COMUNI RIUNITI BELFORTE MONFERRATO s.r.l.

Belforte M.to, Fresonara, Lerma, Bosio, Casaleggio Boiro, Montaldeo, Tagliolo M.to, Mornese
Montegioco, Sardigliano, Villalvernia, Villaromagnano, Casalnoceto, Volpeglino

Provincia di Alessandria

Oggetto: **Potenziamento delle sorgenti e manutenzione straordinaria dell'acquedotto comunale di Bosio, con estensione della condotta per l'approvvigionamento ex-novo dei Comuni di Mornese, Casaleggio Boiro e Montaldeo.**

Committente: Comuni Riuniti Belforte Monferrato S.r.l. (c.f./p.I.V.A.: 02102300064)
Via San Colombano, 3 – 15070 BELFORTE MONFERRATO (AL)

Progetto: Dott. Arch. Angelo Pestarino, Dott. Ing. Piergiorgio Canepa.

RELAZIONE GENERALE
DI PROGETTO DEFINITIVO

ai sensi dell'art. 23 D.Lgs. 18-04-2016 n. 50

C.U.P.: G46 B17 0000 00003

CONTRATTO A CORPO

Importo esecuzione opere	€	978.921,34
Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	€	9.062,13
Importo totale delle opere	€	987.983,47

Il responsabile del procedimento

(Calderone Dott. Jari)

.....

I progettisti

(Pestarino Arch. Angelo)

(Canepa Ing. Piergiorgio)

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO DEFINITIVO

1. Pd.rg(1).16UD9: relazione generale;
2. Pd.eg(1).16UD9: elaborati grafici;
3. Pd.ep(1).16UD9: elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
4. Pd.cmqe(1).16UD9: computo metrico estimativo, quadro economico e cronoprogramma dei lavori;
5. Pd.cs(1).16UD9: capitolato speciale d'appalto.

Tiglieto, 18-01-2021

Sommario

1 - Premessa. 3
2 - Stato attuale e motivazioni del progetto. 3
2.1 - Obiettivi principali del progetto. 4
2.2 - Obiettivi secondari del progetto. 4
2.3 - Quadro sinottico dell'intervento. 5
3 - Rilievi eseguiti e base cartografica di riferimento territoriale. 6
4 - Descrizione sommaria delle opere. 10
4.1 - Dimensionamento e verifica idraulica dell'acquedotto. 11
4.2 - Manutenzione condotta attualmente in esercizio (lotto funzionale 1). 11
4.3 - Nuova condotta di adduzione per vasca di Bric Grosso (lotto funzionale 2). 12
4.4 - Ipotesi di potenziamento delle sorgenti con pompaggio dal Rio del Mulino. 13
4.5 - Impianto idroelettrico (micro-idraulica). 13
5 - Aspetti economici dell'intervento. 16
5.1 - Quadro economico dell'intervento. 16
5.2 - Lotti funzionali per la realizzazione delle opere. 16
5.3 - Sostenibilità economica e finanziaria dell'intervento. 16
6 Quadro economico dell'intervento 18
7 Mappa della rete per la verifica idraulica delle condotte 19
8 Profili altimetrici delle condotte (Friscellana-, -Turbina, -Bosio) 20
9 Tabelle delle verifiche idrauliche (Friscellana-, -Turbina, -Bosio) 21
10 Tabella delle verifiche idrauliche e profili altimetrici (Turbina-Bric Grosso) 23

1 - Premessa.

Gli scriventi Dott. Arch. Angelo Pestarino e Dott. Ing. Piergiorgio Canepa sono stati incaricati dalla *Comuni Riuniti Belforte Monferrato s.r.l.* di redigere il presente progetto definitivo delle opere di manutenzione ed estensione dell'attuale acquedotto di Bosio, alimentato da sorgenti di montagna di notevole portata ed elevata qualità, al fine di migliorare l'attuale impianto ed aumentare anche l'approvvigionamento della vasca di Bric Grosso, a servizio di altri centri abitati situati nei dintorni di Mornese, nel territorio appenninico dell'Alto Monferrato alessandrino.

2 - Stato attuale e motivazioni del progetto.

Il presente progetto nasce dalla considerazione dell'attuale cospicua disponibilità esistente presso le numerose sorgenti situate in **località Friscellana** del Comune di Bosio, 4 km a S-SO della cima del Monte Tobbio; esse fanno parte di un acquifero localizzato entro importanti paleofrane volumetricamente molto estese e profonde, appartenenti alle pendici settentrionali della Costa Lavezzara (un'elevata, piatta ed affilata cresta este-sa in direzione SO-NE, per quasi 2 km oltre i 1000 m di quota) le quali producono notevoli accumuli idrici a temperatura pressoché costante, tendenzialmente bassa, poco sensibili alla variabilità annuale del clima e degli afflussi meteorici. L'acqua disponibile risulta di ottima qualità essendo contenuta e filtrata in terreni di derivazione lherzolitica, con assenza quasi totale di calcio e dunque durezza quasi nulla; tali sorgenti sono raccolte in un'opera di presa (cabina di partenza in cemento armato, cfr. foto 1) da cui parte l'attuale acquedotto comunale di Bosio.

Le sorgenti di loc. Friscellana generano una portata quasi costante per tutto l'anno generalmente superiore a 10 l/s; questa, pertanto, viene assunta quale **portata massima di progetto**, **Q_p=10 l/s=600 l/min**, che genera la seguente portata annua:

$$Q_{anno} = 10{,}0\ [l/s] \times 86.400\ [s/g] \times 365\ [g/anno] / 1000\ [l/m^3] \sim 315.000\ [m^3/anno]$$

La *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.*, attuale gestore dell'acquedotto di Bosio, intende utilizzare tale disponibilità idrica ai fini potabili per alimentare, oltre al Comune stesso, anche la grande vasca esistente di loc. Bric Grosso nel Comune di Mornese, fino a poco tempo fa gestita dal *Consorzio di Madonna della Rocchetta* (sciolto nel 2019) e ora sostituito da *Gestione Acqua S.p.A.* di Novi Ligure, la quale acconsente a ricevere tale portata.

La vasca di Bric Grosso (Capacità=1.600 m^3) è attualmente alimentata da una stazione di sollevamento elettrica sul torrente Gorzente, che riceve pure le acque del torrente Piota attraverso la galleria del Mondovile (lunga quasi due km, di proprietà dell'Acque-dotto de Ferrari Galliera). Nel 2017 tale vasca ha erogato circa 667.000 m^3 d'acqua sul territorio dei Comuni di Mornese, Montaldeo, Parodi Ligure, San Cristoforo e Castelletto d'Orba, con popolazione residente di 4555 abitanti, comportando una dotazione idrica pro capite pari a V_1=145 m^3/ab·anno e una portata media annua di 21,1 l/s, che ha prodotto una spesa energetica di pompaggio di circa 121.000 € (0,1814 €/l).

La vasca del Comune di Bosio in loc. Maggiarotonda (Capacità=200 m^3) ha erogato mediamente, fra il 2016 e il 2019, per i suoi 1180 abitanti circa 79.200 m^3 di acqua potabile (dotazione idrica pro capite – fatturata alle utenze – V_2= 67 m^3/ab·anno e portata media di 2,5 l/s), con spesa energetica nulla, a fronte di una produzione quadrupla delle sorgenti. La differenza di dotazioni idriche pro capite fornite dalle due vasche: $V_1 - V_2 = 145 - 67 = 78$ m^3/ab·anno, l'una oltre il doppio dell'altra, non appare giustificabile vista l'omogeneità territoriale, demografica, infrastrutturale e produttiva di quasi tutti i Comuni considerati (tranne Castelletto d'Orba, fornito di piscine comunali e zona industriale). Tale differenza è imputabile prevalentemente al ben noto problema delle **perdite delle condotte** dei vari acquedotti, che si stimano all'incirca di **300.000** m^3/anno per entrambi gli acquedotti in partenza dalle vasche di Maggiarotonda e Bric Grosso (~10 l/s).

La *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.* rifornisce attualmente i Comuni di Mornese e Montaldeo approvvigionandosi dalla vasca del Bric Grosso e pagando pertanto un corrispettivo alla *Gestione Acqua S.p.A.*

2.1 - Obiettivi principali del progetto.

- azzerare le perdite dell'attuale acquedotto di Bosio, dovute sia a vetustà della condotta, sia ad eccessiva portata delle sorgenti (acqua persa al troppopieno della vasca di loc. Maggiarotonda), recuperando per altri Comuni la portata persa;
- azzerare gli oneri di acquisto dell'acqua per i Comuni di Mornese e Montaldeo (circa 52.000 €/anno, corrisposti dalla *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.* alla *Gestione Acqua S.p.A.* secondo le note tariffe ATO suddivise in scaglioni di consumo);
- produrre energia idroelettrica, contribuendo alla riduzione delle emissioni di CO_2 conformemente alle politiche di sostenibilità ambientale, attraverso l'installazione di una turbina idroelettrica sulla condotta di adduzione al Bric Grosso, ideale per dissipare la notevole energia dell'acqua producendo energia elettrica piuttosto che ricorrere a dissipazioni meccaniche (riduttori di pressione) sempre assoggettati a problematiche di funzionamento e costi di manutenzione, e traendo perciò un utile di circa 20.000 €/anno, inteso come risparmio sulla bolletta energetica;
- aumentare la disponibilità idrica per consentire alla *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.* una dotazione di emergenza anche per il Comune di Casaleggio Boiro, normalmente autosufficiente con acquedotto autonomo, ma che in caso di siccità ha già manifestato in passato problemi di approvvigionamento.

2.2 - Obiettivi secondari del progetto.

- alimentare la vasca di Bric Grosso, almeno parzialmente, con il notevole esubero proveniente dalle sorgenti di Loc. Friscellana, e quindi migliorare la qualità dell'acqua (normalmente pompata dal T. Gorzente) riducendo così i costi di potabilizzazione;
- ridurre i costi di pompaggio per l'alimentazione della vasca di Bric Grosso, rendendo così disponibili risorse per una sistematica manutenzione delle reti di distribuzione che conduca all'azzeramento delle ingenti perdite presenti in tutti i vari Comuni serviti (Bosio, Mornese, Montaldeo, San Cristoforo, Parodi Ligure e Castelletto d'Orba).

2.3 - Quadro sinottico dell'intervento.

PROGETTO NUOVO ACQUEDOTTO IN PARTENZA DALLE SORGENTI DI BOSIO SINO ALLE VASCHE DELLA MAGGIAROTONDA (BOSIO) E DEL BRIC GROSSO (MORNESE)

	Comune	popolazione 2016÷2019 ab	ATTUALE: Volume (consumi) fatturati A [m³]	erogati B [m³]	rapp. % B/A	fabbisogno pro capite da fattura [m³/ab]	da erogaz. [m³/ab]	portata massima sorgente [l/s]	pompata [l/s]		PROGETTO: fabbisogno pro capite totale m³/ab	sorgente m³/ab	pompato m³/ab	% s/p	Volume annuo m³	portata massima sorgente l/s	pompata l/s	
COMUNI RIUNITI s.r.l.	Bosio	1180	79025			**67,0**		2,51			**75,0**	75,0	0,0	100%	88500	2,81		
	Casaleggio Boiro (*)	374	10529			**28,1**			0,33		**30,0**	30,0	0,0	100%	11228	1,20	-0,84	
	Mornese	725	52355	85254	163%	**72,2**	117,6		1,66		**75,0**	52,2	22,8	70%	54375	1,20	0,53	
	Montaldeo	252	26133	28921	111%	**103,8**	114,9		0,83		**105,0**	105,0	0,0	100%	26434	1,20	-0,36	
	Parodi Ligure	657		84795			129,2		2,69		**75,0**	57,6	17,4	77%	49238	1,20	0,36	
	San Cristoforo	585		82028			140,3		2,60		**75,0**	64,7	10,3	86%	43856	1,20	0,19	
	Castelletto d'Orba	1962		375567			191,4		11,91		**190,0**	19,3	170,7	10%	372780	1,20	10,62	
	somme:	5734		*656565*											*646410*			
										riporti								*riporti*
impianti esistenti	acquedotto sorgenti di Bosio:							**2,51**		2,51						**10,00**		10,00
	acquedotto vasca Bricco Grosso:								**20,02**	20,02							**10,50**	10,50
							totali:			**22,53**								**20,50**
ENERGIA ELETTRICA								prodotta:	0 kWh							prodotta:	81.175 kWh	
								consumata:	487.616 kWh							consumata:	255.652 kWh	
								acquistata:	**487.616 kWh**							**acquistata:**	**174.477 kWh**	
								spesa:	121.000,00 €							spesa:	43.295,78 €	

Comuni serviti dalla vasca Bric Grosso

(*) il consumo indicato per Casaleggio Boiro è relativo esclusivamente a approvvigionamento di emergenza nel periodo estivo; il comune, infatti, ha un acquedotto autonomo, ma in casi di siccità prolungata potrebbe avere bisogno di una portata di emergenza (si considera 1/3 del fabbisogno annuo).

N.B.: **la portata complessiva degli acquedotti cala** da 22,53 l/s a 20,50 l/s (-2,03 l/s, -9%), non perché si riducano i fabbisogni pro capite - che anzi vengono aumentati - ma **perché si annullano le ingenti perdite della rete**.
la riduzione della portata pompata nella vasca di Bric Grosso, da 20,02 l/s a 10,50 l/s, comporta un dimezzamento della spesa energetica di pompaggio con un risparmio di circa 60.000 €/anno per la Gestione Acqua S.p.A.;
la produzione idroelettrica della nuova turbina da installare sulla condotta della Comuni Riuniti B.M. s.r.l. comporta inoltre un abbattimento della bolletta energetica di circa 20.000 €/anno [1 kWh=0,248 €].

3 - Rilievi eseguiti e base cartografica di riferimento territoriale.

L'intervento delineato nel presente progetto definitivo, originato nel 2016 dall'intuizione e dall'esperienza dei Sindaci dei Comuni di Bosio e di Belforte Monferrato, è basato su sopralluoghi e rilievi topografici/GPS dello stato attuale, restituiti sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (raster, edizione 2017), cioè l'allestimento cartografico derivato dalla BDTRE (Banca Dati Territoriale di Riferimento degli Enti), disponibile liberamente su www.geoportale.piemonte.it, georeferenziata su datum WGS84, sistema UTM, fuso 32N. Le quote dei punti notevoli dell'acquedotto (quota sorgenti, massimi in corrispondenza di selle e valichi e minimi su guadi, attraversamenti, ecc.) sono state misurate con GPS con precisione decimetrica, e verificati con le altimetrie desumibili dalla suddetta base cartografica.

Tutti i 14 km di tracciato sono stati perlustrati a piedi e rilevati, con precisione metrica su distanze orizzontali, mediante applicazione GPS per smartphone (OruxMaps v. 7.3.4), la quale ha restituito il cammino percorso su tracce vettoriali sovrapponibili sia alla base cartografica suddetta in ambiente AutoCAD (mediante il software CivilDesign v. 11.0, prodotto dalla Digicorp Ingegneria s.r.l. di Udine) sia alla base geografica tridimensionale di Google Earth Pro (v. 7.3.2.5776). In tal modo è stato possibile rilevare – con sufficiente precisione – le opere d'arte presenti sul territorio (guadi, vasche di accumulo, edifici, punti di riferimento), non cartografate sulle basi catastali o di CTR completando così il quadro di riferimento per il progetto della nuova condotta.

A metà dicembre 2016 il sottoscritto, il Sindaco del Comune di Bosio Sig. Stefano Persano e il Sig. Rodolfo Seles, "memoria storica" dell'acquedotto di Bosio avendo lavorato alla sua realizzazione, hanno misurato le portate disponibili alle sorgenti in loc. Friscellana e alla vasca di loc. Maggiarotonda; considerando le non facili modalità operative in rapporto alle ingentissime portate d'acqua defluenti, sono emersi i seguenti dati, assimilabili a quelli di massima portata ipotizzabile per le sorgenti:

portata delle sorgenti di loc. Friscellana:	13,30 l/s	[~800 l/min]
portata in arrivo alla vasca di Bosio:	8,00 l/s	[~480 l/min]
portate perse (alla partenza e dalla condotta):	5,30 l/s	[~320 l/min]

In altri periodi dell'anno particolarmente siccitosi, la portata minima rilevata alle sorgenti è risultata non inferiore a ~500 l/min (8,3 l/s); considerando tuttavia l'apporto di ulteriori sorgenti facilmente captabili in loc. Friscellana e la manutenzione di quelle tuttora in esercizio (in particolare uno scarico di troppopieno alle sorgenti Friscellana, che ad agosto 2020 – anno particolarmente siccitoso – liberava una portata di circa 1 l/s prima che questa potesse convogliarsi nella condotta di adduzione alla vaschetta di carico della condotta principale per Bosio) – si prevede che anche in tali periodi critici l'acquedotto garantisca la portata di progetto di 10 l/s=600 l/min.

Nella foto di pagina successiva si osserva la vaschetta di carico dell'acquedotto di Bosio, subito a valle delle sorgenti di loc. Friscellana, e un'immagine satellitare complessiva della zona delle sorgenti attuali.

Foto 1 – La vaschetta di raccolta delle captazioni (cabina di partenza condotta); in essa convergono:

n. 5 tubi PEAD Ø80 mm con portate di 16 l /25" ciascuna	Q_1 =	3,2	l/s (da monte)
n. 1 tubo zincato Ø63 mm con portata di 16 l /4"	Q_2 =	4,0	l/s (sorgenti Friscellana)
n. 1 tubo PEAD Ø90 mm con portata di 16 l /<4"	Q_3 =	4,5	l/s (compluvio Friscellana)
n. 1 tubo PEAD Ø32 mm con portata di 16 l /50"	Q_4 =	1,6	l/s (captazione intermedia)
portata totale rilevata	Q_{tot} =	13,3	l/s

La condotta in partenza dalla vaschetta di carico, composta da tubi in PVC Ø160 con innesti a bicchiere, nei periodi di maggior afflusso idrico dalle sorgenti non riesce a drenare tutta l'acqua captata, che straripa dalla vaschetta stessa producendo un ruscello fuoriuscente dalla porta della cabina di partenza (cfr. foto 3).

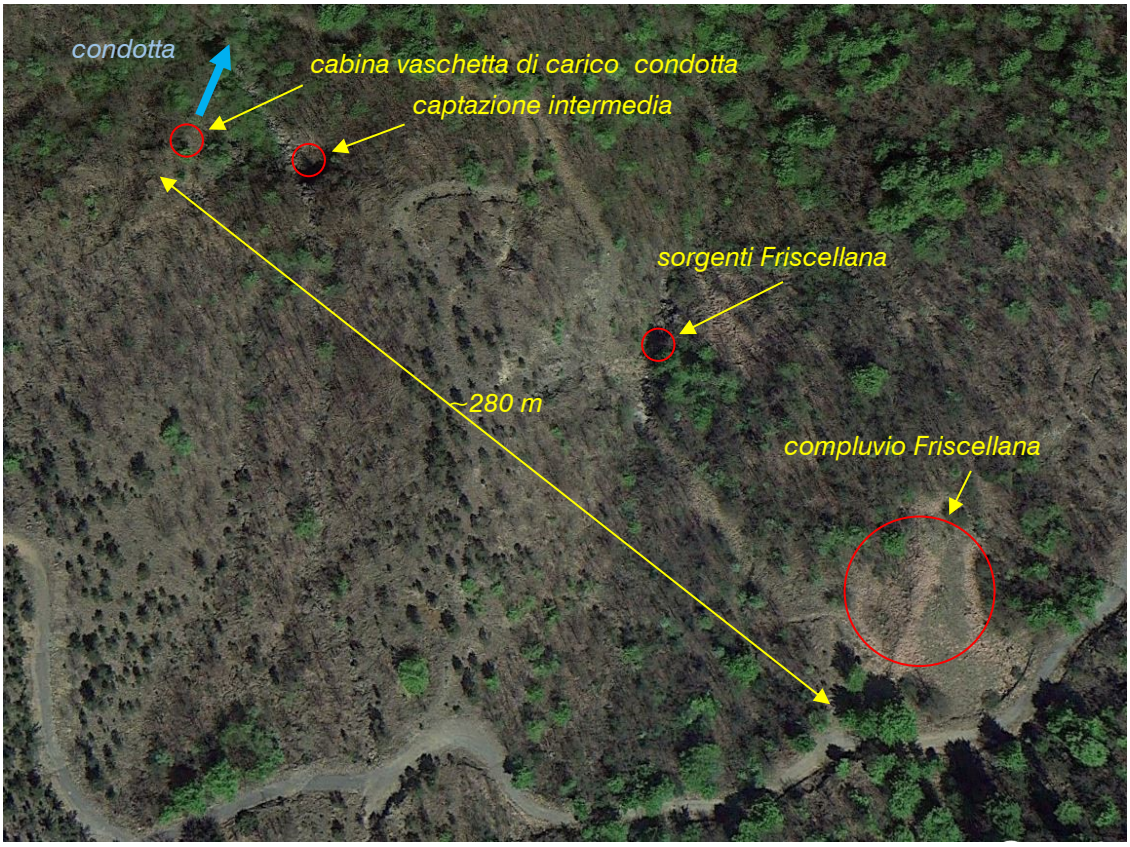


Foto 2 – immagine satellitare della loc. Friscellana, con indicazione delle sorgenti captate e tuttora in esercizio.

Foto 3 – La cabina di partenza della condotta per Bosio, con il ruscello d'acqua fuoriuscente dalla porta a causa dell'eccessiva portata delle sorgenti; si può stimare una portata persa non inferiore a 2÷4 l/s.

La portata persa all'imbocco della cabina di partenza, di cui alla foto sopra, si riscontra solo nelle stagioni di maggior disponibilità idrica; la portata persa dalla condotta, invece, la si registra ovviamente tutto l'anno ed è stata già rilevata in passato non inferiore a 3,3 l/s (200 l/min); facendo una media con quella rilevata a dicembre 2016, si può considerare una **portata persa media annua** pari a **285 l/min (~150.000 m³/anno)**.

Foto 4 – L'arrivo nella vasca di Bosio della condotta proveniente dalle sorgenti in loc. Friscellana. La portata misurata ammonta a 8,0 l/s (dicembre 2016).

Foto 5 – Pozzetto di alimentazione della vasca di Mornese; si noti il degrado degli organi di controllo.

Foto 6 – Pozzetto di alimentazione di Montaldeo a valle della vasca secondaria di loc. Madonna di Pompei; anche in questo caso si noti il degrado degli organi di controllo.

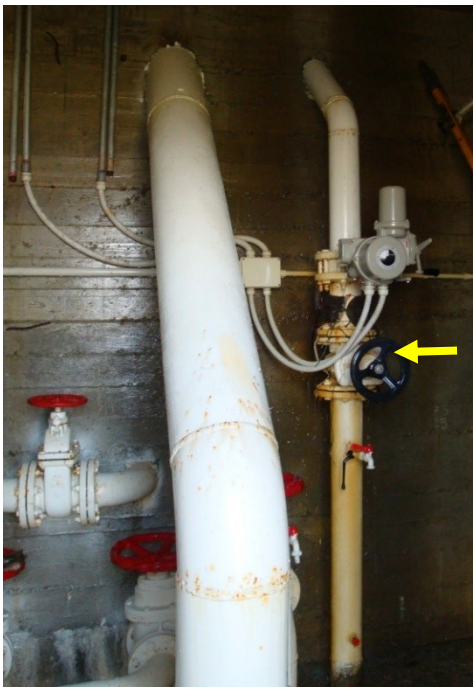
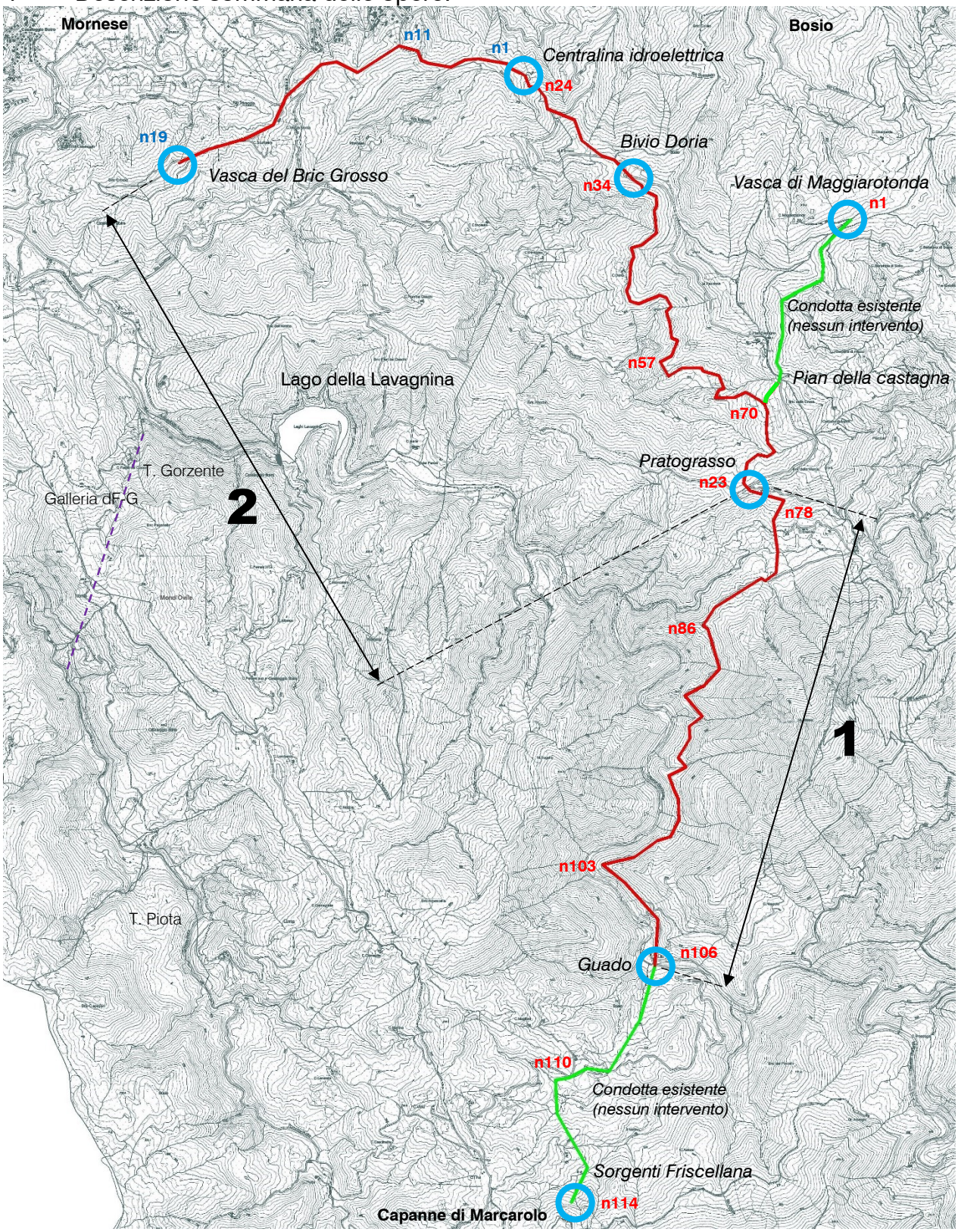


Foto 7 – Vasca di loc. Madonna di Pompei; la freccia indica un rappezzo, del manicotto fra circolatore e saracinesca, che tuttavia non impedisce una grossa perdita della condotta, che allaga la cabina.

N.B.: Le presenti foto documentano la precaria condizione della rete di distribuzione in partenza dalla vasca di Bric Grosso e una parte delle ingenti perdite idriche; il presente progetto, pur non riguardando direttamente la manutenzione di tali impianti, è finalizzato al recupero di notevoli risorse economiche che consentiranno di ripristinare la piena funzionalità degli stessi.

4 - Descrizione sommaria delle opere.



1. manutenzione della condotta attualmente in esercizio (sviluppo ~6,2 km);
2. realizzazione di nuova condotta sino al Bric Grosso (sviluppo ~8,1 km);

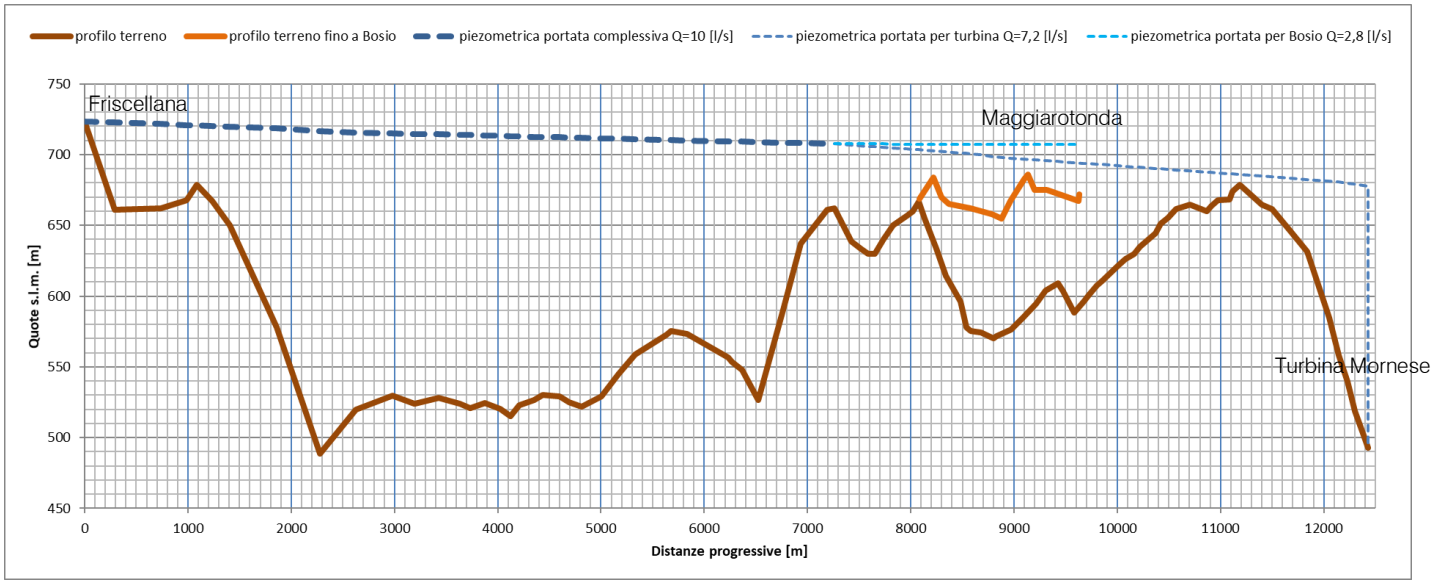
N.B.: la figura rappresenta le condotte modellate con il programma Epanet attraverso due spezzate comprendenti in tutto 133 nodi (**ni**). I nodi **n19, …n11, …n1** rappresentano la tratta Bric Grosso – Turbina; i nodi **n24, …n57, …n70, …n23** rappresentano la nuova tratta Turbina – Pratograsso; i nodi **n1, …n70** rappresentano la tratta senza alcun intervento Maggiarotonda – Pratograsso; i nodi **n23, …n78, …n103, …n106** rappresentano la tratta in manutenzione Pratograsso – Guado Gorzente; i nodi **n106, …n110, …n114** rappresentano la tratta esistente, senza alcun intervento, Guado Gorzente – Friscellana;

4.1 - Dimensionamento e verifica idraulica dell'acquedotto.

Il dimensionamento e la verifica idraulica dell'acquedotto vengono fatti con il programma Epanet (v. 2.00.12.01 rilasciato dall'E.P.A. – *Environmental Protection Agency* – di Cincinnati (OH), U.S.A.). La condotta è stata modellata come una linea spezzata i cui nodi, appartenenti al tracciato reale, sono uniti da segmenti rettilinei; a causa di tale semplificazione, lo sviluppo di tale spezzata è inferiore allo sviluppo reale della condotta per cui, onde evitare una sottovalutazione delle perdite di carico distribuite della condotta, il coefficiente di scabrezza di Hazen-Williams, tipico di ogni materiale, viene opportunamente ridotto (una riduzione del coefficiente corrisponde a un aumento della scabrezza). Un'ulteriore riduzione di tale coefficiente stima le perdite di carico concentrate dovute alla presenza di organi di controllo sulla condotta (valvole, variazioni di sezione, ecc.) ed è attuata – a parità di perdita di carico valutate sulla condotta reale e su quella di modello – imponendo una riduzione del 10% della lunghezza di modello. Si ottengono i seguenti coefficienti di scabrezza di Hazen-Williams:

	Ø mm [mm]	spessore [mm]	L reale	C reale	L modello	L calcolo	C modello	tratta
esistente Fe Ø160×3,3	160	3,3	5	**90**	3,3	2,97	**67,9**	condotta guado Gorzente
esistente PVC	160	6,2	1905	**150**	1853	1667,7	**139,6**	condotte esistenti di altura (bassa pressione)
esistente FE	160	3,3	1059	**90**	1038,8	934,92	**84,2**	condotte esistenti fino guado
nuovo FE 6" - DN150	168,3	4	416	**135**	345	310,5	**115,3**	condotta guado Gorzente
nuovo PEAD	225	30,8	4308	**140**	4139	3725,1	**129,4**	condotta base Monte Tobbio
nuovo PEAD	200	18,2	458	**140**	503	452,7	**139,1**	condotta al Pratograsso
nuovo PEAD PN16	140	12,7	5325	**140**	5167	4650,3	**130,1**	condotta Pratograsso-Mornese
nuovo PEAD PN25	140	19,2	3033	**140**	2951	2655,9	**130,3**	condotta Pratograsso-Mornese
nuovo FE 5" - DN125	139,7	4	4	**135**	3,33	2,997	**115,5**	condotte vasca turbina

Scabrezza di progetto (in rosso) che produce, su una condotta di modello più corta (linea spezzata), la medesima perdita di carico della condotta reale. La lunghezza di modello è ulteriormente ridotta di un 10% per considerare le perdite di carico concentrate.

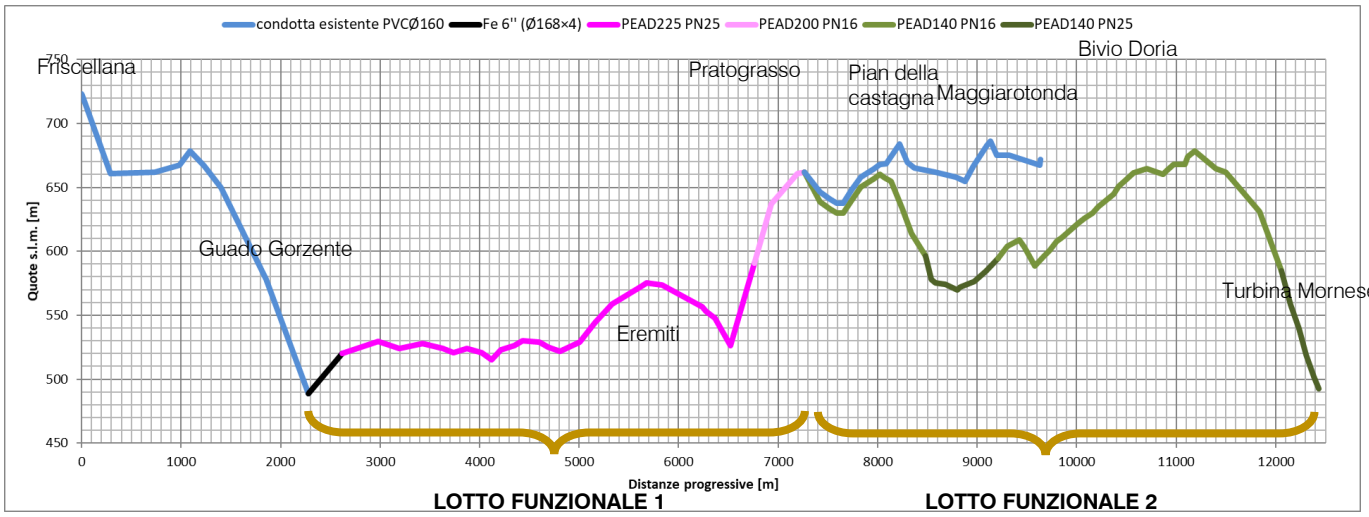


Profilo altimetrico della condotta dalle sorgenti sino alla vasca della Maggiarotonda e alla Turbina di Mornese

4.2 - Manutenzione condotta attualmente in esercizio (lotto funzionale 1).

Le opere di manutenzione riguardano la condotta in esercizio a partire dal guado sul torrente Gorzente in direzione nord, verso Bosio; fino al guado invece, verso sud, la condotta – in tubi di PVC e di acciaio, con sviluppo complessivo pari a 2,3 km – non

presenta particolari problemi e pertanto non vi si prevede alcun intervento. Dal guado parte una lunga tratta di fondovalle, quasi tutta in cunetta stradale, che poco prima del bivio per Voltaggio abbandona la carreggiata (sviluppo ~4,2 km), passa vicino a loc. Eremiti, risale il crinale montuoso verso la sella di loc. Pratograsso (sviluppo ~1,0 km) e da qui si biforca per servire le vasche di accumulo di loc. Maggiatoronda (sviluppo condotta=2,6 km) e del Bric Grosso (cfr. § successivo), senza più interferire con strade asfaltate comunali / provinciali di uso pubblico.

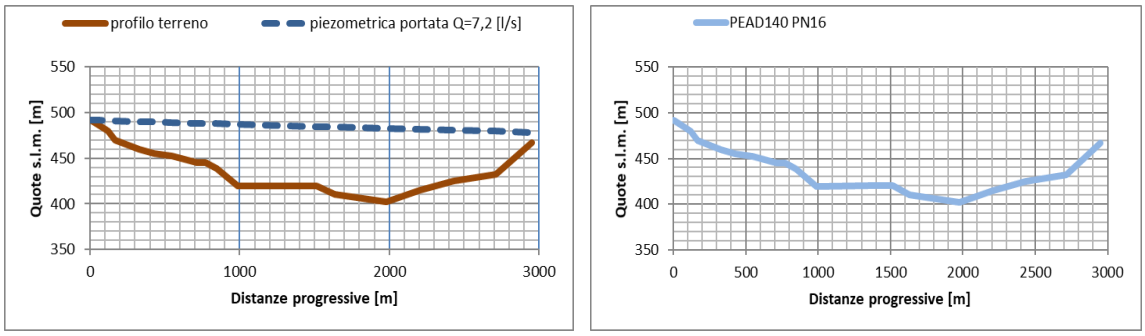


Profilo altimetrico della condotta con specificazione della tipologia di condotte impiegate nei due lotti funzionali.

Il tratto che collega la predetta sella del Pratograsso con la vasca esistente della Maggiarotonda non è interessato da alcun intervento in quanto non presenta problemi di tenuta e pertanto viene mantenuto in esercizio così com'è; lo sviluppo delle condotte di cui alla presente tratta ammonta complessivamente a 10,1 km (dalle sorgenti alla vasca della Maggiarotonda), di cui all'incirca solo la metà assoggettati a manutenzione.

4.3 - Nuova condotta di adduzione per vasca di Bric Grosso (lotto funzionale 2).

È prevista a partire dalla biforcazione della condotta al Pratograsso e andrà ad alimentare ex-novo la vasca esistente di Bric Grosso. Si considera un tracciato che sfrutti passaggi esistenti – strade vicinali/mulattiere a fondo naturale private, riportate su mappe catastali con contorni a linee tratteggiate – senza interferire con la viabilità pubblica asfaltata: non si prevedono pertanto particolari problematiche né di accessibilità per i mezzi d'opera, né di interferenza con il traffico veicolare pubblico.



Profilo altimetrico della parte terminale del lotto funzionale 2, dalla Turbina idroelettrica di Mornese sino alla vasca del Bric Grosso, con la piezometrica (a destra) e la tipologia di condotta (a sinistra).

Al termine del tratto montuoso, verso Mornese e a nord della cima de "il Brisco", la condotta imbocca una ripida discesa e si interrompe in corrispondenza della centralina idroelettrica con un battente idrostatico di circa 232 m; quindi riparte a pressione atmosferica e raggiunge la vasca di Bric Grosso con un battente idrostatico di 26 m.

Lo sviluppo delle condotte, di cui alla presente tratta, ammonta complessivamente a circa 8,2 km.

4.4 - Ipotesi di potenziamento delle sorgenti con pompaggio dal Rio del Mulino.

Considerata l'attuale cospicua portata del corso d'acqua originato dalle numerose sorgenti della località Friscellana (cfr. §2), denominato **Rio del Mulino**, nelle diverse versioni precedenti del presente progetto è stato ipotizzato pure l'utilizzo di tale risorsa idrica. Il presente progetto, tuttavia, prescinde da tale ipotesi per questioni prettamente economiche legate ad indisponibilità finanziaria, ma in questa sede se ne riporta traccia anche per documentare la progettazione già svolta e possibili future direzioni di intervento e sviluppo.

All'altezza della località Mulino nuovo, nei pressi dell'imbocco della galleria dell'ex acquedotto De Ferrari-Galliera, è prevedibile un pozzo per la captazione di una parte dell'acqua disponibile in alveo, da utilizzare solo in caso di emergenza. Tale captazione può essere recapitata nell'attuale opera di presa dell'acquedotto esistente mediante pompa elettrica e attraverso una condotta sviluppata all'incirca su una distanza di 230 m e dislivello di 70 m. Si potrebbe ipotizzare un funzionamento di backup del sistema: il pompaggio avrebbe luogo soltanto in momenti di siccità o periodi predeterminati, in funzione della richiesta.

Le opere necessarie per realizzare il potenziamento delle sorgenti appena descritto, sono formate da:

- una condotta dimensionata per una portata di 2,5 l/s (sviluppata per circa 240 m con tubo in polietilene PE100 Ø75×5,6 mm PN12,5),
- un pozzo in subalveo dotato di pompa multistadio sommersa in acciaio inox collegata elettricamente al vicino fabbricato del Mulino nuovo,
- un cavidotto corrugato (Ø63 mm) completo di cavo per il collegamento elettrico monofase del locale della vasca di carico attuale di loc. Friscellana, dove sarà possibile installare apparecchiature di controllo e automazione impiantistica,
- la manutenzione e sistemazione delle diverse vene idriche esistenti in loc. Friscellana, alcune delle quali collegate tuttora in maniera provvisoria,

raggiungono l'importo di circa 30.000 euro (I.V.A. esclusa), che attualmente non sono disponibili a livello di quadro economico dell'operazione.

4.5 - Impianto idroelettrico (micro-idraulica).

Considerata l'evoluzione tecnologica degli impianti idroelettrici studiati per ricavare energia elettrica da minimi salti/portate disponibili, si può ipotizzare l'installazione di una turbina immediatamente a monte di Mornese, in un sito già servito da una strada interpoderale a fondo naturale. Tale ipotesi impone la presenza di una condotta che

minimizzi le perdite di carico sino alla turbina e quindi massimizzi il salto utile. L'impianto di micro-idraulica farebbe riferimento ai seguenti dati:

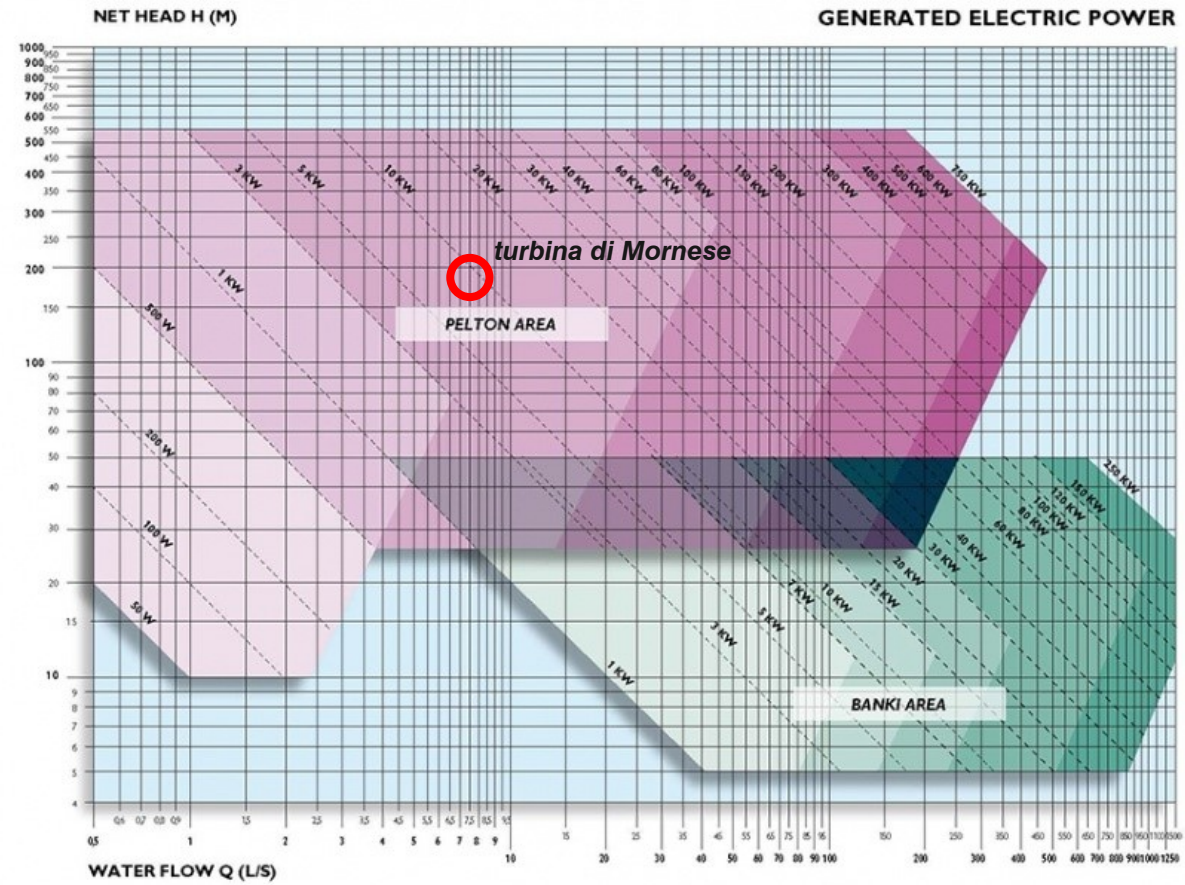
portata: Q= 8,0 l/s

salto: H= 179,0 m

la potenza ricavabile da tali risorse ($P=\eta\times Q\times g\times H$ [m, kg, s]) sarebbe:

$$P_{max}=0{,}71\times 8{,}0\ [kg]\times 9{,}81\ [m/s^2]\times 179\ [m]\div 1000\ [W/kW]=\ 10{,}0\ kW$$

che rappresenta il dimensionamento per la massima portata ipotizzabile sulla turbina. Tale potenza, unita alla pressione disponibile nella condotta, consente di individuare tipologia e dimensionamento della turbina da impiegare nell'impianto micro-idroelettrico in progetto; il cerchietto rosso sul grafico sopra riportato, corrispondente alle caratteristiche del sito in progetto, indica che la turbina adatta allo scopo è di tipo Pelton. Nel paragrafo inerente agli aspetti economici si faranno alcune considerazioni in merito.



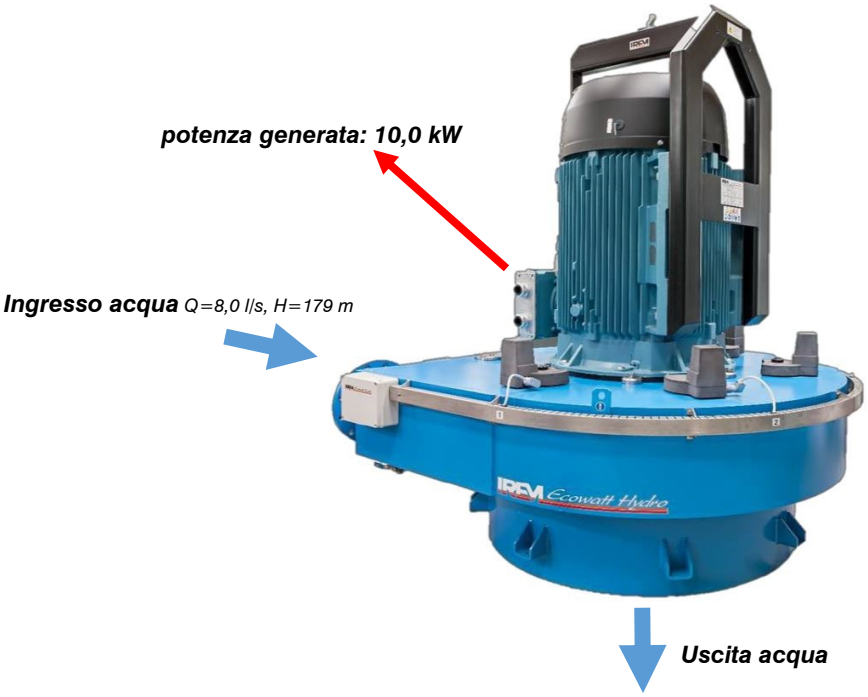
Campo applicabilità di impianti idroelettrici in funzione delle caratteristiche disponibili (portata e salto) da www.irem.it – IREM S.p.A. di Borgone di Susa (TO).

Per il calcolo dell'energia annua ricavabile dall'impianto conviene invece fare riferimento alla portata di regime, ovvero 7,2 l/s su 185 m di salto; in tal caso la potenza scende a 9,2 kW e l'energia prodotta (24 h/giorno su 365 gg/anno):

$$E=12{,}3\ [kW]\times 24\ [h]\times 365\ [gg/anno]\div 1000\ [kW/MW]=\ 81{,}3\ MWh/anno.$$

che corrispondono ad una quantità di CO_2 risparmiata pari a circa 27 t/anno (329 g_{CO2}/kWh nel 2014) ed a una somma di circa 20.000 €/anno (prezzo dell'energia=248 €/MWh, IVA esclusa) intesa come risparmio sulla bolletta energetica della *Comuni Riuniti*

B.M. s.r.l. piuttosto che come ricavo della vendita dell'energia sul mercato, essendo quest'anno (2020) il prezzo minimo garantito pari a 156,8 €/MWh, ovvero 12.748 €/anno.



Una turbina adatta all'installazione in progetto (cfr. computo metrico estimativo);
si tratta di una macchina compatta, avente un diametro massimo di 1,2 m ed un'altezza di 1,1 m.

5 - Aspetti economici dell'intervento.

5.1 - Quadro economico dell'intervento.

Il computo metrico estimativo è realizzato sulla base del prezzario delle opere edili della Regione Piemonte, edizione 2020, da cui si ricavano le seguenti voci di costo:

1. IMPORTO LAVORI .....€ 987.983,47 → **€ 987.983,47**
2. Somme a disposizione (I.V.A. esclusa): .....€ 82.092,53 → **€ 82.092,53**
3. Totale parziale .....€ 1.070.076,00
4. I.V.A. 10% su opere: ..... € 98.798,35
5. I.V.A. 22% su spese tecniche: ..... € 9.401,26
6. IMPORTO COMPLESSIVO INTERVENTO .....€ 1.178.275,60

5.2 - Lotti funzionali per la realizzazione delle opere.

Al fine di gestire in modo più agevole la complessità dell'intervento, appare logico ed evidente scindere le opere in due lotti funzionali (a, b), grossomodo equivalenti:

1a **manutenzione della condotta** attualmente in esercizio a Bosio: .....€ 513.603,04
2a spese tecniche (parte) ed altre somme a disposizione:..... € 41.902,77
3a I.V.A. 10% su opere: ..... € 51.360,30
4a I.V.A. 22% su spese tecniche: ..... € 5.054,06
5a IMPORTO COMPLESSIVO **lotto a** .....€ 611.920,17

1b **realizzazione di nuova condotta** di adduzione a Bricco Grosso: .....€ 474.380,42
2b spese tecniche (parte) ed altre somme a disposizione:..... € 40.189,77
3b I.V.A. 10% su opere: ..... € 47.438,04
4b I.V.A. 22% su spese tecniche: ..... € 4.347,20
5b IMPORTO COMPLESSIVO **lotto b** .....€ 566.355,43

riepilogo:

5a IMPORTO COMPLESSIVO **lotto a** .....€ 611.920,17
5b IMPORTO COMPLESSIVO **lotto b** .....€ 566.355,43
6. IMPORTO COMPLESSIVO INTERVENTO (I.V.A. inclusa) .....€ 1.178.275,60

5.3 - Sostenibilità economica e finanziaria dell'intervento.

Ipotizzando due periodi di ammortamento delle opere di 15 o 20 anni, su un importo finanziato, I.V.A. esclusa, pari a C_{TOT}=570.076,00 €, la rata annuale *A* (posticipata) risulta:

$$A = C_{TOT} \times r \times (1+r)^n \times ((1+r)^n - 1)^{-1}$$

dove *r* è il saggio d'interesse applicato dall'Istituto bancario. Pertanto:

- per un tempo di ammortamento di 20 anni si ottiene:

con r=2% $A_{2\%-20}$ = 34.607,03 €/anno
con r=3% $A_{3\%-20}$ = 37.939,53 €/anno
con r=4% $A_{4\%-20}$ = 41.454,58 €/anno

- per un tempo di ammortamento di 15 anni si ottiene:

con r=2% $A_{2\%-15}$ = 44.021,86 €/anno
con r=3% $A_{3\%-15}$ = 47.242,08 €/anno
con r=4% $A_{4\%-15}$ = 50.601,40 €/anno

Ritornando sulle considerazioni fatte in merito alle perdite idriche di cui al §2, considerando di destinare alla vasca del Bric Grosso tutta la portata del nuovo acquedotto a meno dei fabbisogni dei Comuni gestiti da *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.*, si ottiene:

Portata nuovo acquedotto (cfr. pag. 3): Q_S =	315.000 [m³/anno]
Fabbisogni Comuni (Bosio, Mornese, Montaldeo e Casaleggio Boiro (emergenza)) =	181.000 [m³/anno]
Surplus di portata utilizzabile dalla vasca del Bric Grosso: S =	134.000 [m³/anno]

Tale portata verrebbe ceduta da *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.* a *Gestione Acqua S.p.A.* a fronte di un corrispettivo da definire.

Resterebbe infine, a carico di *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.*, il costo di trattamento di potabilizzazione dell'acqua per Mornese, Montaldeo e Casaleggio Boiro effettuato da *Gestione Acqua S.p.A.* nella vasca di Bric Grosso su un volume d'acqua annuo di 92.500 m³ (ovvero il Fabbisogno Comuni sopra riportato a meno di quello di Bosio, dotato di impianto di potabilizzazione autonomo).

La sostenibilità delle rate di ammortamento del finanziamento appare evidente già solo se si considera l'azzeramento della spesa di acquisto dell'acqua per Mornese e Montaldeo, mediamente pari a pari a 52.000,00 €/anno nel triennio 2017-2019. Tale sostenibilità aumenta ulteriormente se poi si considera il risparmio sulla bolletta energetica reso possibile grazie alla produzione idroelettrica (circa 20.000,00 €/anno) e il corrispettivo di cessione del surplus S di portata del nuovo acquedotto a *Gestione Acqua S.p.A.* (ancorché diminuito del corrispettivo per il suddetto trattamento dell'acqua per Mornese e Montaldeo).

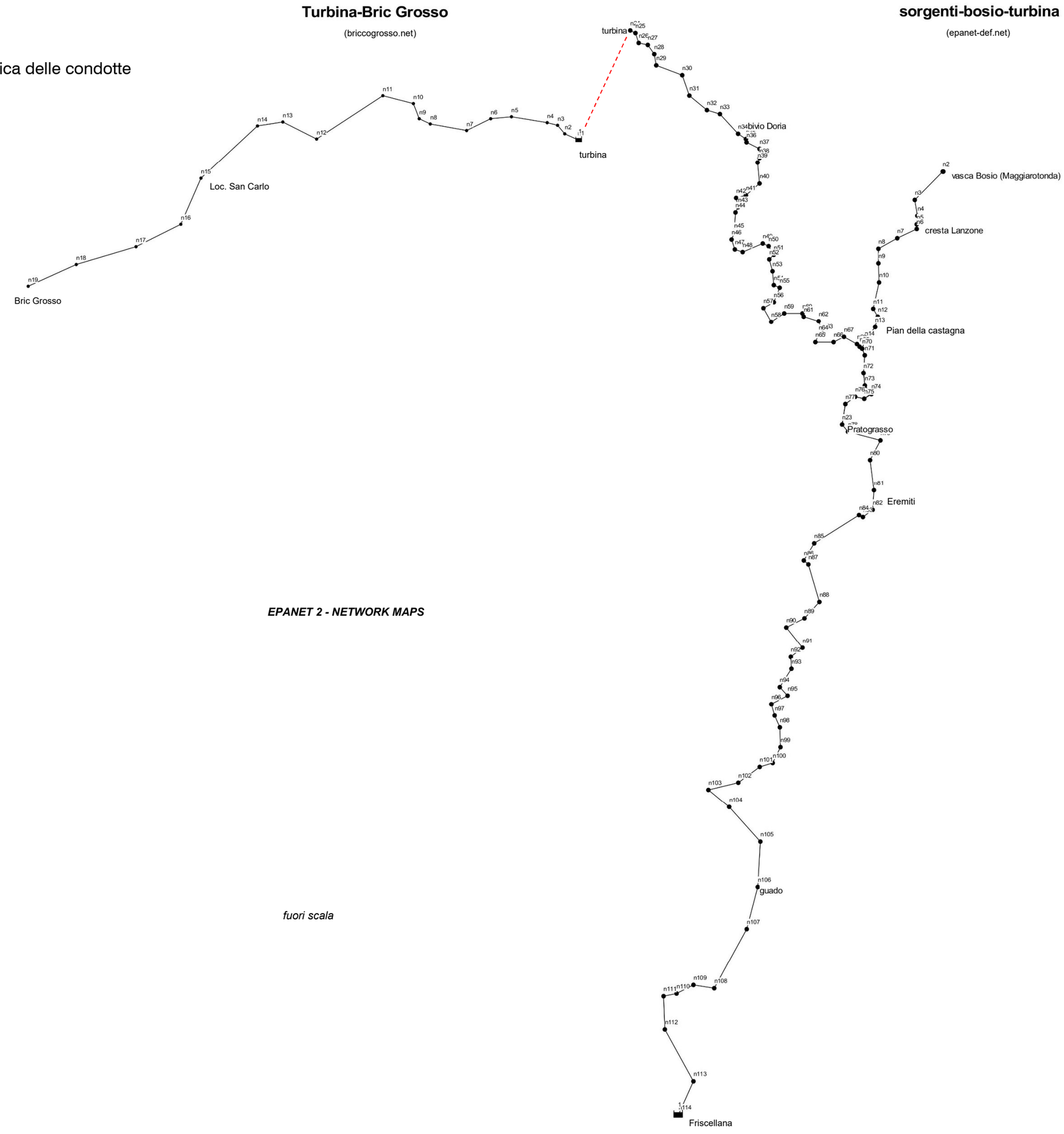
Tale scenario è possibile se si considera il finanziamento a fondo perduto da parte del MIT (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) e del MEF (Ministero dell'Economia e delle Finanze) tramite Accordo di Programma Quadro con la Regione Piemonte e l'EGATO 6 (Ente di governo dell'Ambito Territoriale Ottimale n. 6 "Alessandrino") pari a 500.000 euro a favore di *Comuni Riuniti B.M. s.r.l.*, il quale praticamente dimezza i costi di realizzazione del progetto e consente di contenere in 570.000 € il capitale finanziato da Istituti di credito.

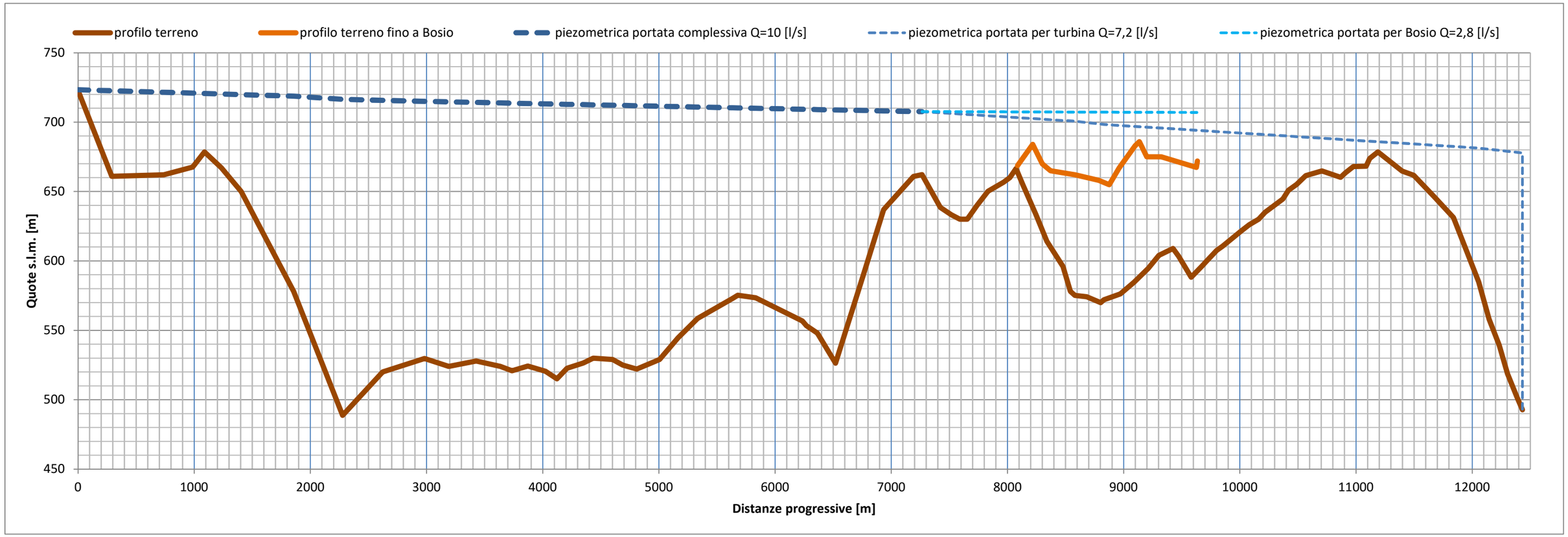
Da quanto sopra esposto emerge la fattibilità dell'intervento in oggetto che, oltre ad azzerare le perdite idriche sulla condotta adduttrice principale, fornirebbe maggiore liquidità per la *Comuni Riuniti B.M. S.p.A.* e quindi renderebbe possibile una sistematica manutenzione di tutte le reti di distribuzione dei Comuni di Bosio, Mornese, Montaldeo e Casaleggio Boiro per la riduzione/eliminazione delle perdite (cfr. foto 5, 6, 7), migliorando ulteriormente la marginalità economica delle gestioni.

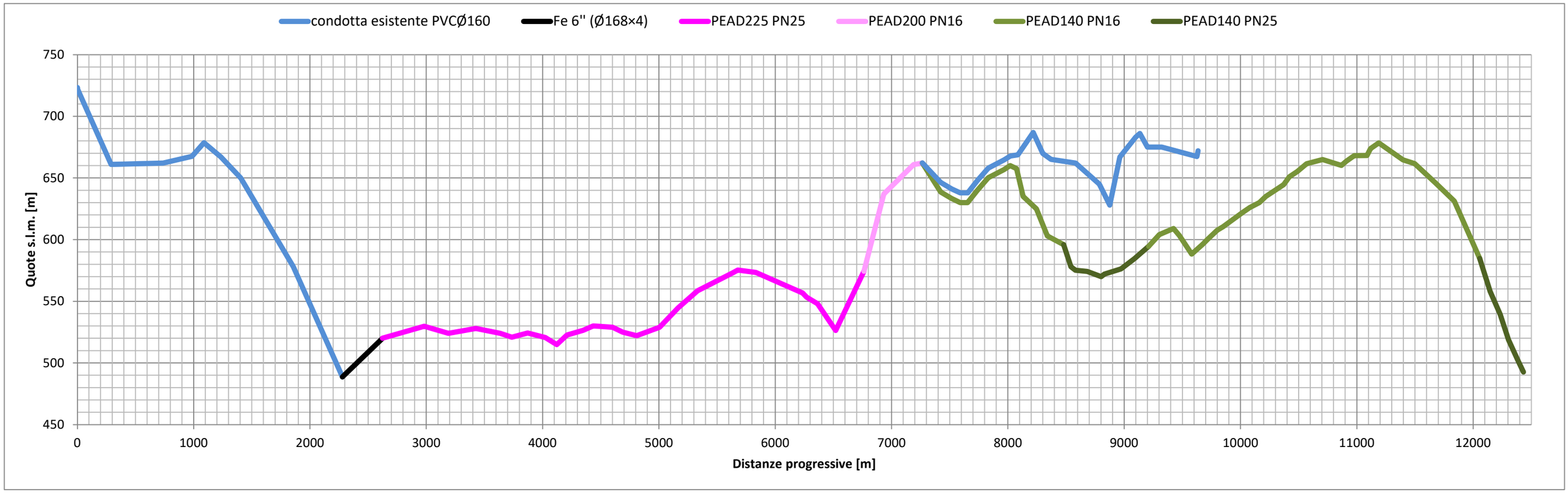
6 Quadro economico dell'intervento

	A - SOMME A BASE D'APPALTO				
1	Importo dei lavori		**987.983,47**		
2	oneri di sicurezza non soggetti a ribasso	9.062,13			
3	Importo totale delle opere assoggettabile a ribasso	978.921,34			
4	servizi e forniture		**0,00**		
5	***Totale somme a base d'appalto***		***987.983,47***	→	987.983,47 €
	B - SOMME A DISPOSIZIONE				
	B.1 - Spese tecniche				
	Indagini				
6	indagini geologiche	3.150,00			
7	analisi di laboratorio	0,00			
8	analisi specialistiche	0,00			
	Progettazione, D.L., Collaudo				
9	rilievi, frazionamenti	0,00			
10	progettazione	34.000,00			
11	direzione lavori e contabilità	0,00			
12	coordinamento sicurezza in fase di progettazione	4.000,00			
13	coordinamento sicurezza in fase di esecuzione	0,00			
14	spese e oneri accessori (max 25%)	0,00			
15	responsabile dei lavori in fase di progettazione - sicurezza	0,00			
16	responsabile dei lavori in fase di esecuzione - sicurezza	0,00			
17	supporto al RUP	0,00			
18	consulenze per progettazione	0,00			
19	collaudo statico	0,00			
20	collaudo amministrativo	0,00			
21	Totale spese tecniche	41.150,00 →	41.150,00		
	B.2 - Spese per allacciamenti				
22	alla rete elettrica	1.500,00			
23	alla rete idrica/fognaria	0,00			
24	alla rete telefonica/dati	0,00			
25	Totale spese per allacciamenti	1.500,00 →	1.500,00		
	B.3 - Imprevisti, accantonamenti, spese generali				
26	Imprevisti (3%)	29.639,50			
27	Incentivo funzioni tecniche interne (art.113 D.Lgs. 50/2016)	8.220,02			
28	Oneri di verifica del progetto (art.26 D.Lgs. 50/2016)	0,00			
29	Polizze rischi professionali personale interno progettazione (art.24 D.Lgs.50/2016)	0,00			
30	Spese per commissioni giudicatrici IVA inclusa	0,00			
31	Spese per pubblicità e notifiche (ANAC)	0,00			
32	Spese legali (IVA inclusa)	0,00			
33	Contributi previdenziali su spese tecniche (aliquota 5%)	0,00			
34	Contributi previdenziali su spese tecniche (aliquota 4%)	1.520,00			
35	Contributi previdenziali su spese tecniche (aliquota 2%)	63,00			
36	Attività di supporto al RUP	0,00			
37	Totale spese per imprevisti, accantonamenti, spese generali	39.442,53 →	39.442,53		
	B.4 - I.V.A.				
38	I.V.A. su lavori, manodopera, oneri di sicurezza	98.798,35			
39	I.V.A. su forniture e servizi	0,00			
40	I.V.A. su spese tecniche comprensive di contributi previdenziali	9.401,26			
41	Totale I.V.A. / oneri	108.199,61 →	108.199,61		
42	***Totale somme a disposizione***		***190.292,13***	→	190.292,13 €
43	**Importo totale dell'intervento**				**1.178.275,60** €

7 Mappa della rete per la verifica idraulica delle condotte

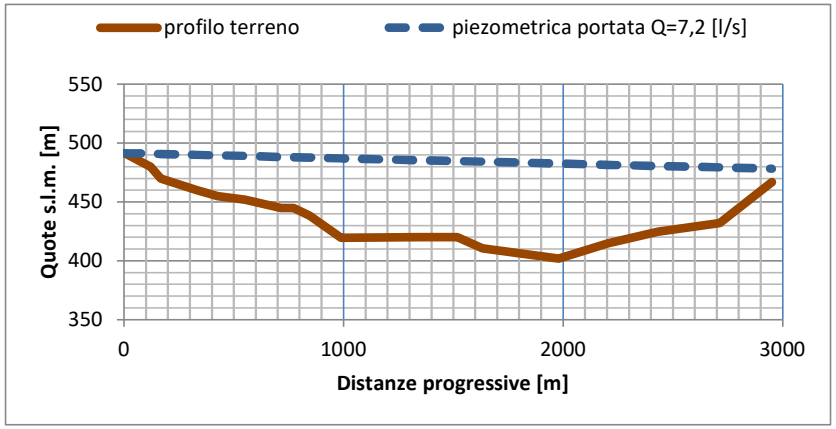
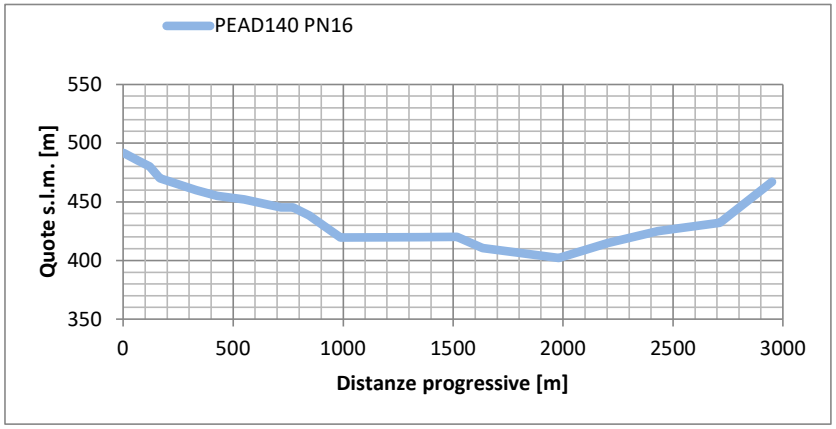



profilo terreno
profilo terreno fino a Bosio
piezometrica portata complessiva Q=10 [l/s]
piezometrica portata per turbina Q=7,2 [l/s]
piezometrica portata per Bosio Q=2,8 [l/s]
Quote s.l.m. [m]
750
700
650
600
550
500
450
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
11000
12000
Distanze progressive [m]


condotta esistente PVCØ160
Fe 6'' (Ø168×4)
PEAD225 PN25
PEAD200 PN16
PEAD140 PN16
PEAD140 PN25
Quote s.l.m. [m]
750
700
650
600
550
500
450
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
11000
12000
Distanze progressive [m]

nodo	coordinate CTR Piemonte (UTM32)			distanze nello spazio [m]		Z	condizione di progetto			condotta				
	X (Est) [m]	Y (Nord) [m]	Z (quota) [m]	parziali (n_{i-1} - n_i) [m]	progressive [m]	Hp-p [m]	portata [l/s]	H piezom. [m]	pressione [m]	Øint [mm]	tipologia	velocità acqua [m/s]	sviluppo [m]	
serbatoio	482641,000	4933760,000	723,400		0,00	723,40		723,40	0,00					
n114	482644,000	4933760,000	722,000	3,31	3,31	722,00		723,38	1,38	153,4	**Fe Ø160×3,3**	0,54	3,31	nessun intervento
n113	482758,536	4934014,626	661,000	287,00	290,31	661,00		722,12	61,12					
n112	482537,154	4934403,549	662,000	447,50	737,81	662,00		720,15	58,15					
n111	482524,857	4934652,030	667,570	248,84	986,65	667,57		719,06	51,49					
n110	482624,331	4934670,206	678,500	101,71	1088,36	678,50		718,61	40,11	147,6	**PVC160-PN10**	0,58	1853,29	
n109	482753,748	4934738,237	667,000	146,66	1235,02	667,00		717,97	50,97					
n108	482916,818	4934714,583	650,000	168,76	1403,78	650,00		717,23	67,23					
n107	483141,954	4935090,441	578,000	452,82	1856,60	578,00		715,24	137,24					
n106	483251,241	4935484,675	488,800	421,30	2277,90	488,80		711,86	223,06	153,4	**Fe Ø160×3,3**	0,54	421,30	
n105	483272,379	4935827,232	520,000	344,60	2622,50	520,00		710,63	190,63	167,8	**Fe 6" (Ø168×4)**	0,45	344,60	sostituzione condotta: Guado Gorzente - Pratograsso
n104	483031,798	4936094,643	529,683	359,80	2982,30	529,68		709,67	179,99					
n103	482869,733	4936225,307	524,000	208,30	3190,60	524,00		709,12	185,12					
n102	483099,532	4936279,663	527,940	236,20	3426,80	527,94		708,49	180,55					
n101	483268,677	4936401,483	524,064	208,50	3635,30	524,06		707,94	183,88					
n100	483364,445	4936429,089	520,839	99,72	3735,02	520,83		707,67	186,84					
n99	483425,738	4936551,444	524,281	136,90	3871,92	524,28		707,31	183,03					
n98	483422,015	4936702,728	520,540	151,40	4023,32	520,54		706,91	186,37					
n97	483382,141	4936792,850	515,000	98,70	4122,02	515,00		706,65	191,65					
n96	483354,137	4936875,482	522,687	87,59	4209,61	522,68	**10,00**	706,41	183,73					
n95	483476,773	4936940,412	526,414	138,80	4348,41	526,41		706,04	179,63					
n94	483420,731	4937006,338	529,968	86,60	4435,01	529,96		705,81	175,85					
n93	483506,520	4937149,104	528,993	166,60	4601,61	528,99		705,37	176,38					
n92	483501,716	4937235,998	525,000	87,12	4688,73	525,00		705,14	180,14	163,4	**PEAD225-PN25**	0,48	4139,07	
n91	483595,926	4937310,044	522,040	119,90	4808,63	522,04		704,82	182,78					
n90	483469,788	4937461,607	528,979	197,30	5005,93	528,98		704,30	175,32					
n89	483609,876	4937534,342	544,568	158,60	5164,53	544,57		703,88	159,31					
n88	483723,641	4937656,499	558,524	167,50	5332,03	558,52		703,43	144,91					
n87	483639,386	4937945,276	572,926	301,20	5633,23	572,93		702,63	129,70					
n86	483604,588	4937973,691	575,322	44,99	5678,22	575,32		702,51	127,19					
n85	483686,368	4938104,375	573,460	154,20	5832,42	573,46		702,10	128,64					
n84	484027,454	4938317,957	556,743	402,80	6235,22	556,74		701,03	144,29					
n83	484058,087	4938301,770	553,299	34,82	6270,04	553,30		700,94	147,64					
n82	484133,861	4938357,200	548,000	94,03	6364,07	548,00		700,69	152,69					
n81	484147,347	4938511,520	526,356	156,40	6520,47	526,35		700,27	173,92					
n80	484115,372	4938741,762	590,495	241,10	6761,57	590,50		699,64	109,14					
n79	484193,023	4938888,381	636,958	172,30	6933,87	636,96		699,24	62,28					
n78	483946,578	4938954,731	660,821	256,30	7190,17	660,78		698,60	37,82	163,6	**PEAD200-PN16**	0,48	502,60	
n23	483897,834	4939010,388	662,161	74,00	7264,17	662,16		698,47	36,31					
n77	483924,640	4939163,830	638,579	157,70	7421,87	638,58		697,77	59,19					nuova tratta: Pratograsso - turbina di Mornese
n76	484001,562	4939221,254	633,236	96,34	7518,21	633,24		697,35	64,11					
n75	484072,212	4939207,490	630,000	72,05	7590,26	630,00		697,03	67,03					
n74	484125,378	4939243,213	630,000	64,05	7654,31	630,00		696,74	66,74					
n73	484073,628	4939307,758	640,000	83,33	7737,64	640,00		696,37	56,37					
n72	484063,876	4939400,716	650,128	94,02	7831,66	650,12		695,95	45,83					
n71	484071,078	4939535,226	656,727	134,90	7966,56	656,72		695,35	38,63	114,60	**PEAD140-PN16**	0,70	1214,33	
n70	484052,870	4939585,575	660,000	53,64	8020,20	660,00		695,12	35,12					
n69	484064,083	4939638,331	666,487	54,32	8074,52	657,50		694,88	37,38					
n68	484011,262	4939620,857	655,000	56,81	8131,33	655,00		694,62	39,62					
n67	483914,082	4939676,510	633,446	114,00	8245,33	633,45		694,12	60,67					
n66	483831,660	4939637,316	614,192	93,27	8338,60	614,19		693,70	79,51					
n65	483692,917	4939636,436	596,000	139,90	8478,50	596,00		693,08	97,08					
n64	483716,406	4939691,684	578,000	62,67	8541,17	578,00		692,80	114,80					
n63	483754,238	4939703,381	575,182	39,70	8580,87	575,19		692,63	117,44					
n62	483717,992	4939797,993	574,151	101,30	8682,17	574,15		692,18	118,03					
n61	483602,937	4939829,851	570,000	119,50	8801,67	570,00		691,65	121,65	101,60	**PEAD140-PN25**	0,89	609,89	
n60	483592,250	4939855,023	571,969	27,42	8829,09	571,97		691,52	119,55					
n59	483449,262	4939855,673	576,206	143,10	8972,19	576,21		690,89	114,68					
n58	483351,463	4939793,481	584,559	116,20	9088,39	584,56		690,37	105,81					
n57	483290,242	4939898,040	594,499	121,60	9209,99	594,50		689,83	95,33					
n56	483372,107	4939941,769	604,046	93,30	9303,29	604,05		689,42	85,37					
n55	483417,757	4940054,180	608,950	121,40	9424,69	608,95		688,88	79,93					
n54	483372,362	4940073,885	603,290	49,81	9474,50	603,29		688,66	85,37					
n53	483361,468	4940178,524	588,282	106,30	9580,80	588,29		688,19	99,90					
n52	483334,351	4940266,367	596,062	92,26	9673,06	596,07		687,78	91,71					
n51	483369,990	4940303,834	600,900	51,94	9725,00	600,91		687,55	86,64					
n50	483332,649	4940369,232	607,618	75,61	9800,61	607,62	**7,20**	687,21	79,59					
n49	483285,760	4940386,714	610,523	50,13	9850,74	610,53		686,99	76,46					
n48	483132,390	4940322,847	621,973	166,50	10017,24	621,98		686,25	64,27					
n47	483071,931	4940341,738	626,000	63,47	10080,71	626,00		685,97	59,97					
n46	483044,963	4940417,686	630,000	80,69	10161,40	630,00		685,61	55,61					
n45	483066,281	4940469,393	635,000	56,15	10217,55	635,00		685,36	50,36					
n44	483075,925	4940622,006	644,549	153,20	10370,75	644,55		684,68	40,13					
n43	483097,351	4940664,153	650,890	47,70	10418,45	650,89		684,47	33,58	114,60	**PEAD140-PN16**	0,70	2967,27	
n42	483079,129	4940731,575	655,177	69,97	10488,42	655,17		684,15	28,98					
n41	483155,100	4940754,244	661,496	79,53	10567,95	661,49		683,80	22,31					
n40	483262,365	4940841,185	664,887	138,10	10706,05	664,89		683,19	18,30					
n39	483246,855	4941001,861	660,175	161,50	10867,55	660,17		682,47	22,30					
n38	483263,051	4941039,697	663,550	41,29	10908,84	663,55		682,29	18,74					
n37	483260,749	4941107,512	668,000	68,00	10976,84	668,00		681,99	13,99					
n36	483161,630	4941156,899	668,237	110,70	11087,54	668,23		681,49	13,26					
n35	483156,605	4941186,157	673,776	30,20	11117,74	673,78		681,36	7,58					
n34	483098,173	4941226,431	678,491	71,12	11188,86	678,49		681,04	2,55					
n33	482953,421	4941375,472	664,681	208,20	11397,06	664,68		680,12	15,44					
n32	482857,932	4941405,045	661,655	100,00	11497,06	661,66		679,68	18,02					
n31	482718,218	4941515,296	646,000	178,70	11675,76	646,00		678,16	32,16					
n30	482664,450	4941667,613	631,285	162,20	11837,96	631,28		676,79	45,51					
n29	482467,245	4941747,304	584,816	217,70	12055,66	584,81		674,95	90,14					
n28	482449,420	4941831,792	558,000	90,42	12146,08	558,00		674,25	116,25					
n27	482398,943	4941899,263	539,269	86,32	12232,40	539,27		673,57	134,30					
n26	482332,206	4941912,960	518,817	71,13	12303,53	518,82		673,02	154,20	101,60	**PEAD140-PN25**	0,89	376,14	
n25	482304,450	4941989,274	501,763	82,98	12386,51	501,76		672,37	170,61					
n24	482265,639	4942012,620	492,740	45,29	12431,80	492,74		672,02	179,28					
				12431,80	12431,80			492,74					12431,80	

nodo	coordinate CTR Piemonte (UTM32)			distanze nello spazio [m]		Z	condizione di progetto			condotta				
	X (Est) [m]	Y (Nord) [m]	Z (quota) [m]	parziali (n_{i-1} - n_i) [m]	progressive [m]	Hp-p [m]	portata [l/s]	H piezom. [m]	pressione [m]	Ø$_{int}$ [mm]	tipologia	velocità acqua [m/s]	sviluppo [m]	
serbatoio	482641,000	4933760,000	723,400		0,00	723,40		723,40	0,00					
n114	482644,000	4933760,000	722,000	3,31	3,31	722,00		723,38	1,38	153,4	**Fe Ø160×3,3**	0,54	3,31	nessun intervento
n113	482758,536	4934014,626	661,000	287,00	290,31	661,00		722,12	61,12					
n112	482537,154	4934403,549	662,000	447,50	737,81	662,00		720,15	58,15					
n111	482524,857	4934652,030	667,570	248,84	986,65	667,57		719,06	51,49					
n110	482624,331	4934670,206	678,500	101,71	1088,36	678,50		718,61	40,11	147,6	**PVC160-PN10**	0,58	1853,29	
n109	482753,748	4934738,237	667,000	146,66	1235,02	667,00		717,97	50,97					
n108	482916,818	4934714,583	650,000	168,76	1403,78	650,00		717,23	67,23					
n107	483141,954	4935090,441	578,000	452,82	1856,60	578,00		715,24	137,24					
n106	483251,241	4935484,675	488,800	421,30	2277,90	488,80		711,86	223,06	153,4	**Fe Ø160×3,3**	0,54	421,30	
n105	483272,379	4935827,232	520,000	344,60	2622,50	520,00		710,63	190,63	167,8	**Fe 6" (Ø168×4)**	0,45	344,60	sostituzione condotta: Guado Gorzente - Pratograsso
n104	483031,798	4936094,643	529,683	359,80	2982,30	529,68		709,67	179,99					
n103	482869,733	4936225,307	524,000	208,30	3190,60	524,00		709,12	185,12					
n102	483099,532	4936279,663	527,940	236,20	3426,80	527,94		708,49	180,55					
n101	483268,677	4936401,483	524,064	208,50	3635,30	524,06		707,94	183,88					
n100	483364,445	4936429,089	520,839	99,72	3735,02	520,83		707,67	186,84					
n99	483425,738	4936551,444	524,281	136,90	3871,92	524,28		707,31	183,03					
n98	483422,015	4936702,728	520,540	151,40	4023,32	520,54		706,91	186,37					
n97	483382,141	4936792,850	515,000	98,70	4122,02	515,00		706,65	191,65					
n96	483354,137	4936875,482	522,687	87,59	4209,61	522,68	**10,00**	706,41	183,73					
n95	483476,773	4936940,412	526,414	138,80	4348,41	526,41		706,04	179,63					
n94	483420,731	4937006,338	529,968	86,60	4435,01	529,96		705,81	175,85					
n93	483506,520	4937149,104	528,993	166,60	4601,61	528,99		705,37	176,38					
n92	483501,716	4937235,998	525,000	87,12	4688,73	525,00		705,14	180,14					
n91	483595,926	4937310,044	522,040	119,90	4808,63	522,04		704,82	182,78	163,4	**PEAD225-PN25**	0,48	4641,67	
n90	483469,788	4937461,607	528,979	197,30	5005,93	528,98		704,30	175,32					
n89	483609,876	4937534,342	544,568	158,60	5164,53	544,57		703,88	159,31					
n88	483723,641	4937656,499	558,524	167,50	5332,03	558,52		703,43	144,91					
n87	483639,386	4937945,276	572,926	301,20	5633,23	572,93		702,63	129,70					
n86	483604,588	4937973,691	575,322	44,99	5678,22	575,32		702,51	127,19					
n85	483686,368	4938104,375	573,460	154,20	5832,42	573,46		702,10	128,64					
n84	484027,454	4938317,957	556,743	402,80	6235,22	556,74		701,03	144,29					
n83	484058,087	4938301,770	553,299	34,82	6270,04	553,30		700,94	147,64					
n82	484133,861	4938357,200	548,000	94,03	6364,07	548,00		700,69	152,69					
n81	484147,347	4938511,520	526,356	156,40	6520,47	526,35		700,27	173,92					
n80	484115,372	4938741,762	590,495	241,10	6761,57	590,50		699,64	109,14					
n79	484193,023	4938888,381	636,958	172,30	6933,87	636,96		699,24	62,28					
n78	483946,578	4938954,731	660,821	256,30	7190,17	660,78		698,60	37,82					
n23	483897,834	4939010,388	662,161	74,00	7264,17	662,16		698,47	36,31					
n22	483924,960	4939163,510	638,429	157,60	7421,77	638,43		698,29	59,86					nessun intervento: Pratograsso - vasca di Bosio
n21	484001,682	4939220,722	633,086	95,92	7517,69	633,09		698,18	65,09					
n20	484072,320	4939206,960	629,850	72,04	7589,73	629,85		698,09	68,24					
n19	484126,109	4939243,101	629,850	64,80	7654,53	629,85		698,02	68,17					
n18	484074,110	4939307,956	639,850	83,73	7738,26	639,85		697,92	58,07					
n17	484064,378	4939400,729	649,978	93,83	7832,09	649,98		697,81	47,83					
n16	484071,582	4939535,301	656,577	134,90	7966,99	656,58		697,65	41,07					
n15	484053,389	4939585,610	659,850	53,60	8020,59	659,85		697,59	37,74					
n14	484071,899	4939647,339	668,720	65,05	8085,64	668,72		697,56	28,84					
n13	484153,961	4939750,559	684,000	131,87	8217,51	684,00		697,52	13,52					
n12	484171,176	4939831,656	669,861	82,90	8300,41	669,86	**2,80**	697,49	27,63	147,6	**PVC160-PN10**	0,16	2361,26	
n11	484137,359	4939893,260	665,000	70,44	8370,85	665,00		697,46	32,46					
n10	484183,500	4940092,000	662,000	211,00	8581,85	662,00		697,39	35,39					
n9	484180,156	4940238,000	658,000	204,60	8786,45	658,00		697,32	39,32					
n8	484175,594	4940346,000	655,000	89,79	8876,24	655,00		697,29	42,29					
n7	484323,313	4940427,000	667,000	85,90	8962,14	667,00		697,26	30,26					
n6	484471,361	4940496,980	683,000	136,40	9098,54	683,00		697,21	14,21					
n5	484473,275	4940533,315	686,000	36,60	9135,14	686,00		697,19	11,19					
n4	484479,582	4940596,361	675,000	64,49	9199,63	675,00		697,17	22,17					
n3	484459,013	4940717,927	675,000	123,30	9322,93	675,00		697,13	22,13					
n2	484672,431	4940932,135	667,420	302,50	9625,43	667,42		697,02	29,60					
n1 Bosio	484680,779	4940936,027	672,000	9,21	9634,64	672,00		697,02	25,02	153,4	Fe160×3,3	0,15	9,21	
				9634,640									9634,64	

ACQUEDOTTO BOSIO-MORNESE - Tratta dalla turbina di Mornese (sotto il Brisco) alla vasca di Bric Grosso

nodo	coordinate CTR Piemonte (UTM32)			distanze nello spazio [m]		Z	condizione di progetto			condotta				
	X (Est) [m]	Y (Nord) [m]	Z (quota) [m]	parziali (n_{i-1} - n_i) [m]	progressive [m]	Hp-p [m]	portata [l/s]	H piezom. [m]	pressione [m]	Ø$_{int}$ [mm]	tipologia	velocità acqua [m/s]	sviluppo [m]	
serbatoio	482265,410	4942012,237	491,500		0,00			491,50	0,00					
n1	482263,792	4942009,360	491,500	3,33	3,33	491,49		491,48	-0,01	131,7	Fe 5" (139,7×4)	0,53	3,33	
n2	482204,573	4942038,299	485,000	65,91	69,24	485,05		491,19	6,14					
n3	482170,797	4942076,506	480,000	51,00	120,24	480,09		490,96	10,87					
n4	482126,102	4942086,560	470,000	46,89	167,13	470,13		490,75	20,62					
n5	481964,377	4942112,908	460,000	164,20	331,33	460,27		490,01	29,74					
n6	481868,711	4942105,851	455,000	96,06	427,39	455,35		489,58	34,23					
n7	481759,369	4942050,898	452,000	122,40	549,79	452,45		489,03	36,58					
n8	481595,040	4942080,349	445,026	167,10	716,89	445,61		488,28	42,67					
n9	481545,039	4942103,902	445,000	55,27	772,16	445,64		488,04	42,40					
n10	481519,826	4942172,224	438,300	73,13	845,29	439,00	**7,20**	487,71	48,71					
n11	481382,608	4942207,276	419,616	142,90	988,19	420,43		487,07	66,64	114,6	PEAD140-PN16	0,70	2947,35	nuova tratta: Turbina-Bric Grosso
n12	481080,874	4942013,542	419,943	358,58	1346,77	421,06		485,46	64,40					
n13	480928,283	4942090,402	420,000	170,85	1517,62	421,25		484,69	63,44					
n14	480814,061	4942071,549	410,506	116,20	1633,82	411,86		484,17	72,31					
n15	480559,759	4941837,340	402,032	345,80	1979,62	403,67		482,62	78,95					
n16	480466,097	4941631,426	414,952	226,21	2205,83	416,78		481,61	64,83					
n17	480264,196	4941530,499	424,954	225,72	2431,55	426,97		480,59	53,62					
n18	479994,263	4941452,081	432,082	281,09	2712,64	434,33		479,33	45,00					
n19	479777,340	4941354,060	467,000	238,04	2950,68	469,45		478,27	8,82					
				2950,68	2950,68			469,45					2950,68