Concentrazione di TKN in ingresso	TKN	mgTKN/l	50,00

Inquinamento specifico P	P	gr/ab d	2,00
Inquinamento totale giornaliero	P	KgP/d	148,00
Concentrazione di P in ingresso	P	mgP/l	8,33

2.5 Limiti allo scarico e Temperature di Progetto

L'impianto di depurazione, così come descritto e verificato, consentirà di restituire in acque superficiali le acque depurate con caratteristiche in linea con quanto disposto dalle Direttive Europee per lo scarico di acque urbane e, in particolare, con quanto disposto dal TUA D. Lgs.152/06 e ss.mm.ii. I dati caratteristici dello scarico garantiti sono contenuti nella tabella di seguito riportata:

Tabella 2 – Valori limiti di emissione per scarichi di acque reflue urbane su corpo idrico superficiale secondo quanto previsto dalla Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte III del D.Lgs. n.152 del 03.04.06

Parametri previsti per l'effluente depurato	**Indici**	**U.M.**	**Valore**
BOD_5	BOD_5	mg/l	< 25,00
COD	COD	mg/l	< 125,00
Solidi Sospesi	SST	mg/l	< 35,00
Azoto totale	Ntot	mg/l	< 35,00
Azoto ammoniacale:	NH_4	mg/l	< 15,00
Azoto Nitrico	NO_3	mg/l	< 20,00
Azoto Nitroso	NO_2	mg/l	< 0,60
Fosforo	Ptot	mg/l	< 10,00

L'impianto dovrà essere in grado, inoltre, di rispettare i limiti previsti dalla Tabella 3 dell'allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/2006.
Ovviamente, anche per Escherichia Coli e saggio di tossicità acuta, si farà riferimento alla succitata Tabella 3 dell'allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/2006 (si veda la Tabella 3).

Tabella 3 - Valori limite di emissione in acque superficiali previsti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte III del T.U.A. 152/06

Parametri previsti per l'effluente depurato	**Indici**	**Un/Mis**	**Valore**
Escherichia coli		UFC/100 ml	< 5.000
Saggio di tossicità acuta			Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale

Le acque depurate saranno immesse nell'adiacente Fosso 2.

Al fine di garantire il rispetto dei limiti è previsto il dimensionamento dell'impianto considerando l'80% dei limiti da normativa. Nello specifico:

Tabella 4 – Valori limiti di emissione di progetto

Parametri previsti per l'effluente depurato	Indici	U.M.	Valore
BOD_5	BOD_5	mg/l	20,00
COD	COD	mg/l	100,00
Solidi Sospesi	SST	mg/l	28,00
Azoto totale	Ntot	mg/l	28,00
Azoto ammoniacale:	NH_4	mg/l	12,00
Azoto Nitrico	NO_3	mg/l	16,00
Fosforo	Ptot	mg/l	8,00

Dal momento che le cinetiche di crescita batteriche risultano rallentate al decrescere della temperatura in vasca, il dimensionamento delle volumetrie dei processi biologici è stato effettuato con riferimento alle condizioni di temperatura di progetto invernale, assunta pari a 12 °C. La temperatura massima estiva di 25 °C è stata invece considerata per le verifiche di dimensionamento dei sistemi di aerazione, dato che la solubilità dell'ossigeno si riduce all'aumentare della temperatura del liquame.

I principi assunti alla base della progettazione sono:

- *Massimizzazione della semplicità gestionale, in modo da non richiedere il presidio dell'impianto e limitare la presenza del personale ai soli interventi di manutenzione ordinaria e straordinari;*
- *Minimizzazione dei costi di gestione associati ai consumi energetici e di reagenti chimici, allo smaltimento dei fanghi e alle attività di manutenzione;*
- *Identificare e predisporre, già in questa fase, aree e layout per consentire che il potenziamento sia localizzato all'interno dell'area esistente;*
- *Linea acque disposta su almeno due linee* per consentire la massima flessibilità gestionale;
- Linea fanghi con inserimento di una adeguata stabilizzazione;
- *Potenziamento dei pretrattamenti* alla portata massima di impianto per ogni linea;
- Controllo delle emissioni odorigene nei locali più soggetti alla formazione di odori molesti (pretrattamenti e linea fanghi);
- *Riutilizzo dei manufatti e dell'attuale impiantistica*. L'ampliamento è progettato per sfruttare al massimo l'infrastruttura esistente

3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA

3.1 Profili di pelo libero

Il metodo utilizzato per il dimensionamento idraulico dei collettori a pelo libero prevede la seguente schematizzazione: essendo note le portate da collettare sono state determinate le caratteristiche geometriche delle tubazioni (diametro e pendenza) e verificate le condizioni idrodinamiche di trasporto. Dopo aver preliminarmente operato la scelta del materiale da utilizzarsi per i collettori di progetto in modo da conoscere le caratteristiche di scabrezza, le caratteristiche geometriche degli stessi e la loro pendenza che, salvo i casi di impossibilità pratica o particolare disponibilità altimetrica, vengono determinate le caratteristiche del moto per ogni grado di riempimento Y/D. La portata, nell'ipotesi di moto a pelo libero, è determinata con la relazione Gauckler-Strickler che, in funzione del grado di riempimento è:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- *Q* è la portata massima da convogliare;
- *A* è l'area della sezione liquida in funzione del grado di riempimento (Y/D);
- *Y* è l'altezza liquida;
- *D* è il diametro della tubazione;
- *Ks* è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler funzione del materiale della tubazione;
- R_H è il raggio idraulico della sezione bagnata in funzione del grado di riempimento (A/P);
- *P* è il perimetro bagnato;
- *i* è la pendenza da dare alla tubazione.

Nota la portata, viene determinata la velocità mediante l'applicazione dell'equazione di continuità che, nell'ipotesi di moto uniforme è la seguente:

$$Q = V \cdot A$$

dove V è la velocità del fluido alla portata massima.

3.2 Altezza massima in canali e canalette

Per determinare l'altezza massima in canali e canalette a sezione rettangolare è necessario conoscere l'altezza dello stato critico, calcolabile attraverso la seguente formula:

$$k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot B^2}}$$

Dove:
k = altezza di stato critico (m)
Q = portata (m^3/s)
B = larghezza del canale (m)
g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s^2
L'altezza massima è quindi data da:

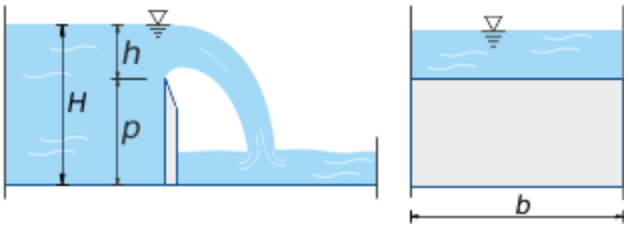
$$h_{max} = k \cdot \sqrt{3}$$

3.3 Stramazzi rettangolari

La portata uscente da uno stramazzo rettangolare a sbocco libero è calcolata attraverso la seguente relazione:

$$Q = \mu \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Dove:
Q = portata (m^3/s)
μ = coefficiente di efflusso
b= lunghezza della soglia di sfioro (m)
H = altezza totale del fluido a monte della soglia (m)
h= altezza fluido sopra soglia (m)
g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s^2



La portata uscente da uno stramazzo rettangolare rigurgitato è calcolata attraverso la seguente relazione:

$$Q = L \cdot \left(\mu_1 \cdot h_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} + 2/3 \cdot \mu_2 \cdot h_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}\right)$$

Dove:

- μ è il coefficiente di efflusso
- h_1 è la differenza di livello tra monte e valle della soglia (m)
- h_2 è il battente sullo stramazzo a valle della soglia (m).

3.4 Stramazzi triangolari tipo Thomson con angolo di 90°

La sommergenza degli stramazzi triangolari tipo Thomson con angolo al vertice di 90° è stata calcolata applicando la formula:

$$h = \left(\frac{Q}{1{,}44}\right)^{2/5}$$

dove:

- h = altezza d'acqua sulla soglia dello stramazzo (m)
- Q = portata transitante (m^3/s)

3.5 Tubazioni in pressione

Il dimensionamento delle condotte in pressione è stato compiuto valutando le perdite di carico totali date dalla somma:

- Delle perdite di carico distribuite indotte dalla scabrezza interna delle tubazioni e dovute a fenomeni di attrito e turbolenza;
- Delle perdite di carico concentrate dovute a fenomeni di turbolenza che si generano in tratti singolari e relativamente brevi del condotto, quali l'imbocco, lo sbocco, le curve, le variazioni di sezioni, a causa del brusco cambiamento di direzione che devono subire le traiettorie in questo breve tratto, dei dispositivi idraulici (valvolame, misuratori di portata…)
- Della prevalenza geodetica data dalla differenza tra la quota del pelo libero di monte e quella della sezione di sbocco.

Il calcolo delle *perdite di carico distribuite* lungo la condotta in pressione è stato effettuato mediante formule monomie la cadente piezometrica attraverso la seguente espressione:

$$j = \frac{10{,}675 \cdot Q^{1{,}852}}{C^{1{,}852} \cdot D^{4{,}8704}}$$

dove:

- j è la cadente piezometrica (m/km)
- Q è la portata (m^3/s)
- D è il diametro interno della condotta (mm)
- C è il coefficiente di scabrezza funzione del materiale della condotta

Pertanto, nota la lunghezza L della condotta, è possibile ricavare la perdita di carico distribuita come:

$$\Delta H_d = j \cdot L$$

Il calcolo delle *perdite di carico concentrate* lungo la condotta in pressione può essere eseguito utilizzando la seguente espressione:

$$\Delta H_c = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

dove:

- k è il coefficiente dipendente dalla tipologia della singolarità;
- V è la velocità dell'acqua nella tubazione (m/s);
- g è l'accelerazione di gravità.

In genere, tale valutazione risulta non significativa quando la condotta è corta (L<1.000D).

Generalmente i coefficienti k utilizzati nei calcoli idraulici sono i seguenti:

- imbocco a spigolo vivo o piede di accoppiamento pompe: k=0,5
- sbocco: k=1,0
- allargamento brusco di sezione da A_1 a A_2: $k = (A_2/A_1-1)^2$
- curva a 90°: k=0,29
- curva a 45°: k=0,17
- Tee: k=0,60
- Saracinesca (apertura completa): k=0,2
- valvola di ritegno a palla (apertura completa): k=0,4
- misuratore di portata: k=0,2.

3.6 Stazione di sollevamento

Il dimensionamento del pozzo di alloggiamento delle elettropompe sommergibili è basato sui seguenti parametri/criteri:

- *Numero massimo di avvii/ora (della pompa) non superiore a otto;*
- *Valutazione del flusso di pompaggio massimo con riferimento al diagramma caratteristico di esercizio.*

Assegnato quindi un appropriato numero di avviamenti/ora, si determina il volume dell'impianto di sollevamento sulla base di una sequenza di attacco-stacco delle pompe denominata "sequenza2". Essa prevede l'attacco di ogni pompa a un prefissato livello mentre lo stato di tutte le pompe avviene quando il livello sia sceso al livello minimo previsto dalla vasca di raccolta.
Il dimensionamento del volume utile da assegnare a ciascuna pompa, all'interno del pozzo di sollevamento è calcolato mediante la seguente relazione:

$$V_u = \frac{Q_p \cdot T_c}{4}$$

Dove:

- V_u è il volume del pozzo utile;
- T_c è il tempo di ciclo (intervallo di tempo tra due soste della pompa);
- Q_p è la portata media sollevata dalla pompa.

Nota la geometria del pozzo di sollevamento, la profondità da assegnare allo stesso è determinata dalla relazione:

$$H_u = V_u/\Omega$$

Dove:

- H_u è la profondità (altezza utile) del pozzo;
- V_u è il volume del pozzo utile (vasca di equalizzazione);
- Ω è l'area utile della sezione trasversale del pozzo di sollevamento.

Introducendo, per ogni impianto, i dati caratteristici di funzionamento, si ottengono i valori numerici del volume utile di invaso da assegnare a ciascun pozzo di pompaggio.

3.7 Tabulati di calcolo

Di seguito, si riportano i tabulati di calcolo relativi ai profili idraulici, considerando per i liquami fognari una densità pari a 998,20 kg/m^3 e una viscosità di 1,00 mm^2/s, nella condizione di portata massima:

Riepilogo dati di progetto - Portate				
	parametrica	***effettiva***	***Linee***	***effettiva***
		[m^3/s]		[m^3/h]
Portata civile media oraria	Qm	0,186	1	670,00
Portata industriale media oraria	Qm	0,019	1	70,00
Portata totale media oraria	Qm	0,206	1	740,00
Portata over 2Qm	Qover	0,411	1	1480,00
Portata massima in tempo di pioggia 4 Qm	Qmax	0,822	1	2960,00
Portata massima linea biologica	Qbio	0,411	1	1480,00
Portata alla disinfezione	Qdis	0,411	1	1480,00
Portata MBR	Qmbr	0,150	1	540,00
Portata ricircolo fanghi MBR	Qric	0,375	2	2700,00
Portata D-N	Qdn	0,261	1	940,00

3.7.1 Verifica della linea acque

CONDOTTA INGRESSO IN IMPIANTO		
Condotta a gravità		
Condotta in ingresso acciaio bitumato	***DN***	***700,00***
Pendenza	***i***	***0,005***
Grado di riempimento		***0,75***
massima quota del pelo libero a valle	***m.s.m***	***658,52***

PERDITE GRIGLIA GROSSOLANA	
quota pelo libero a monte	***658,52***
Perdite griglia grossolana	***0,04***
massima quota del pelo libero a valle	***658,48***

COLLEGAMENTO GRIGLIATURA GROSSOLANA A SOLLEVAMENTO INIZIALE					
Luce di fondo 100x50 cm					
portata di progetto		Qmax	0,822	mc/s	***658,48***
quota p.l. di valle		Zv	657,740	m s.m.	
quota p.l. di monte		Zm	658,480	m s.m.	
quota inferiore luce		Zi	657,80	m s.m.	
altezza luce		a	0,50	m	
larghezza luce (rettangolare)		b	1,00	m	
Coeff. di efflusso:	Battente completamente rigurgitato	m1	1,01		
	Battente parzialmente rigurgitato	m2	0,60		
	Battente non rigurgitato	m3	0,62		
	Stramazzo rigurgitato	m4	0,65		
	Stramazzo non rigurgitato	m5	0,385		

profondità parete superiore dal p.l. di monte (> 0)		h1	0,18	m
profondità p.l. di valle da p.l. di monte		h2	0,74	m
profondità parete inferiore dal p.l. di monte		h3	0,68	m
profondità parete inferiore dal p.l. di valle		h4	-0,06	
Portata di controllo:	Battente completamente rigurgitato		1,92	mc/s
	Battente parzialmente rigurgitato		0,86	mc/s
	Battente non rigurgitato		0,90	mc/s
	Stramazzo rigurgitato		1,07	mc/s
	Stramazzo non rigurgitato		0,96	mc/s
Portata di controllo:	Disconnessione (batt. non rigurg.)	Qc	0,900	mc/s
Perdite di carico		DH	Disconnessione	m

SOLLEVAMENTO (GEODETICA)	
quota pelo libero a monte	***657,74***
massima quota del pelo libero a valle	***665,054***

COLLEGAMENTO GRIGLIATURA FINE - DISSABBIATURA					
Stramazzo uscita grigliatura					
quota pelo libero sullo stramazzo					***665,054***
portata max sfiorata		Qmax	0,274	mc/s	
larghezza soglia		b	1,2	m	
coeff. di efflusso (parete grossa)					
	stramazzo non rigurgitato (parete grossa)	m1	0,385		
	stramazzo rigurgitato	m2	0,65		
quota della soglia		Zi	664,50	m s.m.	
quota p.l. a monte		Zm	665,054	m s.m.	
quota p.l. a valle		Zv	665,03	m s.m.	
altezza del p.l. di monte sul p.l. di valle		h1	0,02	m	
altezza del p.l. di valle sulla soglia		h2	0,53	m	
altezza p.l. di monte sulla soglia		h3	0,55	m	
portate	soglia rigurgitata	Q1	0,280	mc/s	
	soglia non rigurgitata	Q2	0,844	mc/s	
portata di controllo		Qc	0,280	mc/s	
perdite di carico	**Stramazzo rigurgitato**	DH	0,00	m	
perdite di carico					***0,02***
franco					***0,00***
massima quota del pelo libero nel canale					***665,032***

LUCE A BATTENTE SULL'USCITA DISSABBIATURA				
LUCE STRAMAZZO - BATTENTE				
portata di progetto		Qmax	0,274	mc/s
quota p.l. di valle		Zv	665,030	m s.m.
quota p.l. di monte		Zm	665,032	m s.m.
quota inferiore luce		Zi	662,90	m s.m.
altezza luce		a	1,20	m
larghezza luce (rettangolare)		b	1,20	m
Coeff. di efflusso:	Battente completamente rigurgitato	m1	1,01	
	Battente parzialmente rigurgitato	m2	0,60	
	Battente non rigurgitato	m3	0,62	
	Stramazzo rigurgitato	m4	0,65	
	Stramazzo non rigurgitato	m5	0,385	

profondità parete superiore dal p.l. di monte (> 0)		h1	0,932	m
profondità p.l. di valle da p.l. di monte		h2	0,002	m
profondità parete inferiore dal p.l. di monte		h3	2,132	m
profondità parete inferiore dal p.l. di valle		h4	2,13	
Portata di controllo:	Battente completamente rigurgitato		0,29	mc/s
	Battente parzialmente rigurgitato		-1,61	mc/s
	Battente non rigurgitato		4,89	mc/s
	Stramazzo rigurgitato		0,33	mc/s
	Stramazzo non rigurgitato		6,37	mc/s
Portata di controllo:	Battente completamente rigurgitato	Qc	0,288	mc/s
Perdite di carico		DH	0,002	m

STRAMAZZO SUI PRETRATTAMENTI				
Stramazzo uscita pretrattamenti esistenti a nuovi pretrattamenti				
quota pelo libero sullo stramazzo				***665,03***
portata max sfiorata		Qmax	0,274	mc/s
larghezza soglia		b	2,15	m
coeff. di efflusso (parete grossa)				
	stramazzo non rigurgitato (parete grossa)	m1	0,385	
	stramazzo rigurgitato	m2	0,65	
quota della soglia		Zi	664,85	m s.m.
quota p.l. a monte		Zm	665,03	m s.m.
quota p.l. a valle		Zv	664,55	m s.m.
altezza del p.l. di monte sul p.l. di valle		h1	0,48	m
altezza del p.l. di valle sulla soglia		h2	-0,30	m
altezza p.l. di monte sulla soglia		h3	0,18	m
portate	soglia rigurgitata	Q1	0,080	mc/s
	soglia non rigurgitata	Q2	0,280	mc/s
portata di controllo		Qc	0,280	mc/s
perdite di carico	**Disconnessione (stram. non rigurg.)**	DH	0,00	m
dislivello fra monte e valle				***0,48***
franco				***0,00***
massima quota del pelo libero nel canale				***664,545***

COLLEGAMENTO PRETRATTAMENTI ESISTENTI - PRETRATTAMENTI NUOVI						
Collegamento tra le due vasche per mezzo di una condotta in pressione						
quota pelo libero a monte della condotta						***664,5454***
portata	Qmax	0,274	mc/s	de	sp	DN
diametro	D	493,600	mm			560,000
lunghezza totale	L	12	m			
materiale		**PEAD**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)	c	95	m^(1/3)/s			
coeff. perdite concentr. imbocco	z1	0,5				
coeff. perdite concentr. sbocco	z2	1				
coeff. perdite concentr. per curve	z3	2				
area sezione	S	0,191355	mq			
velocità	v	1,432279	m/s			
cadente idraulica	J	0,003702	m/m			
perdite distribuite	DHd	0,044426	m			

perdite concentrate	DHc	0,365952	m	
perdite totali	DH	0,410379	m	
perdite di carico totali in condotta				***0,41***
franco				
massima quota del pelo libero in vasca				***664,135***

LUCE A BATTENTE SULL'USCITA DISSABBIATURA				
LUCE STRAMAZZO - BATTENTE				
portata di progetto		Qmax	0,274	mc/s
quota p.l. di valle		Zv	664,135	m s.m.
quota p.l. di monte		Zm	664,138	m s.m.
quota inferiore luce		Zi	662,80	m s.m.
altezza luce		a	0,50	m
larghezza luce (rettangolare)		b	2,50	m
Coeff. di efflusso:	Battente completamente rigurgitato	m1	1,01	
	Battente parzialmente rigurgitato	m2	0,60	
	Battente non rigurgitato	m3	0,62	
	Stramazzo rigurgitato	m4	0,65	
	Stramazzo non rigurgitato	m5	0,385	
profondità parete superiore dal p.l. di monte (> 0)		h1	0,838	m
profondità p.l. di valle da p.l. di monte		h2	0,003	m
profondità parete inferiore dal p.l. di monte		h3	1,338	m
profondità parete inferiore dal p.l. di valle		h4	1,34	
Portata di controllo:	Battente completamente rigurgitato		0,31	mc/s
	Battente parzialmente rigurgitato		-2,91	mc/s
	Battente non rigurgitato		3,58	mc/s
	Stramazzo rigurgitato		0,53	mc/s
	Stramazzo non rigurgitato		6,60	mc/s
Portata di controllo:	Battente completamente rigurgitato	Qc	0,306	mc/s
Perdite di carico		DH	0,003	m

STRAMAZZO USCITA NUOVI PRETRATTAMENTI LINEA D-N				
Stramazzo uscita pretrattamenti				
quota pelo libero sullo stramazzo				***664,100***
portata max sfiorata		Qdn	0,261	mc/s
larghezza soglia		b	1,3	m
coeff. di efflusso (parete grossa)				
	stramazzo non rigurgitato (parete grossa)	m1	0,385	
	stramazzo rigurgitato	m2	0,65	
quota della soglia		Zi	663,85	m s.m.
quota p.l. a monte		Zm	664,10	m s.m.
quota p.l. a valle		Zv	663,82	m s.m.
altezza del p.l. di monte sul p.l. di valle		h1	0,28	m
altezza del p.l. di valle sulla soglia		h2	-0,03	m
altezza p.l. di monte sulla soglia		h3	0,25	m
portate	soglia rigurgitata	Q1	0,311	mc/s
	soglia non rigurgitata	Q2	0,277	mc/s
portata di controllo		Qc	0,277	mc/s
perdite di carico	**Disconnessione (stram. non rigurg.)**	DH	0,00	m
dislivello fra monte e valle				***0,28***

franco						***0,00***	
massima quota del pelo libero nel canale							***663,824***

STRAMAZZO USCITA NUOVI PRETRATTAMENTI LINEA MBR							
Stramazzo uscita pretrattamenti							
quota pelo libero sullo stramazzo							***664,100***
portata max sfiorata		Qmbr	0,150	mc/s			
larghezza soglia		b	1	m			
coeff. di efflusso (parete grossa)							
	stramazzo non rigurgitato (parete grossa)	m1	0,385				
	stramazzo rigurgitato	m2	0,65				
quota della soglia		Zi	663,85	m s.m.			
quota p.l. a monte		Zm	664,10	m s.m.			
quota p.l. a valle		Zv	663,73	m s.m.			
altezza del p.l. di monte sul p.l. di valle		h1	0,37	m			
altezza del p.l. di valle sulla soglia		h2	-0,12	m			
altezza p.l. di monte sulla soglia		h3	0,25	m			
portate	soglia rigurgitata	Q1	0,222	mc/s			
	soglia non rigurgitata	Q2	0,213	mc/s			
portata di controllo		Qc	0,213	mc/s			
perdite di carico	**Disconnessione (stram. non rigurg.)**	DH	0,00	m			
dislivello fra monte e valle						***0,37***	
franco						***0,00***	
massima quota del pelo libero nel canale							***663,731***

COLLEGAMENTO PRETRATTAMENTO NUOVO - MBR							
Collegamento tra le due vasche per mezzo di una condotta in pressione							
quota pelo libero a monte della condotta							***663,731***
portata		Qmbr	0,150	mc/s	de	sp	DN
diametro		D	396,600	mm			450,000
lunghezza totale		L	32	m			
materiale			**PEAD**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)		c	95	m^(1/3)/s			
coeff. perdite concentr. imbocco		z1	0,5				
coeff. perdite concentr. sbocco		z2	1				
coeff. perdite concentr. per curve		z3	4				
area sezione		S	0,123537	mq			
velocità		v	1,214216	m/s			
cadente idraulica		J	0,003562	m/m			
perdite distribuite		DHd	0,113983	m			
perdite concentrate		DHc	0,413291	m			
perdite totali		DH	0,527274	m			
perdite di carico totali in condotta						***0,53***	
franco							
massima quota del pelo libero in vasca							***663,20***

LUCE A BATTENTE SULL'USCITA DENITRO A NITRO (MBR)				
Luce di fondo per il passaggio tra le due vasche				
portata di progetto		Qmbr+Qric	0,263	mc/s
quota p.l. di valle		Zv	663,200	m s.m.

quota p.l. di monte		Zm	663,204	m s.m.
quota inferiore luce		Zi	657,100	m s.m.
altezza luce		a	0,50	m
larghezza luce (rettangolare)		b	2,00	m
Coeff. di efflusso:	Battente completamente rigurgitato	m1	1,01	
	Battente parzialmente rigurgitato	m2	0,60	
	Battente non rigurgitato	m3	0,62	
	Stramazzo rigurgitato	m4	0,65	
	Stramazzo non rigurgitato	m5	0,385	
profondità parete superiore dal p.l. di monte (> 0)		h1	5,604	m
profondità p.l. di valle da p.l. di monte		h2	0,004	m
profondità parete inferiore dal p.l. di monte		h3	6,104	m
profondità parete inferiore dal p.l. di valle		h4	6,10	
Portata di controllo:	Battente completamente rigurgitato		0,28	mc/s
	Battente parzialmente rigurgitato		-44,96	mc/s
	Battente non rigurgitato		6,64	mc/s
	Stramazzo rigurgitato		2,22	mc/s
	Stramazzo non rigurgitato		51,44	mc/s
Portata di controllo:	Battente completamente rigurgitato	Qc	0,283	mc/s
Perdite di carico		DH	0,004	m

Disconnessione idraulica per la presenza delle membrane.
Deflusso nel vano di permeato per mezzo di pompe di estrazione. Livello a valle controllato dall'altezza calice pari a +661,20 m

COLLEGAMENTO MBR-DISINFEZIONE UV						
Collegamento tra le due vasche per mezzo di una condotta in pressione						
quota pelo libero a monte della condotta						***658,90***
portata	Qmbr	0,150	mc/s	de	sp	DN
diametro	D	396,600	mm			450,000
lunghezza totale	L	186	m			
materiale		**PEAD**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)	c	95	m^(1/3)/s			
coeff. perdite concentr. imbocco	z1	0,5				
coeff. perdite concentr. sbocco	z2	1				
coeff. perdite concentr. per curve	z3	7				
area sezione	S	0,123537	mq			
velocità	v	1,214216	m/s			
cadente idraulica	J	0,003562	m/m			
perdite distribuite	DHd	0,662529	m			
perdite concentrate	DHc	0,638722	m			
perdite totali	DH	1,301251	m			
perdite di carico totali in condotta					***1,30***	
franco						
massima quota del pelo libero in vasca						***657,60***

MBR- POZZETTO DI USCITA STERILIZZAZIONE						
Collegamento tra le due vasche per mezzo di una condotta in pressione						
quota pelo libero a monte della condotta						***657,60***
portata	Qdis	0,411	mc/s	de	sp	DN
diametro	D	698,600	mm	**711,2**	6,300	700,000

lunghezza totale	L	13	m			
materiale		**Acciaio**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)	c	90	m^(1/3)/s			
coeff. perdite concentr. imbocco	z1	0,5				
coeff. perdite concentr. sbocco	z2	1				
coeff. perdite concentr. per curve	z3	2				
area sezione	S	0,383307	mq			
velocità	v	1,072537	m/s			
cadente idraulica	J	0,001456	m/m			
perdite distribuite	DHd	0,018923	m			
perdite concentrate	DHc	0,205208	m			
perdite totali	DH	0,224131	m			
perdite di carico totali in condotta					***0,22***	
franco						
massima quota del pelo libero in vasca						***657,37***

MBR- INGRESSO STERILIZZAZIONE						
By pass di emergenza canali UV con paratoria manuale						
quota pelo libero a monte della condotta						***658,050***
portata	Qdis	0,411	mc/s	de	sp	DN
diametro	Dint	493,600	mm			560,000
lunghezza totale	L	2	m			
grado di riempimento		0,8				
materiale		**Acciaio saldato**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)	K_s	95	m^(1/3)/s			
R_h/D		0,3042				
A/D^2		0,6736				
area sezione	A	0,164117	mq			
pendenza	i	0,0150	m/m			
raggio idraulico	R_h	0,150153	m			
velocità	v	3,286943	m/s			
portata di calcolo	Qmax	0,539442	mc/s			
perdite totali	DH	0,030000	m			
perdite di carico totali in condotta					***0,03***	
franco						
massima quota del pelo libero allo scarico						***658,02***
Disconnessione idraulica data dalla regolazione della paratoia. Condotta a gravità dimensionata tale da garantire il deflusso delle 2Qm provenienti dalle membrane e della filtrazione esistente. Capacità di riempimento pari a 80% con una pendenza del 1,5%						

STRAMAZZO SULLA DISINFEZIONE			
Stramazzo uscita disinfezione			
quota pelo libero sullo stramazzo			***657,71***
portata max sfiorata	Qmax	0,822	mc/s
larghezza soglia	b	3,5	m
coeff. di efflusso (parete grossa)			
stramazzo non rigurgitato (parete grossa)	m1	0,385	
stramazzo rigurgitato	m2	0,65	
quota della soglia	Zi	657,44	m s.m.
quota p.l. a monte	Zm	657,71	m s.m.

quota p.l. a valle		Zv	657,37	m s.m.	
altezza del p.l. di monte sul p.l. di valle		h1	0,34	m	
altezza del p.l. di valle sulla soglia		h2	-0,06	m	
altezza p.l. di monte sulla soglia		h3	0,27	m	
portate	soglia rigurgitata	Q1	0,946	mc/s	
	soglia non rigurgitata	Q2	0,856	mc/s	
portata di controllo		Qc	0,856	mc/s	
perdite di carico	**Disconnessione (stram. non rigurg.)**	DH	0,00	m	
dislivello fra monte e valle					***0,34***
franco					***0,00***
massima quota del pelo libero nel canale					***657,37***

CONDOTTA A PELO LIBERO DISINFEZIONE-SCARICO						
tratto di scarico a gravità						
quota pelo libero a monte della condotta						***657,373***
portata	Qmax	0,822	mc/s	de	sp	DN
diametro	Dint	1000,000	mm			
lunghezza totale	L	16	m			
grado di riempimento		0,9				
materiale		**Acciaio saldato**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)	K_s	90	m^(1/3)/s			
R_h/D		0,298				
A/D^2		0,7445				
area sezione	A	0,744500	mq			
pendenza	i	0,0010	m/m			
raggio idraulico	R_h	0,298000	m			
velocità	v	1,269755	m/s			
portata di calcolo	Qmax	0,945333	mc/s			
perdite totali	DH	0,016000	m			
perdite di carico totali in condotta					***0,02***	
franco						
massima quota del pelo libero allo scarico						***657,36***

3.7.2 Verifica linea over flow

POZZETTO RIPARTITORE SUI NUOVI PRETRATTAMENTI						
STRAMAZZO USCITA Q>2Qmn DA NUOVI PRETRATTAMENTI						
quota pelo libero sullo stramazzo						***664,135***
portata max sfiorata		Qover	0,411	mc/s		
larghezza soglia		b	40	m		
coeff. di efflusso (parete grossa)						
	stramazzo non rigurgitato (parete grossa)	m1	0,385			
	stramazzo rigurgitato	m2	0,65			
quota della soglia		Zi	664,10	m s.m.		
quota p.l. a monte		Zm	664,135	m s.m.		
quota p.l. a valle		Zv	663,98	m s.m.		
altezza del p.l. di monte sul p.l. di valle		h1	0,15	m		
altezza del p.l. di valle sulla soglia		h2	-0,12	m		
altezza p.l. di monte sulla soglia		h3	0,035	m		
portate	soglia rigurgitata	Q1	-0,682	mc/s		
	soglia non rigurgitata	Q2	0,447	mc/s		
portata di controllo		Qc	0,447	mc/s		
perdite di carico	**Disconnessione (stram. non rigurg.)**	DH	0,00	m		
dislivello fra monte e valle					***0,15***	
franco					***0,00***	
massima quota del pelo libero nel canale						***663,984***

POZZETTO RIPARTITORE SUI NUOVI PRETRATTAMENTI						
Canali in c.a per la ripartizione delle over2Qm - 50 x 60 x 925 cm						
quota pelo libero a monte della condotta						***663,984***
portata		Qover	0,411	mc/s		
portata cadauno		Qover	0,206	mc/s		
Canali		n°	2,000			
Altezza canale		H	**500,000**	mm		
Base canale		B	**600,000**	mm		
lunghezza totale		L	9,25	m		
grado di riempimento			0,75			
materiale			cls			
scabrezza (Gauckler - Strickler)		K_s	100	m^(1/3)/s		
area sezione		A	0,225000	mq		
pendenza		i	0,0010	m/m		
raggio idraulico		R_h	0,112500	m		
velocità		v	0,736945	m/s		
portata di calcolo		Qmax	0,165813	mc/s		
perdite totali		DH	0,009250	m		
perdite di carico totali in condotta					***0,01***	
franco						
massima quota del pelo sul serbatoio						***663,975***
Disconnessione idraulica tra la sterilizzazione e il pozzetto ripartitore per deflusso libero						

POZZETTO RIPARTITORE - STERILIZZAZIONE ESISTENTE						
Collegamento tra le due vasche per mezzo di una condotta in pressione						
quota pelo libero a monte della condotta						***658,802***
portata	Qover	0,411	mc/s	de	sp	DN
diametro	D	625,800	mm			710,000
lunghezza totale	L	174	m			
materiale		**PEAD**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)	c	95	m^(1/3)/s			
coeff. perdite concentr. imbocco	z1	0,5				
coeff. perdite concentr. sbocco	z2	1				
coeff. perdite concentr. per curve	z3	6				
area sezione	S	0,307582	mq			
velocità	v	1,336590	m/s			
cadente idraulica	J	0,002350	m/m			
perdite distribuite	DHd	0,408822	m			
perdite concentrate	DHc	0,682902	m			
perdite totali	DH	1,091725	m			
perdite di carico totali in condotta					***1,09***	
franco						
massima quota del pelo libero in vasca						***657,71***

COLLEGAMENTO PRETRATTAMENTO NUOVO – DENITRO						
Collegamento tra le due vasche per mezzo di una condotta in pressione						
quota pelo libero a monte della condotta						***663,824***
portata	Qdn	0,261	mc/s	de	sp	DN
diametro	D	555,200	mm			630,000
lunghezza totale	L	98	m			
materiale		**PEAD**				
scabrezza (Gauckler - Strickler)	c	95	m^(1/3)/s			
coeff. perdite concentr. imbocco	z1	0,5				
coeff. perdite concentr. sbocco	z2	1				
coeff. perdite concentr. per curve	z3	1				
area sezione	S	0,242097	mq			
velocità	v	1,078541	m/s			
cadente idraulica	J	0,001795	m/m			
perdite distribuite	DHd	0,175874	m			
perdite concentrate	DHc	0,148222	m			
perdite totali	DH	0,324097	m			
perdite di carico totali in condotta					***0,32***	
franco						
massima quota del pelo libero in vasca						***663,50***

3.7.3 Calcolo delle stazioni di sollevamento

3.7.3.1 *Elettropompe sommergibili per il sollevamento iniziale*

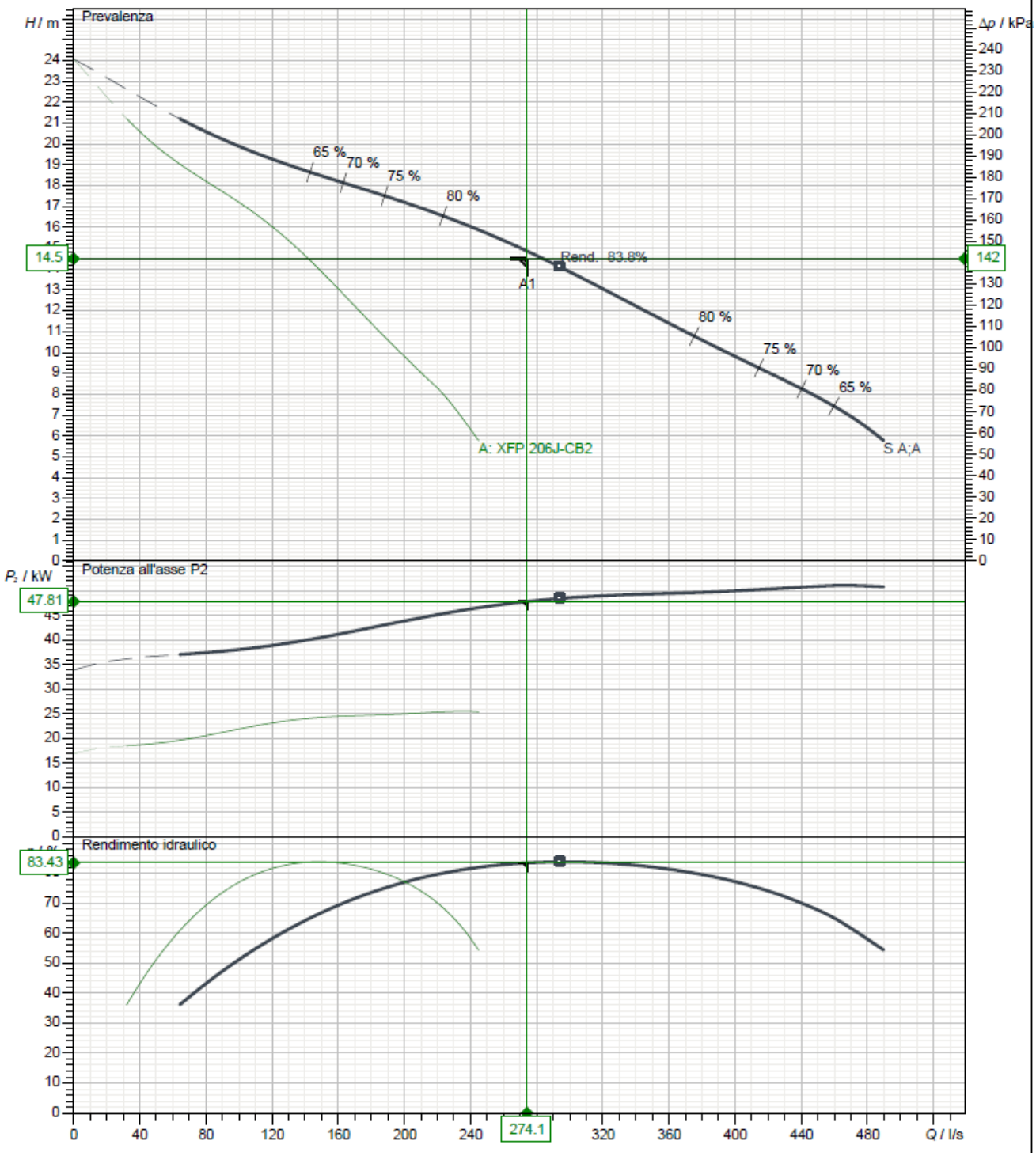
A valle del comparto di grigliatura grossolana è previsto l'ampliamento della stazione di sollevamento per garantire l'installazione di n.8 (6+2R – una per linea di pretrattamento) elettropompe sommergibili di nuova fornitura che saranno in grado di sollevare la portata massima da avviare a trattamento (pari a $4Q_m$ = 2.960,00 m^3/h).

È prevista l'installazione di elettropompe sommergibili in grado di sollevare una portata differente per coppia di pompe in modo da ottimizzare i consumi energetici della sezione, prevedendo il funzionamento delle pompe con maggior potenza per le portate influenti all'impianto in caso di pioggia e le pompe esistenti di minore potenza in condizioni di tempo secco.

Le nuove tubazioni di mandata delle pompe saranno collegate al nuovo comparto di pretrattamento e a quello esistente anch'esso opportunamente riqualificato secondo quanto riportato nel paragrafo successivo.
Le caratteristiche delle elettropompe sommergibili risultano delle centrifughe (girante contrablock plus) atto a convogliare il materiale verso la scanalatura presente sul diffusore di aspirazione.

Parametro:	**U.M.**	**Valore**
Elettropompe sommergibili		
Numero di pompe installate:	-	8 (6+2R)
Portata:	l/s	137,00
Prevalenza:	m	14,50
Rendimento idraulico:	%	83,40
Rendimento motore:	%	93,10
Potenza assorbita dalla rete:	kW	23,90
Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt – 50 Hz – 6 poli		
Isolamento/protezione	-	classe H IEC85/IP68
Potenza nominale:	kW	37,00
Corrente nominale:	A	70,00
Avviamento	-	diretto
Raffreddamento	-	mediante liquido circostante
Avviamenti/ora max	n.	15
Dispositivi di controllo incorporati:	n	3 microtermostati nello statore
Passaggio libero:	mm	90 x 110
Bocca mandata:	-	DN200

Bocca aspirazione:	-	DN200
Materiali:		
Fusioni principali:	-	Ghisa GG25
Girante e diffusore:	-	Ghisa GG25
Albero:	-	AISI431
Guarnizioni O-Ring:	-	NBR
Tenuta meccanica interna:	-	carburo tungsteno anticorrosione/ceramica
Tenuta meccanica esterna:	-	carburo tungsteno anticorrosione
Finitura esterna:	-	verniciatura epossidica di colore grigio
Peso:	kg	107
Cavo elettrico sommergibile:	m	10
Piede di accoppiamento:	-	automatico in ghisa grigia GG25, da fissare direttamente sul fondo vasca, con curva flangiata UNI PN10 DN100
Attacco porta guida superiore per tubi da 2"	-	acciaio AISI 316L
Grillo e catena per il sollevamento	-	acciaio AISI316L
Lunghezza catena	m	5



3-1 - Curva di funzionamento del sistema di sollevamento pompe in parallelo

3.7.3.2 *Vano di sollevamento*

La portata delle acque nere viene calcolata con riferimento alla dotazione idrica di 300 l*ab/giorno con un coefficiente di afflusso in fognatura pari a φ = 0,8. Inoltre, essendo una fognatura mista, il coefficiente di amplificazione della portata massima di pioggia scelto è pari a 4.

La stima della portata totale in arrivo all'impianto di Sollevamento sarà quindi:
Condizione operative:
Abitanti equivalenti: 74.000 AE
Portata media nera: 740,00 m^3/h pari a 205,6 l/s
Portata nera alla punta (2,00*Qm): 1480,00 m^3/h pari a 411,1 l/s
Portata massima di pioggia (4*Qm): 2960,00 mc/h pari a 822,2 l/s
Tale portata verrà ripartita con l'installazione di N.2 sistemi composti da :

1. Al pretrattamento esistente 2+1R (1/3 Portata massima);
2. Al nuovo pretrattamento 4+1R (2/3 Portata massima).

Al pretrattamento esistente:

- Tubazione di mandata al collettore principale (Lunghezza 16,00 ml., diametro esterno 273,0 mm – DN250, materiale Acciaio per condotte):

1. Perdite distribuite: 0,412 m
2. Perdite concentrate: 1,311 m. Relative a:
    a. Imbocco/Sbocco
    b. TEE
    c. N=1 Curve a 90°
    d. N.1 Valvola di ritegno a palla del DN 250 PN16
    e. N.1 Saracinesca in ghisa a corpo piatto e vite interna del DN 250 PN10
    f. Un misuratore di portata

La perdita di carico complessiva sarà pari a 13,22 mt. di cui una quota parte relativa alla differenza di quota geodetica pari a 11,50 mt.

Al pretrattamento nuovo:

- Tubazione di mandata al collettore principale (Lunghezza 10.30 ml., diametro esterno 273,0 mm – DN250, materiale Acciaio per condotte):

3. Perdite distribuite: 0,412 m
4. Perdite concentrate: 1,311 m. Relative a:
    a. Imbocco/Sbocco
    b. TEE
    c. N=1 Curve a 90°
    d. N.1 Valvola di ritegno a palla del DN 250 PN16
    e. N.1 Saracinesca in ghisa a corpo piatto e vite interna del DN 250 PN10
    f. Un misuratore di portata

La perdita di carico complessiva sarà pari a 13,223 mt. di cui una quota parte relativa alla differenza di quota geodetica pari a 11,50 mt.

Verifica sollevamento

Di seguito si riporta una verifica del vano di sollevamento, considerando un numero di attacchi pari a 6 att./h alla $Q_{maxpioggia,}$ sarà pari a:

$$V = \frac{3.600\left(\frac{s}{h}\right) \cdot Q_{max}(l/s)}{n_{avv}\left(\frac{avv}{h}\right) \cdot 6} = 123{,}33\ mc$$

Tale volume permette di avere la certezza che anche in condizioni di portata minima il tempo di detenzione nella vasca di accumulo sia 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 60 min/giorno.

Il vano di sollevamento esistente presenta le seguenti dimensioni geometriche:

- Lunghezza L_1= 8,30 m
- Larghezza L_2= 3,65 m
- Profondità H_{tot}=4,86 m.

Per l'alloggiamento della nuova configurazione di pompe elettrosommergibili (6+2R) e della nuova portata di progetto da sollevare, sarà necessario prevedere un ampliamento del vano che garantisca un'altezza utile pari a 2,00 m.
Pertanto, le nuove dimensioni di progetto stimate sono le seguenti:

- Lunghezza L_1 = 8,30 m +8,70 = 17,00 m
- Larghezza L_2= 3,65 m
- Profondità H_{tot} =4,86 m.

Solamente ampliando la lunghezza L_1, conservando le restanti dimensioni, il volume totale della vasca è in grado di garantire un volume di invaso pari a 123,33 mc (20,56 mc per ciascuna pompa).

Per maggior dettagli si rimanda all'elaborato grafico *"854BPD04060100_00_Revamping grigliatura, sollevamento e pretrattamenti esistenti"*.