REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI VILLANOVA MONDOVÌ

COMUNE DI MONDOVÌ

DISMISSIONE DEPURATORE LOCALITÀ BRANZOLA E COLLETTAMENTO AL COLLETTORE FOGNARIO FRAZ. MERLO MONDOVÌ

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

MONDO ACQUA S.p.A.
Via Venezia, 6/B – 12084 MONDOVÌ (CN)
tel. +39 0174.554461

IL PROGETTISTA

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l
Corso Giolitti, 36 – 12100 CUNEO (CN)
Tel. +39 0171.698381 – fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it

Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1067 Dott. Ing. Fabrizio Saglietto

DESCRIZIONE

RELAZIONE IDRAULICA

DATA 09/02/2021	**SCALA** /				**ALLEGATO**
COMMESSA 2018_029	livello PD	categoria RI	tipologia TXT	revisione 01	**2.2**

01	09/02/2021	INTEGRAZIONE CONFERENZA SERVIZI	MA.NU.	BH.FR.	SA.FA.
00	30/01/2019	EMISSIONE PER CONSEGNA	VI.MA.	BR.ER.	SA.FA.
REV.	**DATA**	**DESCRIZIONE**	**REDATTO**	**CONTROLLATO**	**APPROVATO**

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO O RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

SOMMARIO

PREMESSA 2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
STATO DI FATTO ED INTERVENTI IN PROGETTO 3
VERIFICHE IDRAULICHE 4
Parametri di progetto 4
Verifiche dei tratti fognari con funzionamento in pressione (Sez. 1 a 62) 5
Verifiche dei tratti fognari con funzionamento a superficie libera (Sez. 62 a 92) 7
Verifica della capacità dei tratti fognari esistenti a valle (da Frazione Merlo a Sant'Anna Avagnina) e del sollevamento di Sant'Anna Est a convogliare le nuove portate in progetto 10
VERIFICHE STATICHE 17

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

PREMESSA

In seguito alla redazione del progetto preliminare *"Costruzione di fognatura nera in Frazione Merlo mediante prelievo delle acque attualmente scaricate nel depuratore della Località Branzola (Comune di Villanova Mondovì) e l'immissione delle stesse nel collettore esistente, situato in Frazione Sant'Anna Avagnina di Mondovì"* redatto dal Dott. Ing. Lorenzo Eula, la società Mondo Acqua S.p.A. ha affidato alla Società d'Ingegneria Saglietto engineering S.r.l., nella persona del sottoscritto professionista Dott. Ing. Fabrizio Saglietto, il compito di redigere il Progetto Definitivo "Dismissione depuratore Località Branzola e collettamento al collettore fognario Fraz. Merlo Mondovì".

A seguito della 1° riunione della conferenza dei servizi organizzata da EGATO4, è emerso che le acque fognarie attualmente scaricate nel depuratore della Località Branzola (Comune di Villanova Mondovì) da convogliare al collettore fognario Fraz. Merlo Mondovì, non sono di tipo nero come indicato nel progetto preliminare ma misto. Alla luce di questo è stato richiesto anche di verificare tutte le condotte a valle, costruite sulla base dei dati delle acque nere fino al sollevamento di Sant'Anna. E' stata quindi effettuata anche una verifica sul numero effettivo di abitanti equivalenti influenti sul depuratore di Branzola che era indicata per una potenzialità futura di 900 ab.eq. (tratta dal Progetto Preliminare redatto dal Dott. Ing. Lorenzo Eula). Il Comune di Villanova Mondovì, a seguito di colloquio e valutazioni tecniche effettuate in situ col Gestore, ha determinato una popolazione reale e futura di 745 ab.eq.

Perciò, si è provveduto all' adeguamento del Progetto Definitivo con una nuova revisione andando a modificare le pompe di mandata, in quanto la portata è aumentata, la tubazione di mandata ed è stato recepito il suggerimento di passare in subalveo sotto il rio Branzola da parte della Regione.

Il presente elaborato contiene le verifiche idrauliche relative alle nuove portate di progetto (acque miste) condotte in termini di prevalenza, riempimento della condotta e di velocità sia sulle nuove condotte sia su quelle esistenti sulla base dei dati estratti dalle relazioni idrauliche dei progetti precedentemente redatti; le verifiche statiche, per le nuove condotte, sono state effettuate in funzione del materiale della condotta, della tipologia e della modalità di posa del rinterro.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli interventi in progetto sono redatti in conformità alla seguente Normativa specifica di settore (oltre a quella già indicata nella Relazione tecnica illustrativa):

- DIN 1072/1985-12 “Road and foot bridges; design loads”;
- C950-88: AWWA “Standard for Fiberglass Pressure Pipe”.

STATO DI FATTO ED INTERVENTI IN PROGETTO

Il presente progetto definitivo riguarda la dismissione del depuratore di Località Branzola ed il convogliamento dei reflui al collettore fognario Fraz. Merlo Mondovì attraverso la posa di un nuovo tratto fognario di collegamento.

Esso deriva dal progetto generale a firma dell’ing. Lorenzo Eula del 30 ottobre 2008 che prevedeva la costruzione di una condotta fognaria che, eliminando il depuratore di Branzola, convogliava i reflui al Depuratore di Mondovì in Loc Longana. Sono già stati realizzati 3 lotti ed il presente progetto conclude quanto previsto nel progetto generale approvato dalla Giunta del Comune di Mondovì con Delibera n. 352 in data 30-12-2008.

Il progetto attuale prevede quindi:

- la dismissione dell’impianto di trattamento ubicato in Loc. La Branzola;
- la realizzazione di una stazione di sollevamento all’interno di una vasca esistente all’interno del depuratore di cui si prevede la dismissione;
- la realizzazione di un nuovo tratto di fognatura con funzionamento inizialmente in pressione e poi a gravità, atto a convogliare i reflui in arrivo all’impianto verso il collettore fognario esistente in Strada San Gottardo, fraz. Tetti Lunghi completato con il III lotto.

Il tracciato della nuova condotta, quasi tutto su Strade Comunali, comporta l’interferenza con alcuni sottoservizi (canali irrigui, metano e acquedotto). portate

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

VERIFICHE IDRAULICHE

Parametri di progetto

Il Comune di Villanova Mondovì, a seguito di colloquio e valutazioni tecniche effettuate in situ col Gestore, ha determinato una popolazione reale e futura di 745 ab.eq.così suddivisi:

- popolazione residente sottesa alla rete: 530 ab.eq. (di cui 120 ab.eq. di Via Molino/Via Torino che possono essere confluiti sul ramo di fognatura nera realizzata nel 2015 in Via F.lli Biscia);
- popolazione residente da sottendere alla rete: 410 ab.eq. (530 – 120 ab.eq.);
- popolazione fluttuante: 60 ab.eq.;
- abitanti in progetto da PRG: 180 ab.eq.;
- abitanti teorici a titolo cautelativo: 95 ab.eq.;
- totale progettuale: 410 + 60 + 180 + 95 = 745 ab.eq.

Perciò, ai fini del dimensionamento e verifiche del sistema sono stati considerati i seguenti parametri di progetto:

Parametri di progetto		
Parametro	U.d.m.	Valore
Abitanti serviti	A.E.	745
Dotazione idrica unitaria	L/ ab. d	250
Coefficiente di afflusso	(-)	0,80
Portata media giornaliera (Q_m)	mc/d	149,00
Portata media oraria (24 ore)	mc/h	6,21
Portata di punta oraria (12 ore)	mc/h	12,42
Portata massima oraria (8 ore)	mc/h	18,63
Portata massima ($5Q_m$)	mc/d	745,00
	mc/h	31,04
	l/s	8,62

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Si riportano, inoltre, le caratteristiche della condotta fognaria in progetto:

Caratteristiche della condotta in progetto							
Sezioni	Distanze progressive		Funzionamento	Materiale	i		L
(-)	m		(-)	(-)	m/m	%	m
1 a 11	0,000	120,000	Pressione	PEAD DE110 PN16	-0,00544	-0,544	120,000
11 a 14	120,000	142,308			-0,03250	-3,250	22,308
14 a 16	142,308	160,000			-0,01192	-1,192	17,692
16 a 19	160,000	200,000			0,00378	0,378	40,000
19 a 21	200,000	208,595			-0,10191	-10,191	8,595
21 a 23	208,595	214,423			-0,00198	-0,198	5,828
23 a 24	214,423	220,653			0,23188	23,188	6,230
24 a 28	220,653	280,000			0,01770	1,770	80,000
28 a 31	280,000	320,000			0,00608	0.608	40,000
31 a 39	320,000	440,000			-0,01143	-1,143	120,000
39 a 42	440,000	460,000			0,01096	1,096	20,000
42 a 54	460,000	607,850			0,00425	0,425	147,850
54 a 61	607,850	690,981			-0,00519	-0,519	83,131
61 a 65	690,981	743,849	Gravità	PVC DE250 SN8	-0,00639	-0,639	52,868
65 a 68	743,849	796,495			-0,01354	-1,354	52,646
68 a 72	796,495	854,321			-0,00992	-0,992	57,826
72 a 88	854,321	1085,812			-0,00200	-0,200	231,491
88 a 92	1085,812	1155,426			-0,03030	-3,030	69,614

Verifiche dei tratti fognari con funzionamento in pressione (Sez. 1 a 62)

La perdita di carico totale lungo il tratto di condotta in pressione (ΔH_{tot}) è data dalla somma delle perdite di carico distribuite (ΔH_l) e concentrate (ΔH_c):

$$\Delta H_{tot} = \Delta H_l + \Delta H_c$$

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Il calcolo delle perdite di carico distribuite è stato effettuato mediante la formula di Colebrook-White di seguito riportata:

$$Q = -\frac{\pi D^2}{2} \cdot \sqrt{2gDi} \cdot \log\left(\frac{2{,}51\nu}{D\sqrt{2gDi}} + \frac{\varepsilon / D}{3{,}71} \right)$$

dove

i: pendenza motrice;

ν: viscosità del liquido pari a 1,15 * 10^-6 m^2/s ;

ε: scabrezza assoluta della tubazione.

Le perdite di carico concentrate, invece, sono state valutate secondo la consueta relazione:

$$\Delta H_c = \xi \cdot \frac{U^2}{2g}$$

dove

ξ: coefficiente che assume differenti valori in funzione della singolarità idraulica in esame;

U: velocità media della corrente;

g: accelerazione di gravità (m/s^2).

Sono stati così ricavati i seguenti risultati:

Tratti fognari con funzionamento in pressione									
Tratti		Materiale	D_i	L	Q	U	ε	ξ	ΔH_{tot}
m		(-)	mm	m	mc/h	m/s	mm	(-)	m
Mandate pompe		Acciaio DN80	80,00	5,000	31,04	1,71	0,300	1,60	0,53
0,000	690,981	PEAD DE110 PN16	90,00	690,981	31,04	1,36	0,015	1,80	13,84

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Sommando, alle perdite di carico ottenute l'altezza geodetica, è possibile ottenere la prevalenza richiesta alle pompe di sollevamento:

Prevalenza richiesta alle pompe		
ΔH_{tot}	Altezza geodetica	Prevalenza richiesta alle pompe
cm	m	m
0,53	5,00	19,37
13,84	0,00	

Perciò, verranno installate n.1+1R elettropompe tipo FLYGT o equivalenti NP 3102.160 SH 255 aventi le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche pompe di sollevamento		
Parametro	U.d.m.	Valore
Portata	L/s	8,62
	mc/h	31,04
Prevalenza	m	22,20
Potenza nominale	kW	4,20

Verifiche dei tratti fognari con funzionamento a superficie libera (Sez. 62 a 92)

Venendo ora alla verifica idraulica dei tratti con funzionamento a superficie libera, è stata allo scopo utilizzata la formula di Chèzy per correnti in moto uniforme:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Q= portata defluente [m^3/s];

A= area della sezione liquida [m^2];

$\chi = cR^{1/6}$;

i = pendenza del fondo [m/m];

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

con

c = coefficiente di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}s^{-1}$];

R= raggio idraulico (area della sezione liquida/contorno bagnato) [m].

Per questi tratti, il coefficiente di scabrezza di Strickler è stato assunto pari a 80 $m^{1/3}s^{-1}$.

Sulla base dei suddetti dati e a mezzo della relazione sopra riportata, sono stati ricavati i valori dell'altezza d'acqua, del grado di riempimento e della velocità. Inoltre, è stata condotta una verifica sulla base dei numeri di Froude e Vedernikov.

Il numero di *Froude* (F_r) è dato da:

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h_m}}$$

dove V e h_m rappresentano velocità media ed altezza media della corrente.

Per le canalizzazioni fognarie si può assumere che il limite di stabilità corrisponda ad un numero di Froude pari a tre.

Quando si è in presenza di canali a pendenza molto forte può capitare che la corrente non riesca a dissipare tutta l'energia potenziale fornita dall'abbassamento del fondo. In questi casi, definiti correnti rapide, il moto della corrente assume un aspetto irregolare caratterizzato dalla formazione spontanea di treni di onde frangenti, le "roll waves". Queste dissipano energia con vortici ad asse orizzontale, interessando il canale per un'altezza maggiore di quella di moto uniforme. La condizione limite di stabilità del moto uniforme può essere espressa mediante il numero di *Vedernikov* (V_e), che deve risultare minore dell'unità:

$$V_e = n \cdot g_v \cdot F_r$$

dove

n=2/3 esponente del raggio idraulico nella formula del moto uniforme;

g_v=0,5 parametro di forma per sezioni semicircolari;

F_r= numero di Froude.

I risultati ottenuti, con le portate media e massima di progetto, sono riportati nella tabella seguente:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Tratti fognari con funzionamento a superficie libera – Portata media Q_m									
Distanze progressive	Materiale	Q_m	Di	i	Altezza d'acqua	Franco	V	Fr	Ve
m	(-)	mc/h	mm	%	cm	%	m/s	(-)	(-)
690,981 - 743,849	PVC DE250 SN8	6,21	235,4	0,64	3,25	86,19	0,48	0,84	0,28
743,849 - 796,495				1,35	2,71	88,51	0,62	1,21	0,40
796,495 - 854,321				0,99	2,92	87,60	0,56	1,04	0,35
854,321 - 1085,812				0,20	4,33	81,60	0,31	0,48	0,16
1085,812 - 1155,426				3,03	2,23	90,54	0,83	1,77	0,59

Tratti fognari con funzionamento a superficie libera – Portata massima $Q_{max} = 5Q_m$									
Distanze progressive	Materiale	Q_{max}	Di	i	Altezza d'acqua	Franco	V	Fr	Ve
m	(-)	mc/h	mm	%	cm	%	m/s	(-)	(-)
690,981 - 743,849	PVC DE250 SN8	31,04	235,4	0,64	7,29	69,05	0,75	0,89	0,30
743,849 - 796,495				1,35	6,01	74,46	0,98	1,28	0,43
796,495 - 854,321				0,99	6,51	72,35	0,88	1,10	0,37
854,321 - 1085,812				0,20	9,89	57,99	0,50	0,50	0,17
1085,812 - 1155,426				3,03	4,91	79,15	1,31	1,89	0,63

Nel dimensionamento di condotte circolari chiuse di diametro minore o uguale a 40cm, è buona pratica costruttiva che il franco (tra pelo libero e generatrice superiore della sezione), con le portate di progetto, sia maggiore o uguale al 50% dell'altezza dello speco per questioni di sicurezza e per l'alimentazione d'aria della corrente. Nei tratti soggetti a verifica, detta condizione viene soddisfatta. Considerando, invece, che la velocità della corrente nelle canalizzazioni fognarie rispetto alla portata media di tempo secco non deve essere inferiore a 0,5 m/s per evitare la formazione di depositi persistenti di materiali sedimentabili, ne maggiore di 5 m/s, rispetto alle portate pluviali, per evitare problemi di abrasione delle superfici interne, si nota che tali condizioni sono soddisfatte quasi nella totalità dei tratti di condotta. I tratti in cui la velocità minima, in condizioni di portata media, risulta

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

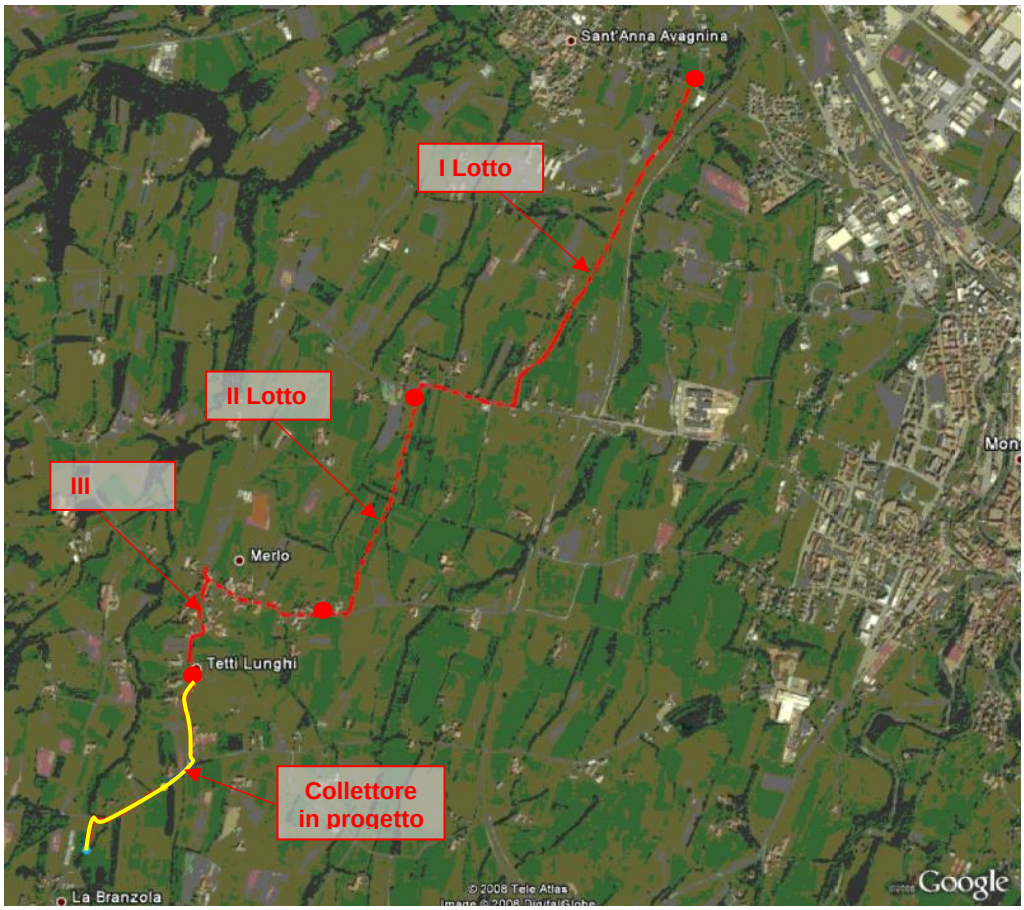
minore, richiederanno una manutenzione più accurata. Nel penultimo tratto, nello specifico, è evidente l'effetto della bassa pendenza a causa dell'interferenza con il metano.

Per quanto riguarda i numeri di Froude e di Vedernikov, si conclude che le verifiche hanno avuto esito positivo.

Si conclude che le verifiche idrauliche eseguite per le tubazioni scelte in progetto hanno avuto esito positivo.

Verifica della capacità dei tratti fognari esistenti a valle (da Frazione Merlo a Sant'Anna Avagnina) e del sollevamento di Sant'Anna Est a convogliare le nuove portate in progetto

La condotta in progetto (segnalata in giallo nella figura seguente) si allaccerà al collettore fognario a gravità esistente a servizio della Frazione Merlo (segnalata in rosso nella figura riportata in seguito), che porta le acque raccolte alla stazione di sollevamento di Sant'Anna Est (zona dell'ex



Estratto immagine satellitare e tracciato condotta in progetto e collettori esistenti (n°3 lotti)

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

depuratore di Sant'Anna Avagnina) per essere sollevate e convogliate al depuratore Comunale in località Longana.

Perciò, è stata verificata la capacità idraulica dei collettori fognari esistenti a convogliare una portata aggiuntiva pari a 8,62 l/s corrispondente alla portata massima[1] $5Q_m$ della condotta oggetto di progettazione e la capacità del sollevamento di Sant'Anna Est a sollevare la medesima portata. Detti collettori fognari sono stati posati tramite tre diversi lotti di intervento.

Verifica della capacità dei tratti fognari esistenti a valle (da Frazione Merlo a Sant'Anna Avagnina)

I lotto

La progettazione del primo lotto di intervento relativo alla "Realizzazione fognature in Fraz. Merlo – Collettore fognario tra la Fraz. Merlo (e Villanova Mondovì) e Mondovì – OPP2007/0017*3" è stata incaricata al Dott. Ing. Lorenzo Eula. Si riporta un estratto della "Relazione tecnico – illustrativa ed idraulica" contenente le caratteristiche della condotta del I lotto:

TRATTO	DIAMETRO INTERNO (mm)	PENDENZA	PORTATA DI PROGETTO **I LOTTO** (l/s)	PORTATA A SEZIONE PIENA (l/s)	GRADO DI RIEMPIMENTO	ALTEZZA DI RIEMPIMENTO (m)	VELOCITA' (m/s)
1-4	250	0,0058	9,08	65,25	0,14	0,063	0,96
4-16	250	0,0095	9,12	83,90	0,11	0,055	1,15
16-22	250	0,0124	9,12	95,68	0,10	0,053	1,27
22-27	250	0,0059	9,20	66,00	0,14	0,063	0,95
27-30	250	0,0282	9,28	143,88	0,06	0,041	1,48
30-31	250	0,0152	9,33	105,94	0,09	0,050	1,38
31-35	250	0,0337	9,33	157,29	0,06	0,041	1,62
35-39	250	0,0326	9,40	154,70	0,06	0,041	1,60
39-44	250	0,0167	9,40	111,04	0,08	0,048	1,40
44-45	250	0,0707	9,40	228,47	0,04	0,034	2,33
45-46	250	0,0415	9,40	175,04	0,05	0,037	1,89
46-49	250	0,0069	9,45	71,37	0,13	0,060	1,02
49-50	250	0,0281	9,72	144,04	0,07	0,044	1,73
50-59	250	0,0138	10,90	100,94	0,11	0,055	1,38
59-63	250	0,0523	10,90	195,94	0,06	0,041	2,02
63-66	250	0,0136	10,90	99,92	0,11	0,055	1,03

[1] Vedi paragrafo "Parametri di progetto"

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Ai fini della verifica, la somma della portata di progetto (relativa al I lotto) e della portata massima della condotta oggetto di progettazione ($5Q_m$ pari a 8,62 l/s) deve risultare minore o uguale della portata a sezione piena:

TRATTO	PORTATA DI PROGETTO **I LOTTO** (l/s)	**$5Q_m$ Presente progetto** (l/s)	PORTATA DI VERIFICA **I LOTTO + $5Q_m$ Presente progetto** (l/s)	PORTATA A SEZIONE PIENA (l/s)	VERIFICA **Portata a sezione piena ≥ Portata di verifica**
1-4	9,08	8,62	9,08 + 8,62 = 17,70	65,25	Verificato
4-16	9,12	8,62	17,74	83,90	Verificato
16-22	9,12	8,62	17,74	95,68	Verificato
22-27	9,20	8,62	17,82	66,00	Verificato
27-30	9,28	8,62	17,90	143,88	Verificato
30-31	9,33	8,62	17,95	105,94	Verificato
31-35	9,33	8,62	17,95	157,29	Verificato
35-39	9,40	8,62	18,02	154,70	Verificato
39-44	9,40	8,62	18,02	111,04	Verificato
44-45	9,40	8,62	18,02	228,47	Verificato
45-46	9,40	8,62	18,02	175,04	Verificato
46-49	9,45	8,62	18,07	71,37	Verificato
49-50	9,72	8,62	18,34	144,04	Verificato
50-59	10,90	8,62	19,52	100,94	Verificato
59-63	10,90	8,62	19,52	195,94	Verificato
63-66	10,90	8,62	19,52	99,92	Verificato

Come si evince dai risultati ottenuti, le verifiche hanno avuto esito positivo. Le tubazioni del I lotto sono adatte a convogliare le portate aggiunte.

II lotto

La progettazione del secondo lotto di intervento relativo al "Collettore fognario tra Frazione Merlo e Mondovì – Lotto II -" è stata incaricata al Ufficio Progetti del Dipartimento Tecnico del Comune di Mondovì. Si riporta un estratto della "Relazione tecnico – specialistica" contenente le caratteristiche della condotta del II lotto:

TRATTO	DIAMETRO INTERNO (mm)	PENDENZA (m/m)	PORTATA DI PROGETTO **II LOTTO** (l/s)	PORTATA A SEZIONE PIENA (l/s)	GRADO DI RIEMPIMENTO (%)	ALTEZZA DI RIEMPIMENTO (mm)	VELOCITÀ (m/s)
1-6	273	0,005	9,08	82,95	10,95	75	0,70
6-24	273	0,0055	9,08	89,57	10,14	72	0,74

Analogamente a quanto fatto in precedenza, la somma della portata di progetto (relativa al II lotto) e della portata massima della condotta oggetto di progettazione ($5Q_m$ pari a 8,62 l/s) deve risultare minore o uguale della portata a sezione piena:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

TRATTO	PORTATA DI PROGETTO **II LOTTO** (l/s)	**$5Q_m$ Presente progetto** (l/s)	PORTATA DI VERIFICA **II LOTTO + $5Q_m$ Presente progetto** (l/s)	PORTATA A SEZIONE PIENA (l/s)	VERIFICA **Portata a sezione piena ≥ Portata di verifica**
1-6	9,08	8,62	9,08 + 8,62 = 17,70	82,95	Verificato
6-24	9,08	8,62	17,70	89,57	Verificato

Come si evince dai risultati ottenuti, le verifiche hanno avuto esito positivo. Le tubazioni del II lotto sono adatte a convogliare le portate aggiunte.

III lotto

La progettazione del terzo lotto di intervento relativo al "Collettore fognario tra Frazione Merlo e Mondovì – Lotto III -" è stata anch'essa incaricata al Ufficio Progetti del Dipartimento Tecnico del Comune di Mondovì. Si riporta un estratto della "Relazione tecnico – specialistica" contenente le caratteristiche della condotta del III lotto:

TRATTO	DIAMETRO INTERNO (mm)	PENDENZA (m/m)	PORTATA DI PROGETTO **III LOTTO** (l/s)	PORTATA A SEZIONE PIENA (l/s)	GRADO DI RIEMPIMENTO (%)	ALTEZZA DI RIEMPIMENTO (mm)	VELOCITÀ (m/s)
1-3	273	0,0195	9,08	163,81	9,8	42	1,47
3-12	273	0,01	9,08	117,31	13,3	52	1,20
12-17	273	0,035	9,08	219,47	8,4	38	1,85
17-19	273	0,628	9,08	293,98	6,9	33	2,27
19-21	273	0,0357	9,08	224,65	8,4	38	1,87
21-23	273	0,0163	9,08	149,77	11,1	46	1,42
23-27	273	0,025	9,08	185,48	9,80	42	1,66
27-28	273	0,02	9,08	165,90	10,4	44	1,51
28-30	273	0,01	9,08	117,31	13,3	52	1,20

Anche in questo caso, ai fini della verifica, la somma della portata di progetto (relativa al III lotto) e della portata massima della condotta oggetto di progettazione ($5Q_m$ pari a 8,62 l/s) deve risultare minore o uguale della portata a sezione piena:

TRATTO	PORTATA DI PROGETTO **III LOTTO** (l/s)	**$5Q_m$ Presente progetto** (l/s)	PORTATA DI VERIFICA **III LOTTO + $5Q_m$ Presente progetto** (l/s)	PORTATA A SEZIONE PIENA (l/s)	VERIFICA **Portata a sezione piena ≥ Portata di verifica**
1-3	9,08	8,62	9,08 + 8,62 = 17,70	163,81	Verificato
3-12	9,08	8,62	17,70	117,31	Verificato
12-17	9,08	8,62	17,70	219,47	Verificato
17-19	9,08	8,62	17,70	293,98	Verificato
19-21	9,08	8,62	17,70	224,65	Verificato
21-23	9,08	8,62	17,70	149,77	Verificato
23-27	9,08	8,62	17,70	185,48	Verificato

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

27-28	9,08	8,62	17,70	165,90	Verificato
28-30	9,08	8,62	17,70	117,31	Verificato

Le verifiche hanno avuto esito positivo. Le tubazioni del III lotto sono adatte a convogliare le portate aggiunte.

Verifica della capacità del sollevamento di Sant'Anna Est a sollevare le nuove portate in progetto

La redazione del Progetto Esecutivo "Sollevamento di acque reflue urbane di S.Anna Est – Mondovì" è stato redatto dal Dott. Ing. Andrea Borsarelli, assieme allo Studio Tecnico Cocito (incaricato della progettazione delle parti elettriche e di automazione). Ai fini della verifica, sono stati estratti dalla relazione tecnica le caratteristiche delle opere che compongono il sollevamento e la tubazione di rilancio dei reflui:

Attuali caratteristiche di funzionamento 1 + 1R Sollevamento Sant'Anna Est		
Parametro	U.d.m.	Valore
Portata di progetto	mc/s	0,0125
	L/s	12,50
	mc/h	45,00
Diametro interno della condotta di rilancio in HDPE PN10 Diametro esterno 160 mm	mm	130,80
Lunghezza complessiva della condotta di rilancio	m	741,00
Perdita di carico localizzata e distribuita	m	5,00
Prevalenza geodetica	m	8,30
Perdite prevalenza da superare complessiva	m	13,30

Per il rilancio della portata di progetto era stata prevista la fornitura e posa di n°2 elettropompe sommergibili con funzionamento alternato del tipo CAPRARI KCW100LE+006542N1. Si riporta in seguito la scheda tecnica:

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

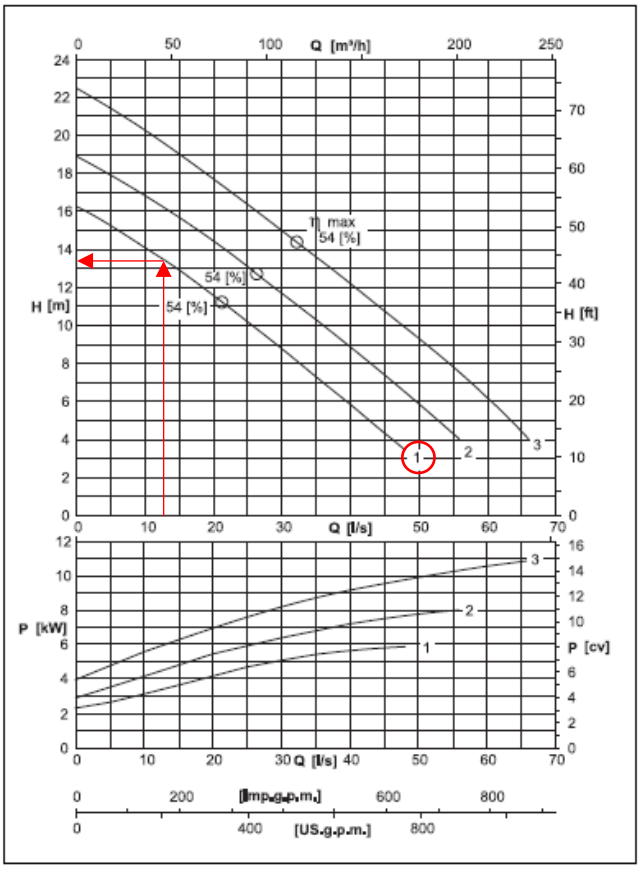
caprari

ELETTROPOMPE SOMMERGIBILI PER LIQUIDI CARICHI
ELECTRIC SUBMERSIBLE SEWAGE PUMPS
ELECTROPOMPES SUBMERSIBLES POUR LIQUIDES CHARGEES

KC+ DN 100

Poli / *Poles* / Pôles **4/50 Hz KCW100L**

girante aperta arretrata
torque-flow recessed impeller
roue vortex



CARATTERISTICHE TECNICHE - *TECHNICAL FEATURES*
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Elettropompa tipo *Electric pump type* Electropompe type	Passaggio libero *Free passage* Passage libre [mm]	Sonde termiche *Thermal probes* Sondes thermiques	Sonda di conduttività *Conductivity probe* Sonde de conductivité
KCW100L.. + ...42N1	ø 100	sì *yes* oui	sì *yes* oui
KCW100L.. + ...42X1			

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO - *OPERATING DATA* - CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

Elettropompa tipo *Electric pump type* Electropompe type (1)	Curva *Curve* Courbe N°	Potenza motore *Motor rating* Puissance moteur P2 [kW]	Mandata *Delivery* Refoulement DN [mm]	PORTATA - *CAPACITY* - DEBIT..... [l/s] / [m³/h]													
				0	10	15	20	25	30	35	40	45	47,5	50	55	60	65
				0	36	54	72	90	108	126	144	162	171	180	198	216	234
				PREVALENZA - *HEAD* - HAUTEUR [m]													
KCW100LE+006542N1	1	6,5	ø 100	16,2	14,1	12,9	11,6	10,2	8,8	7,3	5,8	4,3	3,5				
KCW100LC+008542N1	2	8,5		18,9	16,8	15,6	14,4	13,1	11,7	10,3	8,9	7,4	6,7	5,9	4,3		
KCW100LA+011242N1	3	11,2		22,5	20,3	19	17,7	16,4	15	13,6	12,2	10,7	10	9,3	7,8	6,2	4,4

NOTE - *NOTES* - NOTES

P2 = Potenza resa dal motore - *Power rated by the motor* - Puissance restituée par le moteur.

Tolleranze sulle prestazioni secondo norme UNI/ISO 9906 Livello 2 - *Performance tolerance as per UNI/ISO 9906 Grade 2* - Tolérances sur les performances selon normes UNI/ISO 9906 Niveau 2.

(1) Per i modelli in versione antideflagrante ATEX II 2G Exd IIB T4, la parte finale della sigla dell'elettropompa diviene ..... + ...42X1
For models in the ATEX II 2G Exd IIB T4 explosion-proof version, the final part of the electric pump code becomes ..... + ...42X1
Pour les modèles version antidéflagrante ATEX II 2G Exd IIB T4, le suffixe de l'électropompe devient ..... + ...42X1

Per caratteristiche motori vedere a pagina 51 - *For motor performances specification see page 51* - Pour caracteristiques techniques moteurs voir page 51.
Per accessori vedere a pagina 49/50 - *For the accessories see at page 49/50* - Pour les accessoires voir page 49/50.

Curve intermedie disponibili su richiesta - *Intermediate technical curves available up on request.* - Courbes intermédiaires disponibles sur demande.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

La verifica della capacità idraulica del sollevamento consiste nel accertare che il sollevamento, nello stato attuale, è in grado di sollevare una portata aggiuntiva[2] pari a 8,62 l/s ($5Q_m$ della condotta oggetto di progettazione):

Nuove caratteristiche di funzionamento 1 + 1R **Sollevamento Sant'Anna Est**		
Parametro	U.d.m.	Valore
Portata di progetto	mc/s	0,0125 + 0,00862 = 0,02112
	L/s	12,50 + 8,62 = 21,12
	mc/h	76,03
Diametro interno della condotta di rilancio in HDPE PN10 Diametro esterno 160 mm	mm	130,80
Lunghezza complessiva della condotta di rilancio	m	741,00
Perdita di carico localizzata e distribuita	m	13,56
Prevalenza geodetica	m	8,30
Perdite prevalenza da superare complessiva	m	21,86

Vista l'elevata prevalenza ottenuta per la nuova portata di progetto, il sollevamento risulta inadeguato. Perciò, occorrerà provvedere all'aggiunta di una nuova macchina di analoghe caratteristiche a quelle esistenti in modo da far funzionare due pompe contemporaneamente e garantire una terza macchina di riserva. Così facendo, il comparto funzionerà secondo quanto riportato nella tabella seguente:

Nuove caratteristiche di funzionamento 1 + 1R **Sollevamento Sant'Anna Est**		
Parametro	U.d.m.	Valore
Portata di progetto totale	mc/s	0,0125 + 0,00862 = 0,02112
	L/s	12,50 + 8,62 = 21,12
	mc/h	76,03
Portata di progetto singola pompa	mc/s	0,02112 / 2 = 0,0106

[2] Vedi paragrafo "Parametri di progetto"

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

	L/s	21,12 / 2 = 10,56
	mc/h	38,02
Diametro interno della condotta di rilancio in HDPE PN10 Diametro esterno 160 mm	mm	130,80
Lunghezza complessiva della condotta di rilancio	m	741,00
Perdita di carico localizzata e distribuita	m	3,57
Prevalenza geodetica	m	8,30
Perdite prevalenza da superare complessiva	m	11,87

Alla portata di progetto per la singola pompa pari a 10,56 L/s corrisponde una prevalenza intorno ai 14 m, superiore a quanto richiesto. Perciò, la soluzione proposta risulta adeguata.
Il gestore Mondo Acqua S.p.A. provvederà all'adeguamento del comparto.

VERIFICHE STATICHE

Le condotte soggette a verifica statica sono in PEAD DE110 PN16 (pressione) e PVC DE250 SN8 (gravità).
A protezione delle tubazioni si prescrive l'esecuzione di un letto di posa in sabbia dello spessore minimo di 15 cm ed un primo rinterro (sempre in sabbia) per almeno 15 cm al di sopra della generatrice superiore. Il rinterro delle tubazioni avverrà utilizzando il materiale precedentemente estratto (con l'esclusione di eventuali trovanti ritenuti inidonei), opportunamente costipato.
La verifica statica di una tubazione interrata consiste nell'accertare che i carichi agenti sulla struttura provochino tensioni e deformazioni ammissibili, cioè compatibili con il materiale costituente la tubazione e con le esigenze di progetto.
Il criterio di verifica da adottare dipende dal comportamento della tubazione nei confronti della deformabilità, cioè dall'elasticità in sito. La distinzione tra struttura rigida e flessibile viene effettuata tramite il coefficiente d'elasticità in sito (n):

$$n = \frac{E_s}{E_t} \cdot \left(\frac{r}{s}\right)^3$$

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

dove

E_s: modulo di elasticità del terreno che avvolge la tubazione;

E_t: modulo di elasticità istantaneo del materiale costituente la tubazione;

r = (D-s)/2 raggio medio della tubazione;

s: spessore della tubazione.

La tubazione interrata è flessibile (o deformabile) se risulta $n \geq 1$.

Valori di progetto:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
Es	kN/mq	13800	13800
Et istantaneo	kN/mq	900000	3000000
Et a lungo t	kN/mq	225000	1500000
D (diametro esterno)	m	0,110	0,2500
Di (diametro interno)	m	0,090	0,2354
r	m	0,0500	0,121
s	m	0,0100	0,0073
n	(-)	1,92	21,13
		FLESSIBILE	FLESSIBILE

Calcolo dei carichi

1) *Calcolo del carico dovuto al rinterro*

Il carico dovuto al rinterro viene calcolato in maniera differente a seconda che la posa sia in trincea stretta o in trincea larga. Si dice che un tubo avente diametro esterno (D) è posato in trincea stretta quando la larghezza della trincea (B) a livello della generatrice superiore del tubo e l'altezza del rinterro (H) al di sopra di questa generatrice soddisfano una della seguenti condizioni:

$B \leq 2D$ con $H \geq 1{,}5B$

$2D < B < 3D$ con $H \geq 3{,}5B$

Si dice che un tubo è posato in trincea larga quando le relazioni fra B, D, H differiscono da quelle sopra indicate.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
D	m	0,110	0,250
B	m	0,500	0,750
H (massima)	m	2,19	3,80
Tipo di trincea	(-)	LARGA	STRETTA

Per la posa in trincea larga il carico dovuto al rinterro (P_{ST}) viene valutato secondo la seguente espressione:

$$P_{ST} = C_e \cdot \Upsilon_t \cdot D^2$$

dove:

C_e: coefficiente funzione del rapporto H/D. Per rinfianco in materiale arido, sempre necessario per tubazioni flessibili:

$$C_e = \frac{H}{D}$$

Υ_t: peso specifico del rinterro (saturo).

Per cui:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16
H (massima)	m	2,19
D	m	0,110
Ce	(-)	19,91
ϒt	kN/mc	20,00
Pst	kN/m	4,82

Per la posa in trincea stretta il carico dovuto al rinterro (P_{ST}) viene valutato secondo la seguente espressione:

$$P_{ST} = \Upsilon_t \cdot H \cdot D$$

dove:

Υ_t: peso specifico del rinterro (saturo).

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Per cui:

Parametro	**U.d.m.**	PVC DE250 SN8
ϒt	kN/mc	20,00
H (massima)	m	3,80
D	m	0,250
Pst	kN/m	18,98

2) *Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi mobili*

Il calcolo del carico sulla generatrice superiore del tubo generato da un carico mobile agente in superficie viene calcolato tramite la seguente espressione:

$$P_{din} = p_v \cdot D \cdot \varphi$$

dove:

p_v: pressione verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuta ai sovraccarichi mobili concentrati (N/mq). E' ricavabile da grafici forniti dalla norma DIN 1072 in funzione dell'altezza H e del carico per ruota (P) definito in base alle classi di carico HT (autocarro pesante) ed LT (autocarro leggero o ferroviario). Nel caso in oggetto si valuta il carico dovuto al transito di un convoglio HT60 a cui si attribuisce un carico per ruota di 100kN;

φ: coefficiente di incremento. Nel caso di traffico stradale e autostradale è dato da:

$\varphi = 1 + \frac{0,3}{H}$.

Risulta:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
pv	t/mq	2,20	1,30
ϕ	(-)	1,14	1,08
Pdin	kN/m	2,70	3,44

3) *Calcolo del carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta dentro il tubo*

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuta alla massa dell'acqua contenuta nel tubo (Pa) è funzione del diametro interno (Di). Il tubo si considera riempito completamente nel caso della

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

tubazione in pressione e per tre quarti nel caso della tubazione a gravità. Nel secondo caso si calcola con la formula:

$$P_a = 5788 {D_i}^2$$

Per cui si ha:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
Di	m	0,0900	0,2354
Pa	kN/m	0,06	0,32

4) *Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna*

A titolo cautelativo, la superficie della falda viene assunta coincidente con la quota di piano campagna. Per cui la tubazione sarà soggetta ad una pressione idrostatica esterna che può essere calcolata attraverso:

$$Q_w = \Upsilon_w \left(H_w + \frac{D}{2}\right) D$$

dove

Υ_w: peso specifico dell'acqua pari a 10000 N/mc;

H_w: altezza della superficie libera della falda sulla sommità della canalizzazione.

Per cui:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
Hw	m	2,19	3,80
Qw	kN/m	2,47	9,80

Verifiche per tubazioni flessibili

1) *Verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine*

L'inflessione diametrale assoluta del tubo in senso verticale con il 95% della probabilità, è fornita dalla seguente formula:

$$\Delta y = \frac{(D_e \cdot P_{st} + P_{din}) \cdot K_x}{8 \cdot RG + 0{,}061 \cdot K_a \cdot E_s} + \Delta a$$

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

dove:

D_e: fattore di ritardo d'inflessione che tiene conto che il terreno continua a costiparsi nel tempo. Per grado di costipamento da moderato a elevato è pari a 2,0;

K_x: coefficiente d'inflessione che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco inferiore d'appoggio del tubo. Per fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (densità proctor ≥ 95%) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità proctor ≥ 70%) è pari a 0,083;

RG: indice di rigidezza $= \frac{E_t \cdot I}{D^3}$;

I: momento d'inerzia del tubo $I = \frac{s^3}{12}$;

E_t riferito al modulo di elasticità a lungo termine del materiale costituente la tubazione);

K_a e Δ_a: parametri che consentono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statistica dell'inflessione). Per H ≤ 4,9 m risultano K_a = 0,75 e Δ_a = 0.

Risulta:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
De	(-)	2,0	2,0
Kx	(-)	0,083	0,083
RG	N/cmq	1,88	0,34
Ka	(-)	0,75	0,75
Δa	(-)	0,00	0,00
Δy	cm	0,13	0,52

Nota la deformazione assoluta (Δy), si calcola la deformazione relativa come rapporto tra Δy ed il diametro esterno (D). La verifica è soddisfatta se il parametro Δy/D non supera il 5% del diametro iniziale della condotta:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
Δy/D	%	1,19	2,09
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

2) *Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)*

In una tubazione interrata, la pressione che determina instabilità elastica ("pressione di buckling") dipende, non solamente dall'indice di rigidezza della tubazione (RG), ma anche dal modulo elastico del suolo che circonda la tubazione (Es) in quanto il sistema terreno-tubazione si comporta come un'unica entità. L'espressione di stima della pressione ammissibile di buckling (N/cmq) è:

$$q_a = (\frac{1}{FS}) \cdot (32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E_s \cdot \frac{E_t \cdot I}{D^3})^{\frac{1}{2}}$$

dove:

FS: fattore di progettazione, pari a 2,5;

R_w: fattore di spinta idrostatica della falda eventualmente presente con:

$R_w = 1 - 0{,}33\frac{H_w}{H}$ con $0 \leq H_w \leq H$;

H_w: altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione;

B': coefficiente empirico di supporto elastico

$B' = \frac{1}{1+4 \cdot e^{-0{,}213H}}$;

RG: indice di rigidezza $= \frac{E_t \cdot I}{D^3}$;

I: momento d'inerzia del tubo $I = \frac{s^3}{12}$.

Per cui:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
FS	(-)	2,5	2,5
Rw	(-)	0,67	0,67
B'	(-)	0,28	0,36
qa	N/cmq	43,60	23,01

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile di buckling (q_a) con la risultante della pressione dovuta ai carichi esterni applicati in presenza di sovraccarichi mobili (p_e):

$$p_e = \Upsilon_w \cdot H_w + \frac{R_w \cdot P_{st}}{D} + \frac{P_{din}}{D}$$

Deve risultare pe ≤ qa.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Parametro	U.d.m.	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
pe	N/cmq	7,58	10,26
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

3) *Verifica della sollecitazione massima di flessione*

La sollecitazione massima di flessione che risulta dall'inflessione del tubo, nel caso di tubazioni funzionanti a superficie libera, non deve eccedere la resistenza a flessione a lungo termine del prodotto, ridotta di un fattore di sicurezza:

$$б = D_f \cdot E_t \cdot \frac{\Delta y}{D} \cdot \frac{s}{D} \leq \frac{б_{lim}}{\mu}$$

dove:

б: tensione dovuta alla deflessione diametrale;

RG: indice di rigidezza $= \frac{E_t \cdot I}{D^3}$;

Df: fattore di forma funzione dell'indice di rigidezza (RG) della tubazione e delle caratteristiche geotecniche del rinterro (composizione granulometrica e grado di costipamento);

E_t a lungo t: modulo di elasticità a lungo t del materiale costituente la tubazione;

$б_{lim}$: tensione limite ultima;

μ: coefficiente di sicurezza, fissato di norma in 1,5.

Si ha:

Parametro	U.d.m.	PVC DE250 SN8
Df	(-)	6,00
б	N/cmq	548,34
бlim	N/cmq	1250
μ	(-)	1,50
бlim/μ	N/cmq	833,33
Esito della verifica	(-)	POSITIVO

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

Nel caso, invece, di tubazioni in pressione, la verifica consiste nell'accertare che la sollecitazione massima risultante dagli effetti combinati della pressione interna e dell'inflessione diametrale non ecceda la resistenza a flessione a lungo termine del manufatto ridotta di un fattore di sicurezza:

$$\text{б} = \frac{P_w D}{2s} + \mathrm{D_f} \cdot \mathrm{E_t} \cdot \frac{\Delta \mathrm{y}}{\mathrm{D}} \cdot \frac{s}{\mathrm{D}} \leq \frac{\text{б}_{\mathrm{lim}}}{\mu}$$

dove:

Pw: pressione massima interna.

Si ha:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16
Pw	N/mq	1600000
Df	(-)	4,50
б	N/cmq	989,64
бlim	N/cmq	2000
μ	(-)	1,50
бlim/μ	N/cmq	1333,33
Esito della verifica	(-)	POSITIVO

Verifiche per altezze di ricoprimento minime

Si riportano in seguito i risultati corrispondenti all'altezza di ricoprimento minima:

Parametro	**U.d.m.**	PEAD DE110 PN16	PVC DE250 SN8
Parametri di progetto:			
D	m	0,110	0,2500
B	m	0,500	0,750
H (minima)	m	0,71	1,28
Tipo di trincea	(-)	LARGA	LARGA
Ce	(-)	6,45	5,11
ϒt	kN/mc	20,00	20,00
Pst	kN/m	1,56	6,39
Calcolo dei carichi			
1) Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi mobili:			

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

pv	t/mq	7,80	3,50
φ	(-)	1,42	1,23
Pdin	kN/m	11,97	10,60
2) Calcolo del carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta dentro il tubo:			
Di	m	0,0900	0,2354
Pa	kN/m	0,060	0,32
3) Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna:			
Hw	m	0,71	1,28
Qw	kN/m	0,84	3,51
Verifiche per tubazioni flessibili			
1) Verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine			
De	(-)	2,0	2,0
Kx	(-)	0,083	0,083
RG	N/cmq	1,88	0,34
Ka	(-)	0,75	0,75
Δa	(-)	0,00	0,00
Δy	cm	0,16	0,29
Δy/D	%	1,46	1,18
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO
2) Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)			
FS	(-)	2,5	2,5
Rw	(-)	0,67	0,67
B'	(-)	0,23	0,25
qa	N/cmq	38,76	19,08
pe	N/cmq	12,54	7,23
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO
3) Verifica della sollecitazione massima di flessione			
Pw	N/mq	1600000	(-)
Df	(-)	4,50	6,00
б	N/cmq	1014,16	309,57

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072

бlim	N/cmq	2000	1250
μ	(-)	1,50	1,50
Бlim/μ	N/cmq	1333,33	833,33
Esito della verifica	(-)	POSITIVO	POSITIVO

Si conclude che le verifiche statiche eseguite per le tubazioni scelte in progetto hanno avuto esito positivo.

SAGLIETTO ENGINEERING S.r.l.
Corso Giolitti, 36 - 12100 CUNEO (CN)
tel. +39 0171.698381 - fax +39 0171.600599
sagliettoengineering@pec.it - sagliettoengineering@gmail.com

PRODOTTO CONFORME AI REQUISITI ISO 9001:2018, ISO 14001:2018 E ISO 45001:2018 VALUTATI DA BUREAU VERITAS ITALIA S.P.A. E COPERTO DAI CERTIFICATI N° IT283856, N° IT250310/UK-1 E IT300072