

DESCRIZIONE INTERVENTO:

COMUNE DI
BELLANO

POTABILIZZAZIONE LOCALITA' CAMAGGIORE

COMMITTENTE:



Lario Reti Holding S.p.A.
GESTORE SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

RESPONSABILE PROCEDIMENTO:

ing. Silvia Maiocchi

Tel. + 39 0341 359.130

E-mail: s.maiocchi@larioreti.it

STUDIO DI PROGETTAZIONE:



LARIO RETI HOLDING

DIVISIONE INGEGNERIA - PROGETTAZIONE INVESTIMENTI

| Lecco Via Fiandra 13, 23900 (LC)

| Tel. + 39 0341 359.111

| Pec: ingegneria@larioretipec.it

PROGETTISTA:

ing. Dennis Redolfi



Tel. + 39 0341 359.128

E-mail: d.redolfi@larioreti.it

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

COLLABORATORI:

ing. Andrea Veronelli

ing. Roberto Dossi

ALLEGATO:

NUMERO:

T1

RELAZIONE GENERALE E IDRAULICA, PRIME INDICAZIONI PER LA STESURA DEL PIANO DI SICUREZZA, CRONOPROGRAMMA E QUADRO ECONOMICO

SCALA:

REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
AV - RD	Settembre 2021	DR	Settembre 2021	MR	Settembre 2021
REVISIONE N.	DESCRIZIONE:				DATA

NUMERO INTERVENTO:	PDA 2018 - 052	CODICE PROGETTO:	AB03	COMMESSA :	52984
--------------------	----------------	------------------	------	------------	-------

Indice

1	Premesse.....	2
2	Stato di fatto	3
2.1	Inquadramento territoriale ed urbanistico	3
2.2	Esame dei vincoli sul territorio	3
2.3	Inquadramento geologico – geotecnico.....	5
2.4	Rilievo stato di fatto.....	6
2.5	Rete di acquedotto esistente	7
3	Opere in progetto	11
3.1	Generalità.....	11
3.2	Schematizzazione della rete	15
3.3	Definizione delle portate	15
3.4	Condotte in pressione della nuova rete.....	19
3.5	Condotte in pressione di adduzione tra il serbatoio Camaggiore ed il casello rompitratta verso Noceno.....	23
3.6	Locale tecnico e impianto di debatterizzazione a raggi UV	25
3.7	Idranti	28
3.8	Risoluzione interferenze	29
3.9	Modalità di posa in opera delle tubazioni interrato	31
3.10	Analisi delle componenti ambientali	33
3.11	Analisi energetica.....	34
4	Verifiche statiche tubazioni.....	35
4.1	Analisi dei carichi sulle tubazioni	35
4.2	Verifica statica delle tubazioni	39
5	Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza	44
6	Gestione delle terre da scavo	44
7	Disponibilità delle aree	45
8	Cronoprogramma delle fasi attuative	45
9	Cronoprogramma delle lavorazioni.....	46
10	Quadro economico	47

1 Premesse

Le opere previste nel presente progetto di "Potabilizzazione della Località Camaggiore" si sono rese necessarie per la potabilizzazione dell'acqua erogata nella località Camaggiore in Comune di Bellano.

Il progetto, redatto dalla società Lario Reti Holding S.p.a., fa seguito al primo studio di fattibilità presentato all'ufficio d'Ambito di Lecco nel settembre 2020 e alle successive integrazioni del marzo 2021. In particolare, il presente progetto definitivo riguarda la sola parte relativa alla rete idrica.

Attualmente la zona è servita da una rete di acquedotto rurale, con idranti e fontane dove l'acqua non risulta potabile secondo la normativa vigente, non essendo presenti specifici trattamenti di disinfezione.

Le opere in progetto consistono sinteticamente in:

- Sostituzione della condotta di adduzione tra il serbatoio Camaggiore ed il casello rompitratta lungo la linea per Noceno mediante tubazione in PEAD DE75 PN16 PE100 di lunghezza pari a circa 232 m;
- Realizzazione di nuova condotta di distribuzione tra il serbatoio Camaggiore ed il nuovo vano tecnico mediante tubazione in PEAD DE75 PN16 PE100 di lunghezza pari a circa 180 m;
- Realizzazione di nuova condotta di distribuzione tra il nuovo vano tecnico e l'agglomerato di Camaggiore mediante tubazione in PEAD DE75 PN16 PE100 di lunghezza pari a circa 330 m per il primo tratto e, per i successivi rami, attraverso due tubazioni in PEAD DE63 PN16 PE100 di lunghezza complessiva pari a circa 277 m;
- Installazione di vasca monoblocco in cav per la realizzazione di vano tecnico presso l'area di parcheggio sulla strada sterrata di accesso alla località. Il locale ospiterà l'impianto di debatterizzazione dell'acqua a lampade UV, gli organi idraulici accessori (saracinesche, misuratori, manometri e filtro);
- Installazione di n° 4 idranti lungo la nuova rete di distribuzione;
- Realizzazione di nodo idraulico mediante installazione di tre saracinesche e relativi organi idraulici.

Non è prevista la predisposizione dei nuovi allacciamenti alle singole utenze, in quanto essi saranno realizzati a carico dei privati in seguito alla presentazione delle relative richieste.

Il presente progetto è redatto dall'ufficio tecnico della società Lario Reti Holding S.p.a. in conformità con quanto previsto dalla vigente normativa in materia, ed in particolare secondo quanto indicato dal D.lgs. n°50/2016 e sue successive modifiche ed integrazioni.

2 Stato di fatto

2.1 Inquadramento territoriale ed urbanistico

La località Camaggiore è stata una frazione montana dell'ex Comune di Vendrogno sino al 31/12/2019. A partire dal 01/01/2020 la località è stata annessa al Comune di Bellano.

L'agglomerato urbano di Camaggiore si trova nella zona settentrionale del territorio comunale di Bellano, presenta una altitudine compresa tra 1205 m s.l.m. e 1163 m s.l.m. e si estende per circa 2.6 ha. La popolazione è unicamente fluttuante in quanto la località è a prevalente vocazione turistica. La frazione è accessibile tramite la strada carrabile sterrata dalla località Sanico del Comune di Bellano.

Le zone interessate dagli interventi oggetto del presente progetto, come evidenziato nell'elaborato "G1 – Inquadramento territoriale, catastale e strumenti urbanistici", interessano sia l'area a monte della località, relativamente alla rete adduttrice, al vano tecnico e, in parte, alla rete distributrice, sia le mulattiere interne alla frazione per quanto riguarda la rete distributrice.

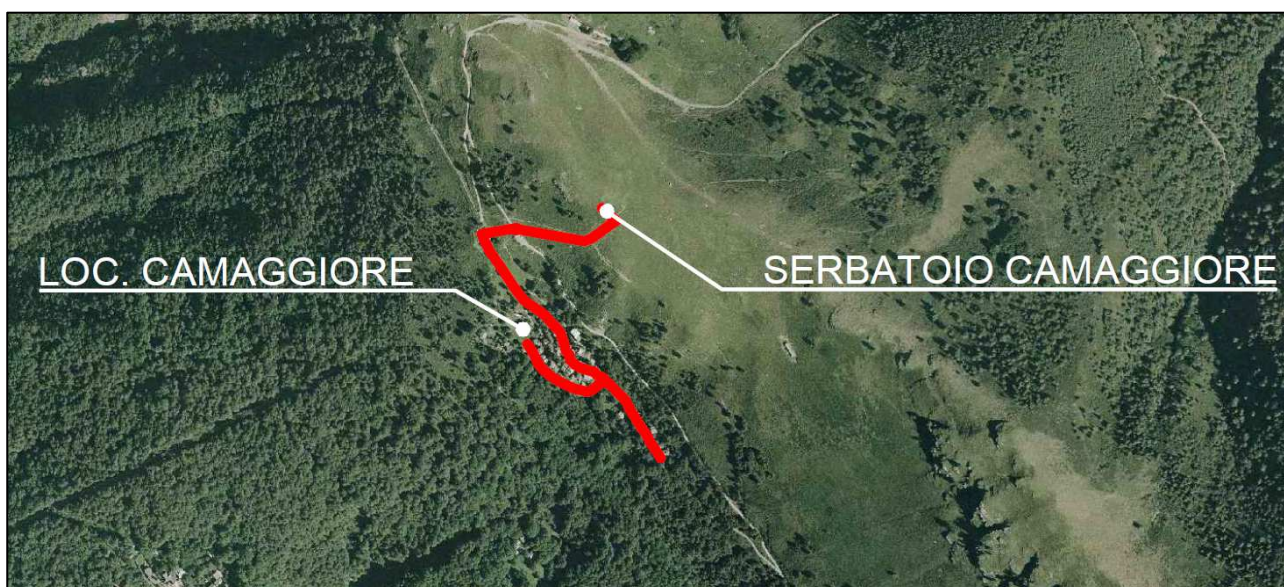


Figura 1 – Ortofoto area di intervento

2.2 Esame dei vincoli sul territorio

Nel seguito si riporta un inquadramento dell'area di intervento rispetto ai principali strumenti di pianificazione urbanistica comunali (PGT) come meglio rappresentato nell'allegato grafico "G1 - Inquadramento territoriale, catastale e strumenti urbanistici".

Dall'esame della Tavola dei Vincoli del Piano di Governo del Territorio dell'ex Comune di Vendrogno emerge che l'area oggetto di intervento è interamente sottoposta a vincolo idrogeologico e ricade, parzialmente, in fascia PAI:

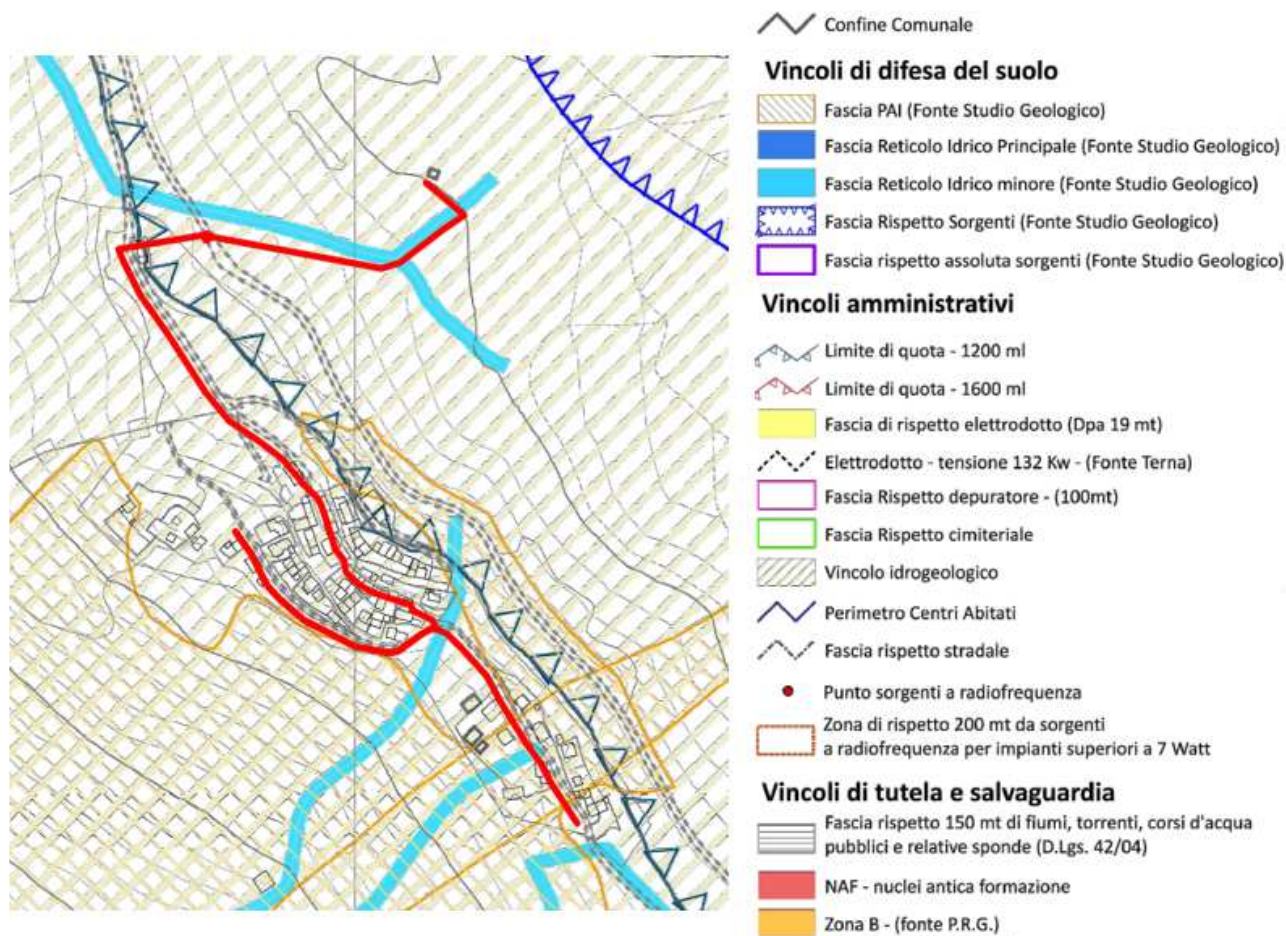


Figura 2 – Estratto PGT Tav.DP04 “Carta dei vincoli”.

La località Camaggiore risulta sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.lgs 42/2004 (comma 1 lettera h – zone gravate da usi civici).

Dall'analisi della Carta della copertura del suolo del Piano di Indirizzo Forestale emerge che le opere in progetto sono prossime al confine dell'area boscata ma non ricadono al suo interno. Anche il tratto che collega i due nuclei di case risulta esterno a quest'ultima in quanto le tubazioni sono posate lungo la strada.

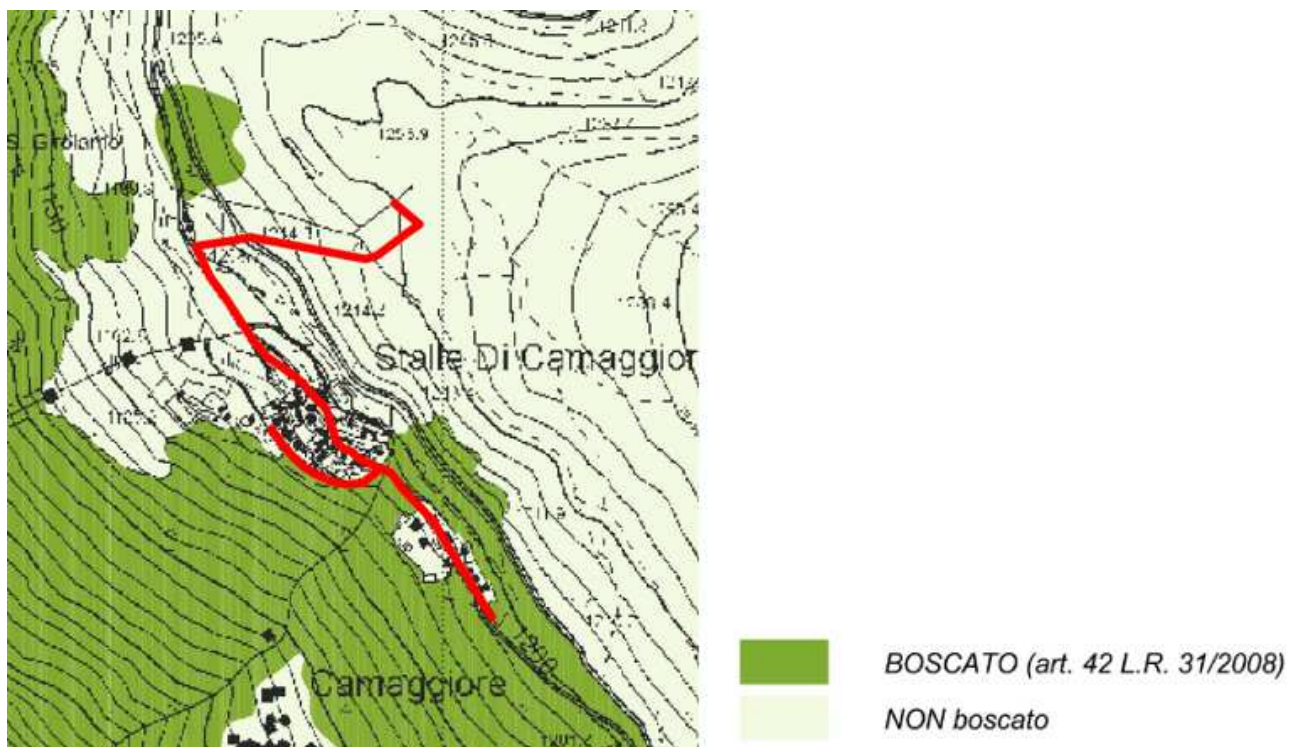
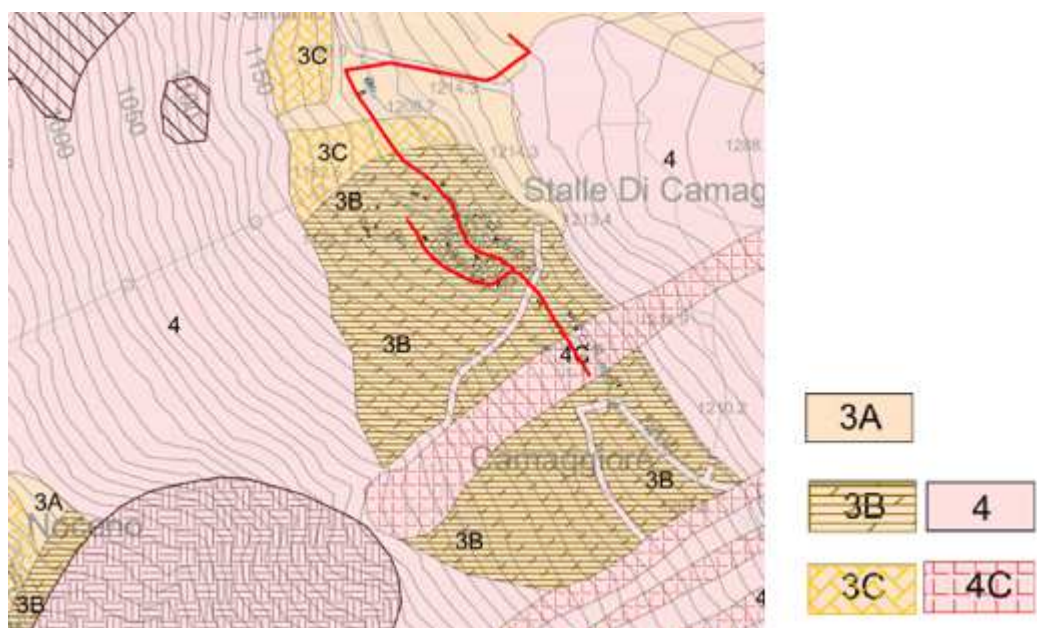


Figura 3 – Estratto Piano di indirizzo forestale (2016-2031) “Carta della copertura del suolo”.

2.3 Inquadramento geologico – geotecnico

Dal punto di vista geologico – geotecnico le aree oggetto di intervento sono ascritte alle classi 3 e 4 della Carta di Fattibilità Geologica relativa al P.G.T. del Comune di Vendrogno.



In particolare, nello studio geologico si evidenzia quanto segue:

CLASSE 3 – FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI: La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuale, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

CLASSE 3A: aree a pericolosità potenziale medio-bassa non determinata (aree acclivi, fasce di transizione tra classi di pericolosità elevata/bassa).

CLASSE 3B: aree a rischio idrogeologico molto elevato, Zona 2 del PAI

CLASSE 3C: aree di frana stabilizzata

CLASSE 4 – FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI: aree a elevata pericolosità potenziale non determinata (aree molto acclivi, non accessibili o poco indagate); aree soggette a frane superficiali attive diffuse a fenomeni di crollo e/o ribaltamento (non inserite nel PAI); aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (potenzialmente inondabili, interessate da erosione fluviale o da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di interventi di difesa); aree con emergenze idriche.

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Sono comprese in questa classe le aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali, le aree soggette a fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa e le aree soggette a fenomeni di dissesto. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

CLASSE 4C: aree a pericolosità media o moderata per valanghe a vincolo PAI.

Per quanto riguarda la Carta del dissesto del territorio si segnala che le opere in progetto ricadono in tutte le classi di fattibilità geologica di cui sopra.

2.4 Rilievo stato di fatto

Al fine di acquisire tutti i dati e gli elementi necessari per un corretto dimensionamento delle opere in progetto, si sono eseguiti sopralluoghi nella zona oggetto di intervento ed è stato realizzato un rilievo piano altimetrico di dettaglio, con particolare riferimento alle quote del terreno nel tratto compreso tra il serbatoio e i punti più estremi serviti dalla nuova rete acquedottistica. È stato inoltre effettuato un rilievo geometrico del manufatto del serbatoio e delle tubazioni in ingresso e in uscita dallo stesso.

2.5 Rete di acquedotto esistente

In Località Camaggiore è attualmente presente una rete di acquedotto rurale caratterizzato dalla presenza di idranti e fontane.

La località, come mostrato nell'elaborato G2 di cui si riporta uno stralcio nell'immagine seguente, è servita, nella zona nord-occidentale, dal serbatoio di accumulo "Camaggiore" (posto a quota 1250,25 m s.l.m.) alimentato dalle sorgenti Camaggiore e Dolca mentre, nella zona sud-orientale, l'alimentazione proviene direttamente dalla sorgente Ciar.

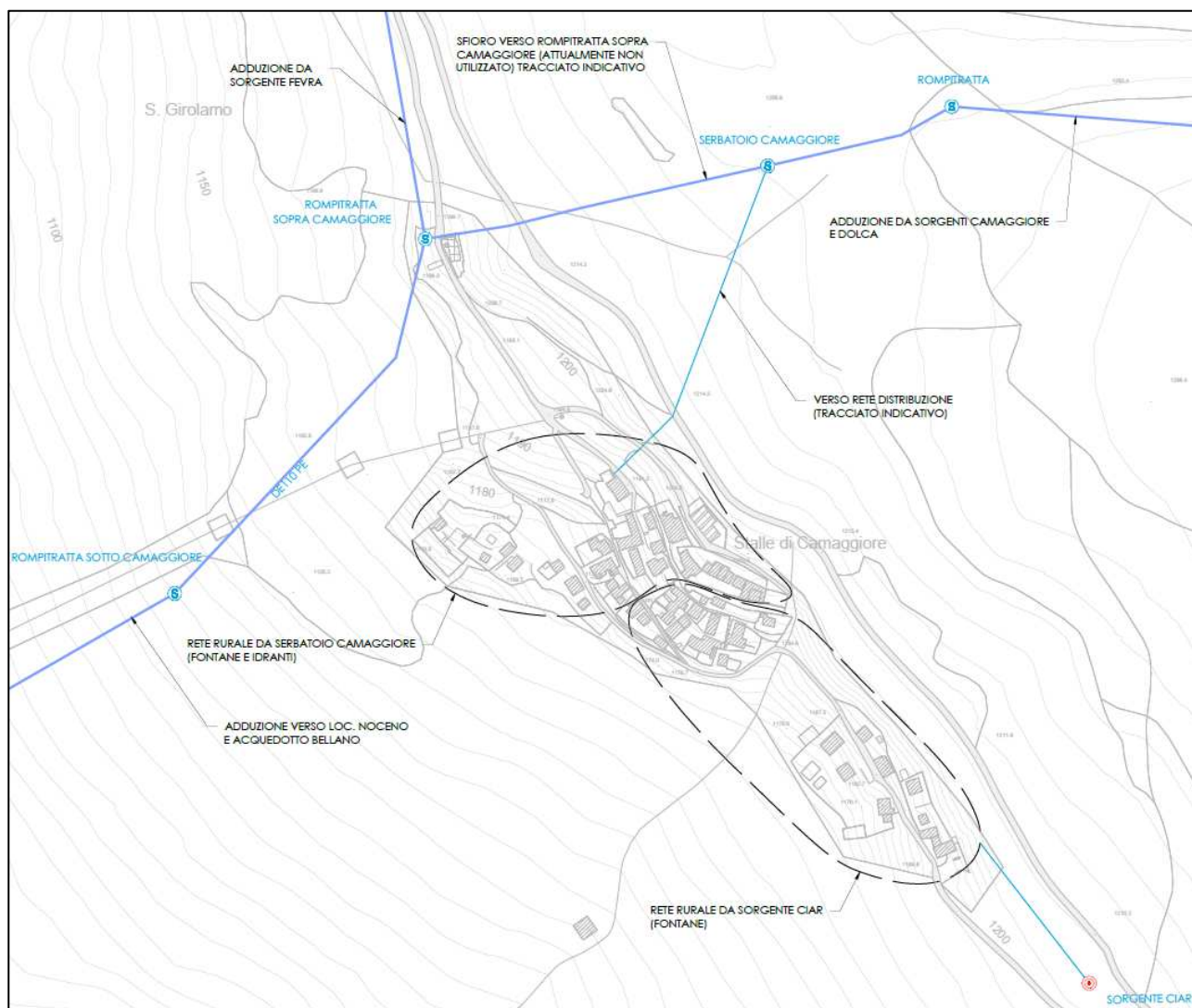


Figura 4 – Individuazione delle zone attualmente asservite al serbatoio Camaggiore e alla sorgente Ciar

Le sorgenti, che attualmente non fanno parte del servizio idrico integrato, sono state escluse dai provvedimenti di concessione idrica.

Il serbatoio Camaggiore ha un volume di accumulo pari a circa 29 mc, ed è accessibile unicamente tramite sentiero (di lunghezza circa 170 m).



Figura 5 – Vista esterna del serbatoio Camaggiore

Il locale di manovra, contenente le condotte e le saracinesche di sezionamento, ha dimensioni ridotte (132 x 82 cm). Il manufatto non è dotato di alimentazione elettrica.

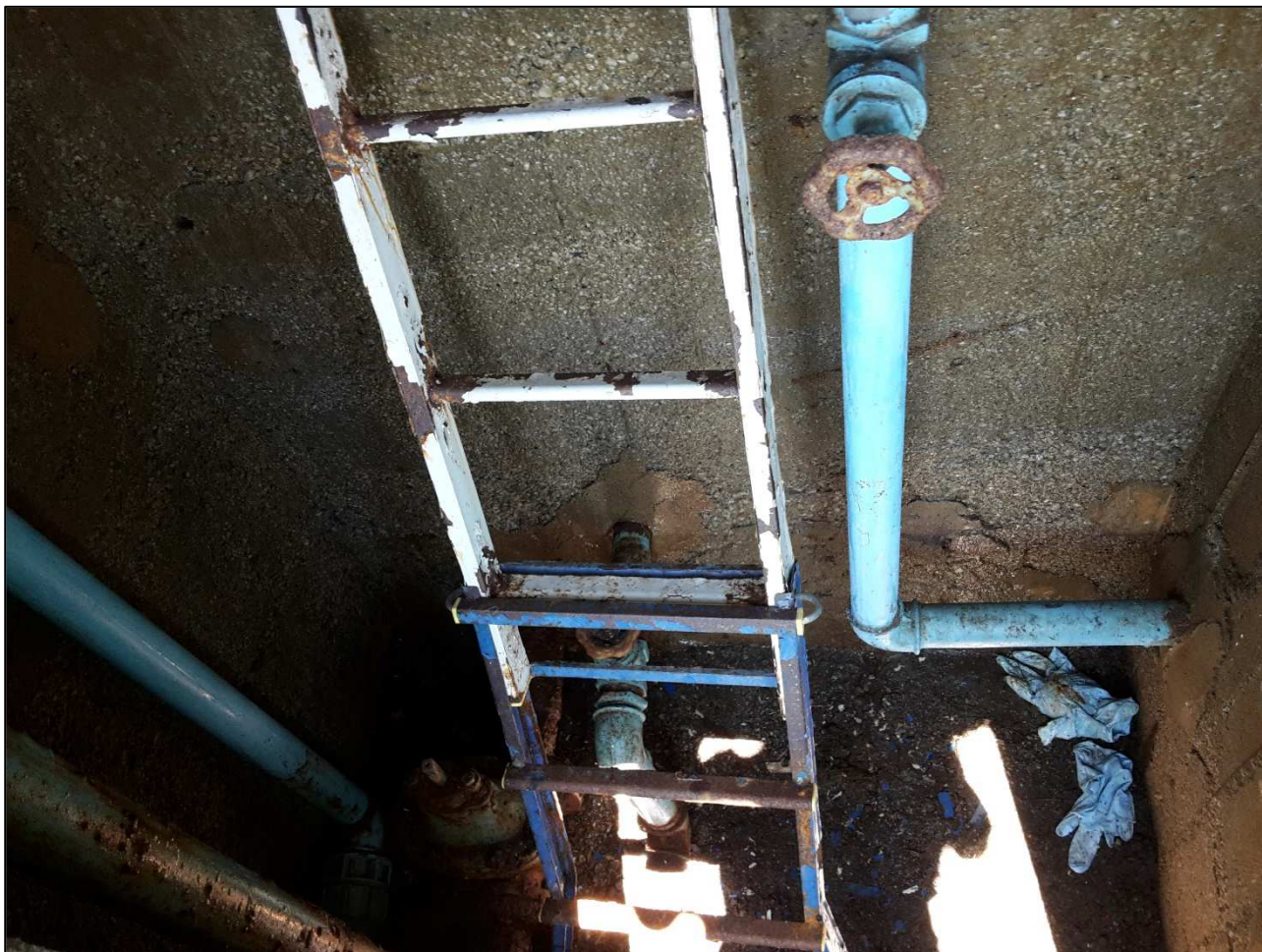


Figura 6 – Locale di manovra

Nel dettaglio, le condotte presenti all'interno del serbatoio sono una tubazione di adduzione in arrivo dalle sorgenti Dolca e Camaggiore, una condotta di sfioro che serve da adduzione verso il serbatoio della Località Noceno che, a sua volta, può alimentare l'acquedotto di Bellano. Tale collegamento non è attualmente utilizzato in quanto le sorgenti Camaggiore e Dolca non fanno parte del servizio idrico integrato e, in aggiunta, il serbatoio di Noceno ha altre adduzioni disponibili. Inoltre, sono presenti una tubazione di distribuzione verso la rete rurale di Camaggiore una di troppo pieno collegata alla condotta di scarico di fondo, che recapita nel reticolo idrico limitrofo al manufatto. Di seguito lo schema altimetrico della rete di acquedotto esistente.

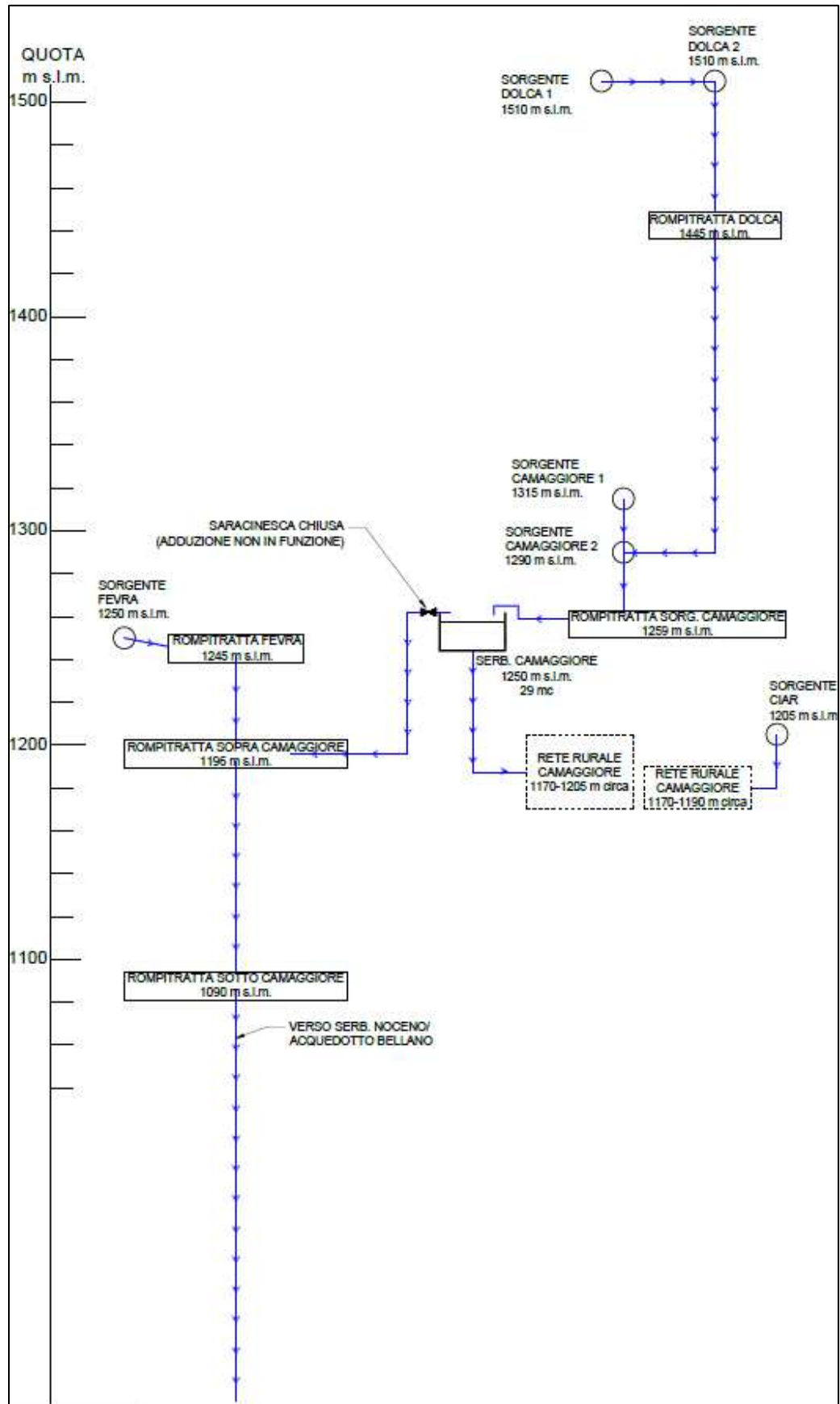


Figura 7 – Schema altimetrico della rete di acquedotto esistente

Non sono conosciute le caratteristiche (materiali, diametri e tracciati) delle tubazioni esistenti all'interno della località per il collegamento delle fontane e degli idranti.

Dalle analisi disponibili risulta che, sotto il profilo chimico, la risorsa idrica, ad oggi presente, non riscontri nessun tipo di problema in relazione alle caratteristiche di potabilità richieste dalla normativa vigente.

Nel presente progetto è stato previsto un trattamento di debatterizzazione mediante lampade UV al fine di evitare contaminazioni di origine biologica.

3 Opere in progetto

3.1 Generalità

Quanto segue è descritto nell'allegato G3.

Obiettivo del presente progetto è l'adeguamento dell'intero impianto di acquedotto a servizio della Località Camaggiore con installazione di impianto di potabilizzazione.

L'area, come detto nel precedente paragrafo, è servita, attualmente, sia dal serbatoio Camaggiore (alimentato dalle sorgenti Dolca e Camaggiore) sia, direttamente, dalla sorgente Ciar. Per poter progettare la nuova rete idrica a servizio della località si è tenuto conto sia delle sorgenti Dolca e Camaggiore, alimentanti il serbatoio di Camaggiore, sia la sorgente Ciar. Tuttavia, essendo quest'ultima posta a quota più bassa rispetto a quella del serbatoio Camaggiore, la soluzione di progetto prevede che la nuova rete idrica sia alimentata unicamente dal serbatoio di accumulo e, di conseguenza, unicamente dalle sorgenti Dolca e Camaggiore.

Si prevede la realizzazione ex novo della rete di distribuzione della località Camaggiore non essendo verificabile lo stato di conservazione delle tubazioni esistenti, che attualmente non fanno parte del SII. In particolare, la rete sarà realizzata mediante tubazione in PEAD DE75 PN16 PE100, avrà origine dal serbatoio Camaggiore (si veda elaborato G4) e si svilupperà, per una lunghezza complessiva di circa 180 m, al di sotto del sentiero che discende dal serbatoio sino all'area di parcheggio posta sulla strada sterrata di accesso alla località. In corrispondenza dell'area di sosta verrà realizzato un vano tecnico (il cui particolare è rappresentato negli elaborati G5.1 e G5.2) ospitante l'impianto di debatterizzazione a lampade UV, con relativa tubazione di scarico dell'acqua di controllo della temperatura verso il corso d'acqua riceettore appartenente al reticolo idrico minore, e gli organi idraulici accessori (n°1 filtro, n°1 valvola di riduzione di pressione, n°1 misuratore di portata, n°3 manometri, n°9 saracinesche).

La tubazione di distribuzione in PEAD DE75 PN16 PE100 in uscita dal vano tecnico sottopasserà, in corrispondenza dell'area di sosta, la strada sterrata che prosegue verso nord e discenderà lungo il sentiero che dal parcheggio porta alla Chiesa San Girolamo. Raggiunta la strada sterrata in prossimità della chiesa, la tubazione proseguirà, lungo il medesimo sentiero, verso il nucleo abitativo della località sino all'incrocio con la mulattiera che prosegue e, in parte, discende verso i restanti edifici del luogo.

Pertanto, in corrispondenza del suddetto incrocio, dalla tubazione principale si dirameranno due tratte di diametro minore: la prima, realizzata in PEAD DE63 PN16 PE100, sarà a servizio delle case poste nella zona sud-orientale della località mentre la seconda, di medesime caratteristiche della prima, permetterà l'alimentazione delle abitazioni situate nell'area nord-occidentale. In corrispondenza del nodo di diramazione verranno dunque installate tre saracinesche (una sulla tubazione principale e una su ciascun ramo) necessarie in caso di manutenzione alla rete. Lungo tutto lo sviluppo della condotta di adduzione/distribuzione saranno inoltre posizionati n°4 idranti DN50 con n.2 uscite UNI45: uno lungo la condotta principale a monte dell'abitato, uno in corrispondenza del nodo e due rispettivamente alle estremità dei rami secondari della rete.

Nel presente progetto è inoltre prevista la sostituzione della condotta di adduzione tra il serbatoio Camaggiore ed il casello rompitratta lungo la linea per Noceno mediante tubazione in PEAD DE75 PN16 PE100 di lunghezza pari a circa 232 m. La sostituzione prevede anche lo spostamento dell'attuale tracciato della condotta esistente. La nuova tubazione correrà infatti parallelamente alla nuova tubazione principale di adduzione/distribuzione che, dal serbatoio Camaggiore, trasporterà la risorsa idrica alla località.

Nell'immagine seguente è riportato uno stralcio planimetrico degli interventi in progetto e uno schema altimetrico della rete.

In seguito alla realizzazione delle opere in progetto, la rete idrica di Camaggiore rientrerà nel SII. Pertanto, sarà necessario integrare nella concessione delle captazioni di Bellano anche le sorgenti Camaggiore e Dolca.

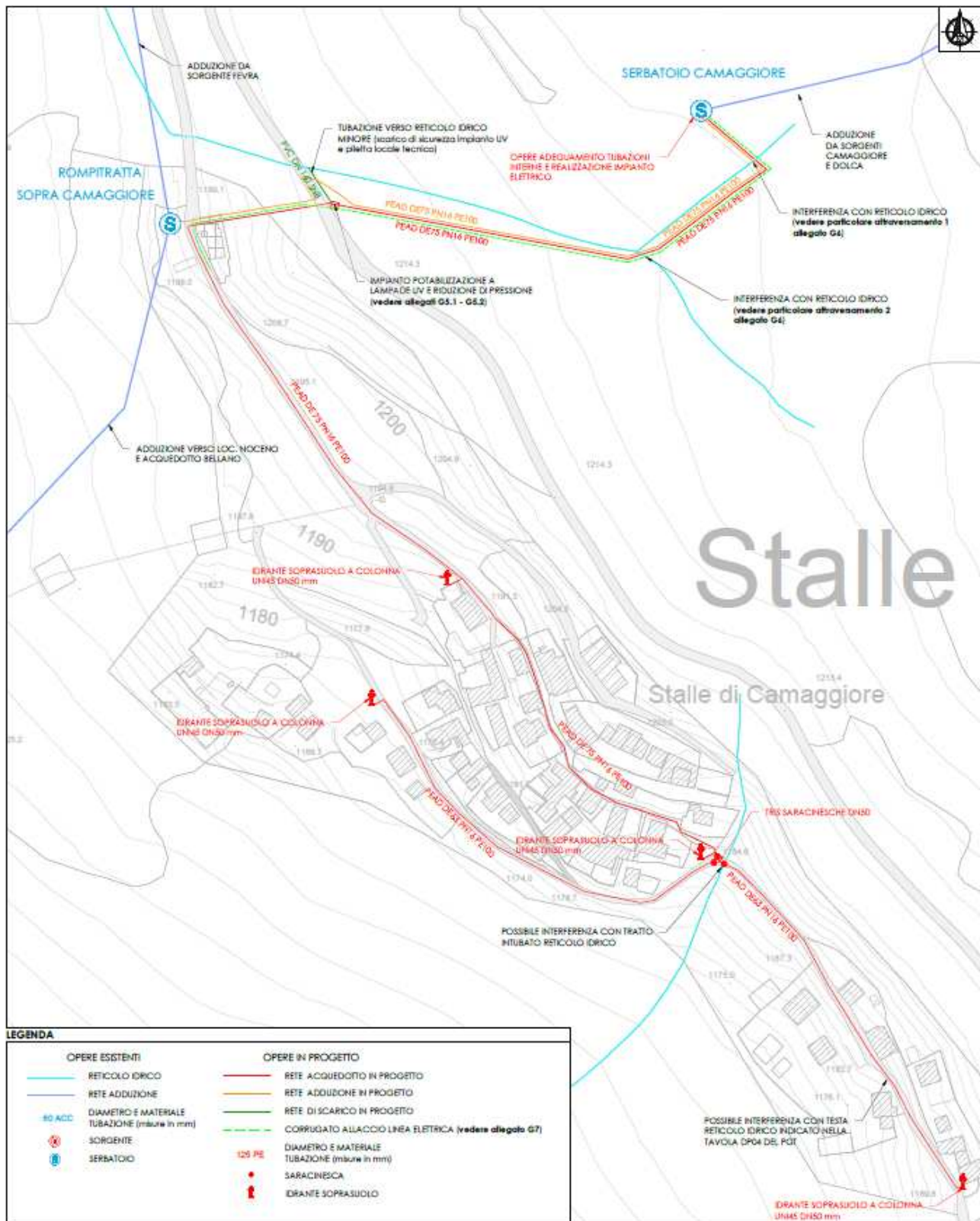


Figura 8 – Stralcio planimetrico rete di progetto

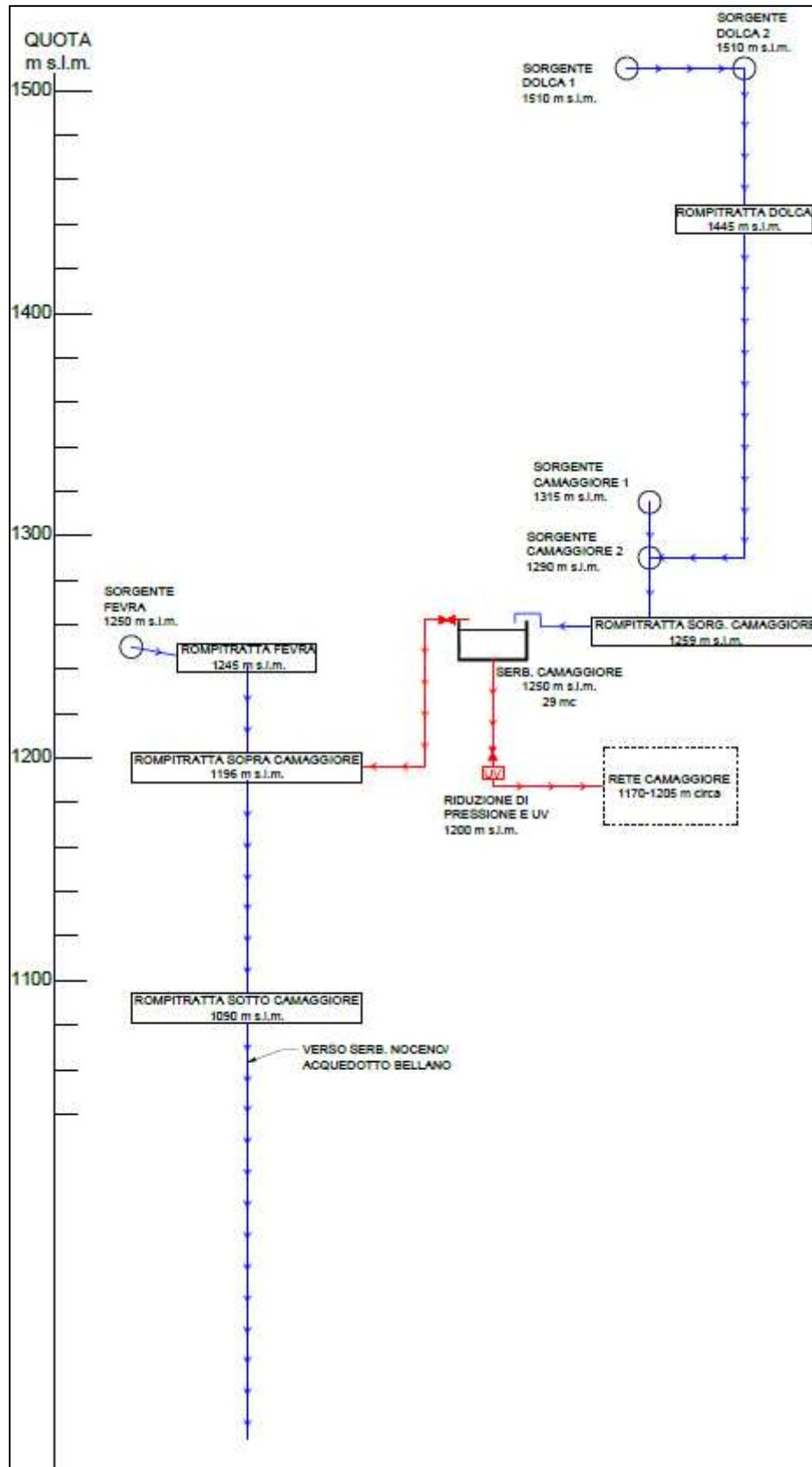


Figura 9 – Schema altimetrico rete in progetto

3.2 Schematizzazione della rete

Al fine della definizione delle portate e dei calcoli proposti nei successivi paragrafi, si è proceduto a schematizzare la rete secondo quanto riportato nell'immagine seguente.

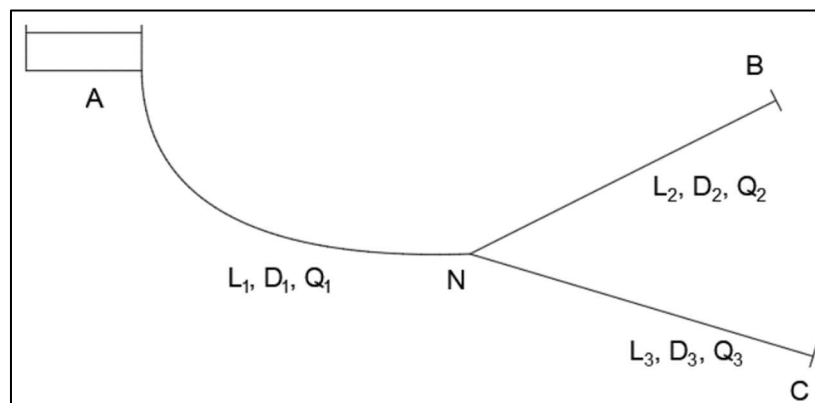


Figura 10 – Schematizzazione della rete in progetto

Il ramo A-N corrisponde alla condotta distributrice principale in PEAD DE75 PN16 PE100 che si sviluppa dal serbatoio di Camaggiore sino al nodo di diramazione.

Il ramo N-B corrisponde alla condotta distributrice in PEAD DE63 PN16 PE100 che dal nodo di diramazione prosegue fino alle ultime abitazioni poste nella parte sud-orientale della località.

Il ramo N-C corrisponde alla condotta distributrice in PEAD DE63 PN16 PE100 che dal nodo di diramazione discende verso il nucleo abitativo della località posto nella parte nord-occidentale del luogo.

3.3 Definizione delle portate

La portata media richiesta dalle utenze servite dalla condotta in progetto è stata in una prima fase determinata a partire dalla definizione della popolazione da servire attraverso la nuova rete in progetto.

Il numero di abitanti della località, come comunicato dal Comune di Bellano in data 19/01/2021 per mezzo mail, è stato stimato in circa n°350 A.E. unicamente fluttuanti.

La dotazione idrica pro-capite è stata definita a partire da quanto indicato nel Piano di Risanamento delle Acque di Regione Lombardia. La Regione ha infatti stabilito una dotazione base di 200 l/ab/g alla quale aggiungere i seguenti incrementi:

<i>Classe demografica (riferita agli abitanti residenti)</i>	<i>D [l/(ab. giorno)]</i>
< 5 000 ab.	60
5 000 ÷ 10 000 ab.	80
10 000 ÷ 50 000 ab.	100
50 000 ÷ 100 000 ab.	120
> 100 000 ab.	140
Popolazione stabile non residente (ospiti di ospedali, caserme, collegi, ecc.)	200
Popolazione fluttuante con pernottamento (alberghi, camping, seconde case, ecc.)	200
Popolazione senza pernottamento, compresi gli addetti alle attività lavorative:	80

Tabella 1 – Incrementi della dotazione idrica di base – Regione Lombardia

Per il caso in esame, data la natura pressoché stagionale delle utenze, si è adottato un valore di dotazione idrica pro-capite di 200 l/A.E./g corrispondente ad un centro con popolazione fluttuante con pernottamento (alberghi, camping, seconde case, ecc.). Considerata la stagionalità dell'utilizzo della risorsa idrica si è inoltre ipotizzato un consumo della stessa per circa 120 giorni l'anno. Sulla base di ciò si è calcolata la portata media annua:

$$Q_a = \frac{D \cdot A.E.}{24 \cdot 3600} \cdot \frac{n}{365} = 0,27 \text{ l/s}$$

Dove:

- D è la dotazione idrica pro-capite pari a 200 l/ab/g;
- A.E. è il numero di abitanti equivalenti pari a 350;
- n è il numero di giorni annui di consumo della risorsa idrica pari a 120;

Dalla portata media annua (Q_a) sono state definite la portata media del giorno di massimo consumo (Q_g) e la portata massima oraria del giorno di massimo consumo (Q_p):

$$Q_g = Q_a \cdot C_g$$

$$Q_p = Q_a \cdot C_p$$

Dove:

- Q_a è la portata media annua [l/s];
- C_g è il coefficiente di punta giornaliero [-];
- C_p è il coefficiente di punta orario [-];

I valori di C_g e C_p sono stati desunti dalla bibliografia tecnica di riferimento secondo la tabella di seguito riportata (cfr. "Tab. 1.13 – Acquedotti – Guida alla Progettazione – Valerio Milano – Hoepli").

Conglomerato	C_g	C_p
Importanza medio-bassa	1,3	1,82
Importanza media	1,24	1,67
Importanza medio-alta	1,21	1,57
Importanza molto grande	1,18	1,46
Piccoli centri abitati	1,3	5,96

Tabella 2 – Valori di riferimento dei coefficienti C_g e C_p

Nel caso in esame la Località Camaggiore è stata assoggettata ad un piccolo centro abitato. Ne segue che i valori di C_g e C_p utilizzati sono rispettivamente pari a 1,3 e 5,96. La portata media del giorno di massimo consumo (Q_g) e la portata massima oraria del giorno di massimo consumo (Q_p) sono dunque pari a:

$$Q_g = Q_a * C_g = 0,35 \text{ l/s}$$

$$Q_p = Q_a * C_p = 1,61 \text{ l/s}$$

Dato il ridotto numero di abitanti serviti e, di conseguenza, della ridotta portata di punta oraria nel giorno di massimo consumo, per il dimensionamento delle opere in progetto si è ritenuto più opportuno tenere conto del numero di apparecchi (docce, lavabi, ecc.) da alimentare e della conseguente portata da essi erogata.

Nella seguente tabella si riportano le portate medie erogate dai singoli apparecchi definite dalla normativa europea UNI EN 806:2008.

TIPO APPARECCHIO	UNI EN 806	
	PORTATA UNITARIA	UNITA' DI CARICO
lavello cucina	0,15 l/s	1,5
lavabo	0,075 l/s	0,75
bidet	0,075 l/s	0,75
doccia	0,15 l/s	1,5
vasca	0,15 l/s	1,5
vaso a cassetta	0,3 l/s	3
lavabiancheria	0,2 l/s	2
lavastoviglie	0,2 l/s	2

Tabella 3 – Portata ed unità di carico per singolo apparecchio

Le utenze della Località Camaggiore nel periodo estivo sono costituite da n°50 abitazioni ciascuna ipotizzata costituita da 2 appartamenti. Per ciascun appartamento si è ipotizzata la presenza di un bagno (composto da n°1 lavabo, n°1 bidet, n°1 doccia, n°1 vaso a cassetta e n°1 lavabiancheria) e di una cucina (composta da n°1 lavello).

L'unità di carico complessiva nel caso in esame (corrispondente a 10 volte la portata unitaria) è pertanto pari a circa 950 UC (portata totale di 95 l/s).

Le portate di progetto sono inferiori alle portate totali poiché tengono conto di un fattore di contemporaneità di utilizzo dell'apparecchio. A tal proposito la normativa europea fa riferimento ad un diagramma riportato nel seguito:

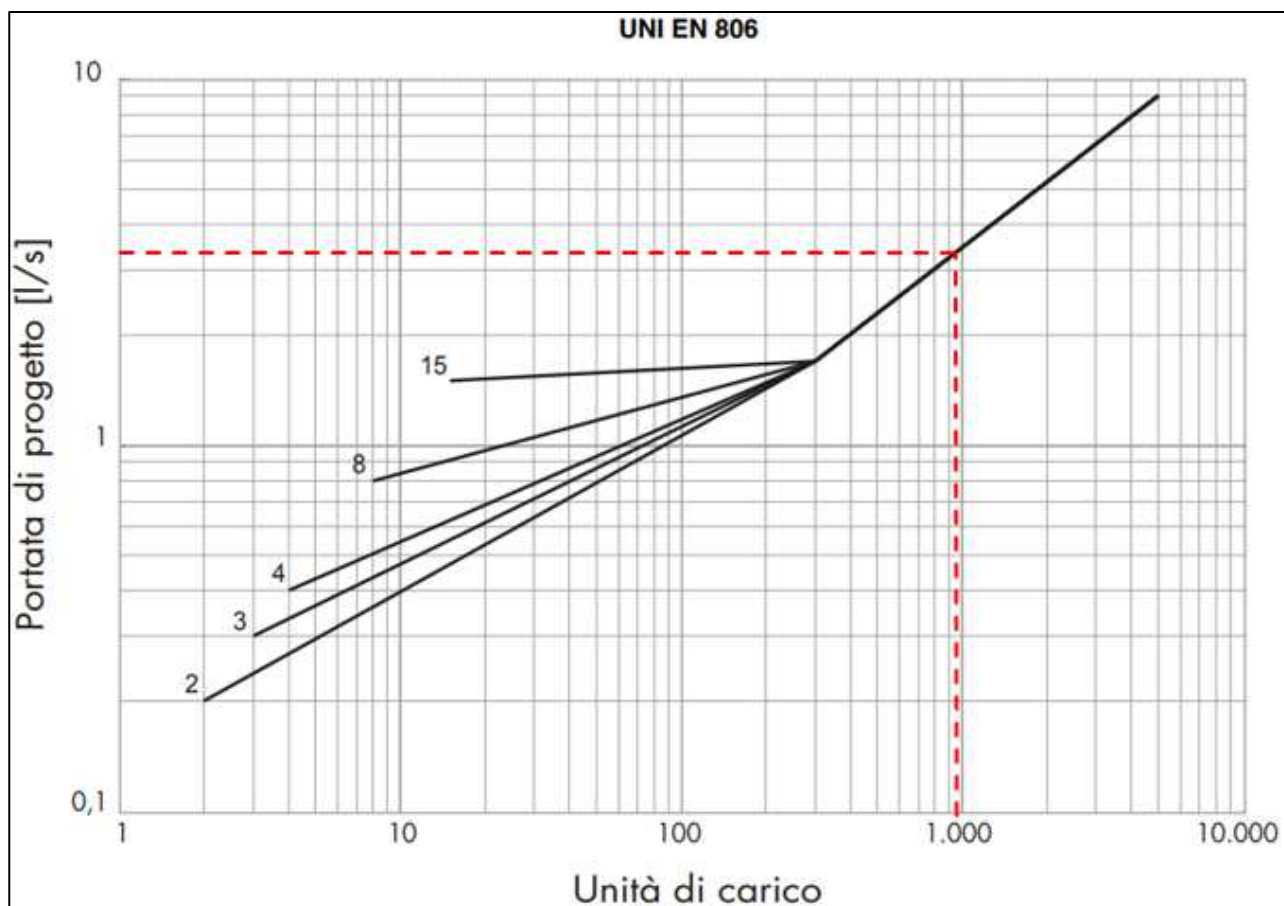


Figura 11 – Portata di progetto in l/s rispetto alle unità di carico totali

La portata di progetto stimata nel periodo estivo è pari a circa 3,3 l/s (valore circa 2 volte superiore rispetto alla portata di punta nel giorno di massimo consumo determinata sulla base del numero di abitanti equivalenti e della dotazione idrica pro – capite).

Il ramo A-N è stato dimensionato per il valore di 3,3 l/s (Q_{A-N}) essendo la condotta adduttrice/distributrice principale a servizio dell'intera località. I rami N-B e N-C sono stati dimensionati per valori di portata più bassi definiti tenendo conto del numero di abitazioni servite da ciascuno di essi. Il ramo N-B serve 12 abitazioni mentre il ramo N-C è a servizio di 16 abitazioni. Pertanto, effettuate le medesime considerazioni di cui sopra, si ottengono i seguenti valori di portata:

$$Q_{N-B} = 0,792 \text{ l/s}$$

$$Q_{N-C} = 1,056 \text{ l/s}$$

3.4 Condotte in pressione della nuova rete

Il dimensionamento di una condotta in pressione è idraulicamente determinato e può essere risolto applicando l'equazione del moto:

$$Y = L \cdot J + \sum P_C$$

Dove:

- Y è la differenza tra i carichi totali a monte e a valle della condotta;
- L è la lunghezza della condotta
- J è la cadente piezometrica, funzione della portata Q, del diametro D e delle caratteristiche di scabrezza della tubazione;
- P_C sono le perdite di carico concentrate presenti lungo la condotta dovute a curve, gomiti, saracinesche, valvole e, in generale, a manufatti di misura e controllo inseriti lungo la condotta.

Nel caso di moto turbolento per la determinazione della cadente piezometrica può essere utilizzata l'equazione di Chezy con coefficiente di resistenza di Strickler:

$$J = \frac{10,29}{K_s^2} \cdot \frac{Q^2}{D^{5,33}}$$

Dove:

- K_s è il valore di scabrezza delle tubazioni.

Per quanto riguarda il calcolo delle perdite di carico delle perdite di carico concentrate si fa invece riferimento alla formula seguente:

$$P_C = a \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dove:

- a è un parametro che dipende dal tipo di perdita;
- v è la velocità nella condotta in m/s;
- g è l'accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s².

Tipo di perdita concentrata	α
Imbocco spigolo vivo	0.50
Imbocco rientrante	1.00
Imbocco arrotondato	0.10
Sbocco spigolo vivo	1.00
Sbocco conico	0.50
Saracinesca aperta	0.20
Saracinesca semiaperta	1.00
Valvola a farfalla	0.50
Valvola di fondo	1.25
Gomito 90°	1.00
Gomito 60°	0.60
Gomito 45°	0.40

Tabella 4 – Coefficienti perdita concentrata

Nel caso in esame le condotte in progetto sono 3:

- Ramo A-N, della lunghezza complessiva di circa 330 m (dal locale tecnico dove è presente la valvola riduttrice di pressione alla diramazione) e dimensionato per il trasporto di una portata di 3,3 l/s;
- Ramo N-B, della lunghezza complessiva di circa 134 m (dalla diramazione al gruppo di case verso S-E) e dimensionato per il trasporto di una portata di 0,792 l/s;
- Ramo N-C, della lunghezza complessiva di circa 142 m (dalla diramazione al gruppo di case verso N-O) e dimensionato per il trasporto di una portata di 1,056 l/s.

Le equazioni a disposizione per descrivere il funzionamento della rete di condotte in progetto sono le seguenti:

$$\begin{cases} Z_A - H_N = J_1 * L_1 \\ H_N - Z_B = J_2 * L_2 \\ H_N - Z_C = J_3 * L_3 \end{cases}$$

Il sistema di equazioni è matematicamente determinato essendo note le quote geodetiche (Z_A , Z_B e Z_C), le lunghezze dei rami (L_1 , L_2 e L_3) e le cadenti piezometriche (J_1 , J_2 e J_3) avendo scelto per il ramo A-N una tubazione in PEAD DE75 PN16 PE100 e per i rami N-B e N-C una tubazione in PEAD DE63 PN16 PE100.

Di seguito si riportano i valori sia delle quote geodetiche sia delle grandezze di funzionamento delle condotte sia a tubi nuovi sia a tubi usati:

Nodo	Z [m s.l.m.]
A	1227
N	1185
B	1190
C	1176

Tabella 5 – Quote geodetiche

	RAMO A-N		RAMO N-B		RAMO N-C	
	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO
MATERIALE	PEAD DE75 PN16 PE100		PEAD DE63 PN16 PE100		PEAD DE63 PN16 PE100	
K_s [m ^{1/3} /s]	100	85	100	85	100	85
L [m]	330		134		142	
D [mm]	61,4		51,4		51,4	
Q [l/s]	3,3		0,792		1,056	
J [m/m]	0,0325	0,0451	0,0048	0,0067	0,0086	0,0119
J*L [m]	10,74	14,87	0,65	0,90	1,22	1,69
ΣP_c [m]	1					

Tabella 6 – Caratteristiche e grandezze di funzionamenti dei rami in progetto (tubi nuovi e usati)

Definiti i valori dei parametri di funzionamento si sono calcolati i valori dei carichi sia in condizione di tubi nuovi che di tubi usati:

	NUOVO	USATO
H_A [m s.l.m.]	1227	1227
H_B [m s.l.m.]	1214,61	1211,24
H_C [m s.l.m.]	1214,04	1210,44
H_N [m s.l.m.]	1215,26	1212,13

Tabella 7 – Carichi geodetici (tubi nuovi e usati)

Eseguito il dimensionamento della rete si sono effettuate le seguenti verifiche sia a tubi nuovi che a tubi usati:

- Velocità medie dell'acqua comprese tra 0,5 m/s e 2 m/s;
- Pressioni ai nodi comprese tra i 20 m e gli 80 m in colonna d'acqua in condizioni di massima portata nel giorno di massimo consumo ipotizzando che il livello idrico nel serbatoio sia minimo;
- Oscillazioni di pressione ai nodi, dovute alle variazioni durante la giornata delle portate richieste, non superiori ai 20÷25 m.

Verifica velocità medie

	RAMO A-N		RAMO N-B		RAMO N-C	
	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO
v [m/s]	1,11		0,38		0,51	
Verifica	OK		NO		OK	

Tabella 8 – Verifica velocità medie (tubi nuovi e usati)

Le velocità medie sono comprese nel campo di ammissibilità $0,5 \text{ m/s} \div 2 \text{ m/s}$ ad eccezione del ramo N-B dove la velocità, considerata la bassa portata, è di poco inferiore al limite minimo di $0,5 \text{ m/s}$. Inoltre, si ritiene adeguata la tubazione De63 al fine di garantire la portata necessaria agli idranti in progetto (DN50).

Verifica pressioni ai nodi

	NODO A		NODO B		NODO C		NODO N	
	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO
p/y [m]	0,00	0,00	24,61	21,24	38,04	34,44	30,26	27,13
p [bar]	0,00	0,00	2,41	2,08	3,73	3,38	2,97	2,66
Verifica	-		OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabella 9 – Verifica pressioni ai nodi (tubi nuovi e usati)

Le pressioni ai nodi sono tutte comprese nel campo di ammissibilità $20 \text{ m} \div 80 \text{ m}$.

Verifica oscillazione di pressione ai nodi

	NODO A		NODO B		NODO C		NODO N	
	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO	NUOVO	USATO
p/y statica [m] ¹	0,00	0,00	37		51		42	
p/y [m]	0,00	0,00	24,61	21,24	38,04	34,44	30,26	27,13
Δ [m] ²	0,00	0,00	12,39	15,76	12,96	16,56	17,74	14,87
Verifica	-		OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabella 10 – Verifica oscillazione di pressione ai nodi (tubi nuovi e usati)

Le oscillazioni ai nodi sono tutte inferiori al limite massimo di 25 m .

¹ Definita, per ciascun nodo, come differenza tra il carico geodetico (H) e la quota geodetica (Z)

² Definita, per ciascun nodo, come differenza tra p/y statica e p/y

3.5 Condotta in pressione di adduzione tra il serbatoio Camaggiore ed il casello rompitratta verso Noceno

Allo stato attuale in uscita dal serbatoio Camaggiore sono presenti due scarichi di troppo pieno. Il primo recapita le acque in eccesso all'interno del corso d'acqua che scorre nelle immediate vicinanze del serbatoio. Il secondo può fungere da alimentazione al casello rompitratta della linea di adduzione per Noceno ma, attualmente, la tubazione di alimentazione al casello non è utilizzata in quanto, come già detto, le sorgenti Camaggiore e Dolca non fanno parte del servizio idrico integrato e il serbatoio di Noceno ha altre adduzioni disponibili.

Nell'immagine seguente viene mostrato uno stralcio planimetrico dello stato attuale in cui sono visibili il serbatoio Camaggiore, il casello rompitratta sopra Camaggiore e la condotta di adduzione, attualmente dismessa, di collegamento tra i due manufatti.

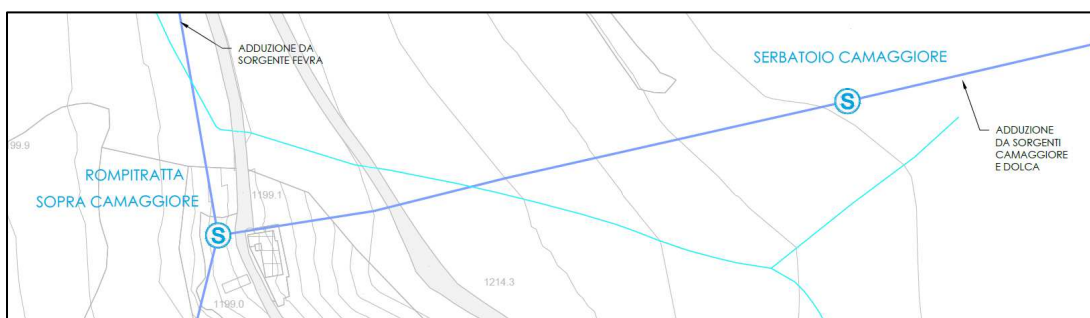


Figura 12 – Stralcio planimetrico dello stato di fatto tra il serbatoio Camaggiore ed il casello rompitratta sopra Camaggiore

La nuova tubazione adduttrice di collegamento sarà realizzata in PEAD DE75 PN16 PE100 e seguirà, come da immagine seguente, un nuovo tracciato in quanto scorrerà parallelamente alla nuova condotta adduttrice principale in progetto per la Località Camaggiore.

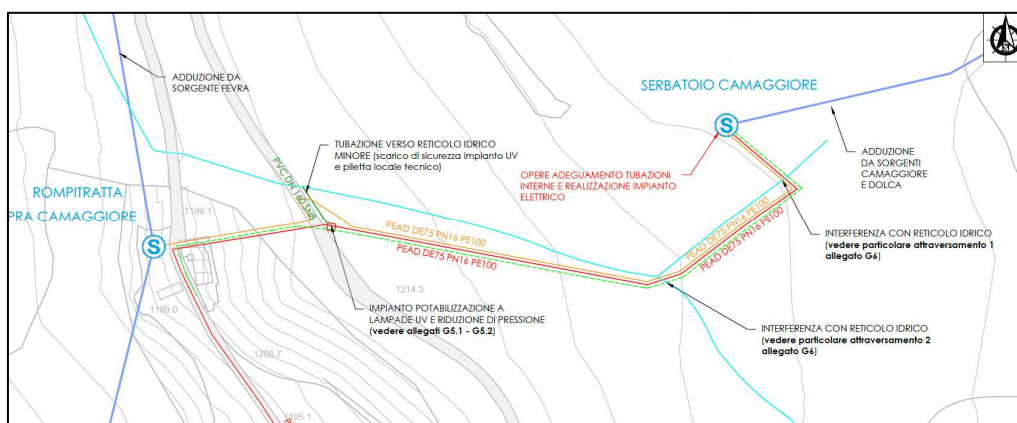


Figura 13 – Stralcio planimetrico dello stato di progetto tra il serbatoio Camaggiore ed il casello rompitratta sopra Camaggiore

Per la nuova tubazione di collegamento è stato effettuato il calcolo della massima portata defluente, in condizioni di moto permanente, tra il serbatoio Camaggiore di monte e il casello rompitratta di valle. La portata è stata determinata risolvendo direttamente l'equazione del moto:

$$Y = Z_A - Z_B = L \cdot J + \sum P_C$$

Dove:

- Y è la differenza tra le quote geodetiche del serbatoio di monte e del serbatoio di valle;
- L è la lunghezza della condotta
- J è la cadente piezometrica, funzione della portata Q, del diametro D e delle caratteristiche di scabrezza della tubazione;
- P_C sono le perdite di carico concentrate presenti lungo la condotta dovute a curve, gomiti, saracinesche, valvole e, in generale, a manufatti di misura e controllo inseriti lungo la condotta.

Nel caso di moto turbolento per la determinazione della cadente piezometrica può essere utilizzata l'equazione di Chezy con coefficiente di resistenza di Strickler:

$$J = \frac{10,29}{K_s^2} \cdot \frac{Q^2}{D^{5,33}}$$

Dove:

- K_s è il valore di scabrezza delle tubazioni.

Per quanto riguarda il calcolo delle perdite di carico delle perdite di carico concentrate si fa invece riferimento alla formula seguente:

$$P_C = a \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dove:

- a è un parametro che dipende dal tipo di perdita (vedasi tab. 4);
- v è la velocità nella condotta in m/s;
- g è l'accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s².

Di seguito si riportano i valori sia delle quote geodetiche dei due serbatoi sia delle grandezze di funzionamento della condotta sia a tubi nuovi sia a tubi usati:

	NUOVO	USATO
Z _A [m s.l.m.]	1252	
Z _B [m s.l.m.]	1196	
L [m s.l.m.]	230	
K _s [m ^{1/3} /s]	100	85
D [mm]	61,4	
ΣP _C [m]	-	
Q [l/s]	9,03	7,67

Tabella 11 – Dimensionamento condotta di adduzione tra il serbatoio Camaggiore e il casello rompitratta sopra Camaggiore (tubi nuovi e usati)

3.6 Locale tecnico e impianto di debatterizzazione a raggi UV

Tra le opere in progetto è prevista l'installazione di un impianto di disinfezione a lampade UV sulla condotta adduttrice principale verso la distribuzione alle utenze della località. Si è optato per questo sistema di disinfezione in considerazione delle condizioni particolari di accesso del luogo. Infatti, si renderebbe difficoltoso l'utilizzo, ad esempio, di sistemi di disinfezione tramite dosaggio di ipoclorito di sodio che necessita di frequenti trasporti del reagente al serbatoio, soprattutto nei mesi invernali in caso di neve.

L'impianto sarà ospitato all'interno di un apposito vano tecnico prefabbricato che verrà installato in corrispondenza della piazzola di sosta posta sopra all'abitato di Camaggiore. Il locale tecnico avrà dimensioni interne di 200x210xh.220cm e conterrà il debatterizzatore e le apparecchiature idrauliche costituite da n°1 filtro, n°1 valvola di riduzione di pressione, n°1 misuratore di portata, n°3 manometri, n°9 saracinesche. Il manufatto sarà inserito all'interno del versante attualmente protetto da una scogliera in massi di pietra per il contenimento della terra nel piazzale.



Figura 14 – Stato di fatto del piazzale ospitante il nuovo locale tecnico



Figura 15 – Stato di progetto del piazzale ospitante il nuovo locale tecnico

L'accesso al locale avverrà da una porta inserita sul prospetto frontale del prefabbricato. L'opera sarà realizzata in calcestruzzo confezionato con cemento tipo Portland I 52,5R Alta Resistenza ai Solfati e possiede una classe di resistenza a compressione minima C45 ($R_{ck} > 45 \text{ N/mm}^2$), una classe di consistenza S2 e una classe di esposizione XA2 (secondo UNI EN 206-1). L'armatura sarà realizzata con barre di acciaio nervate B450C.

Si rimanda all'elaborato T4 -Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici per una descrizione più dettagliata delle caratteristiche specifiche del vano tecnico.

Per il dimensionamento dell'impianto è necessario stimare la portata massima transitante dalla lampada (portata di punta del giorno di massimo consumo).

Usualmente si considerano le dotazioni idriche medie (o i consumi medi ricavati dalle letture periodiche dei contatori delle utenze) per ricavare la portata media Q_m , applicando adeguati coefficienti per calcolare la portata media del giorno di massimo consumo (Q_g) e la portata di punta (Q_p).

Nel caso specifico, come già indicato nel paragrafo 3.3 della presente relazione, considerato il ridotto numero di abitanti serviti e, di conseguenza, della ridotta portata di punta oraria nel giorno di massimo consumo e, in assenza di misurazioni di portata, per il dimensionamento delle opere in

progetto si è ritenuto più opportuno tenere conto del numero di apparecchi (docce, lavabi, ecc.) da alimentare e della conseguente portata da essi erogata.

Premesso ciò è stata stimata la portata di progetto nel periodo estivo pari a circa 3,3 l/s.

Tale valutazione è supportata anche dai risultati di misure effettuate su agglomerati montani simili alla Località Camaggiore in cui si è riscontrata la presenza di picchi di portata notevolmente superiori al valore medio durante particolari momenti di giornate festive. A titolo esemplificativo nell'immagine seguente è riportato il picco di portata registrato nel giugno 2017 in uscita dal serbatoio di Giumello (Figura 16).

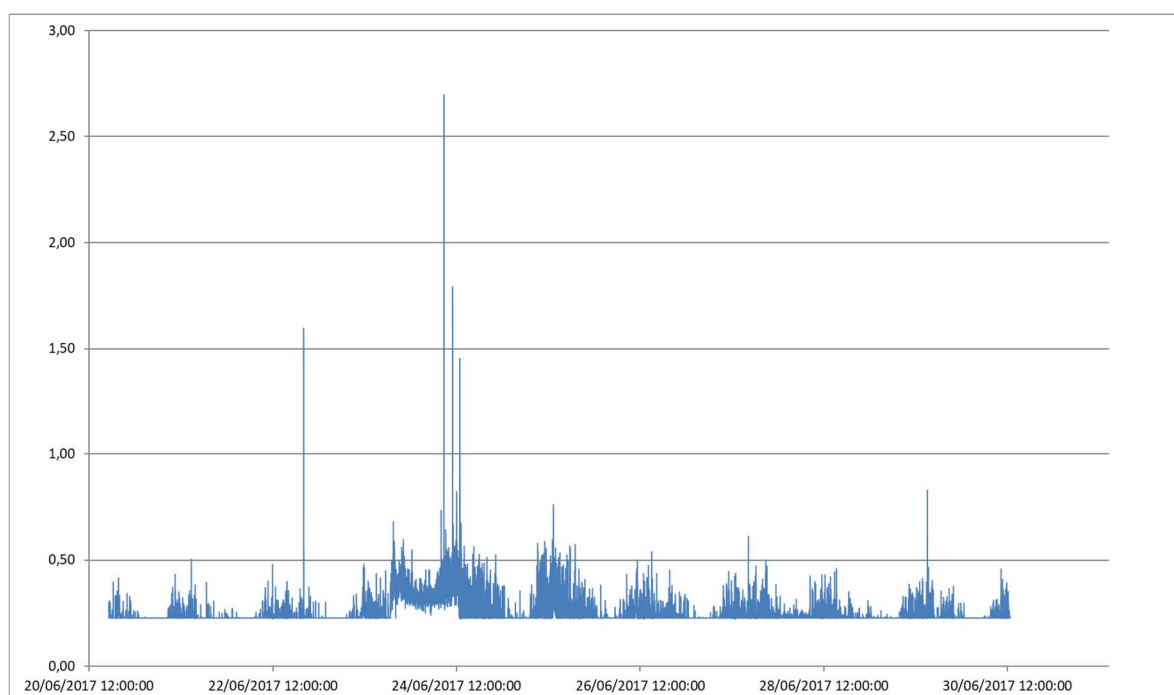


Figura 16 – Andamento delle portate in uscita dal Serbatoio di Giumello registrate durante la campagna di misurazioni effettuata nel giugno 2017

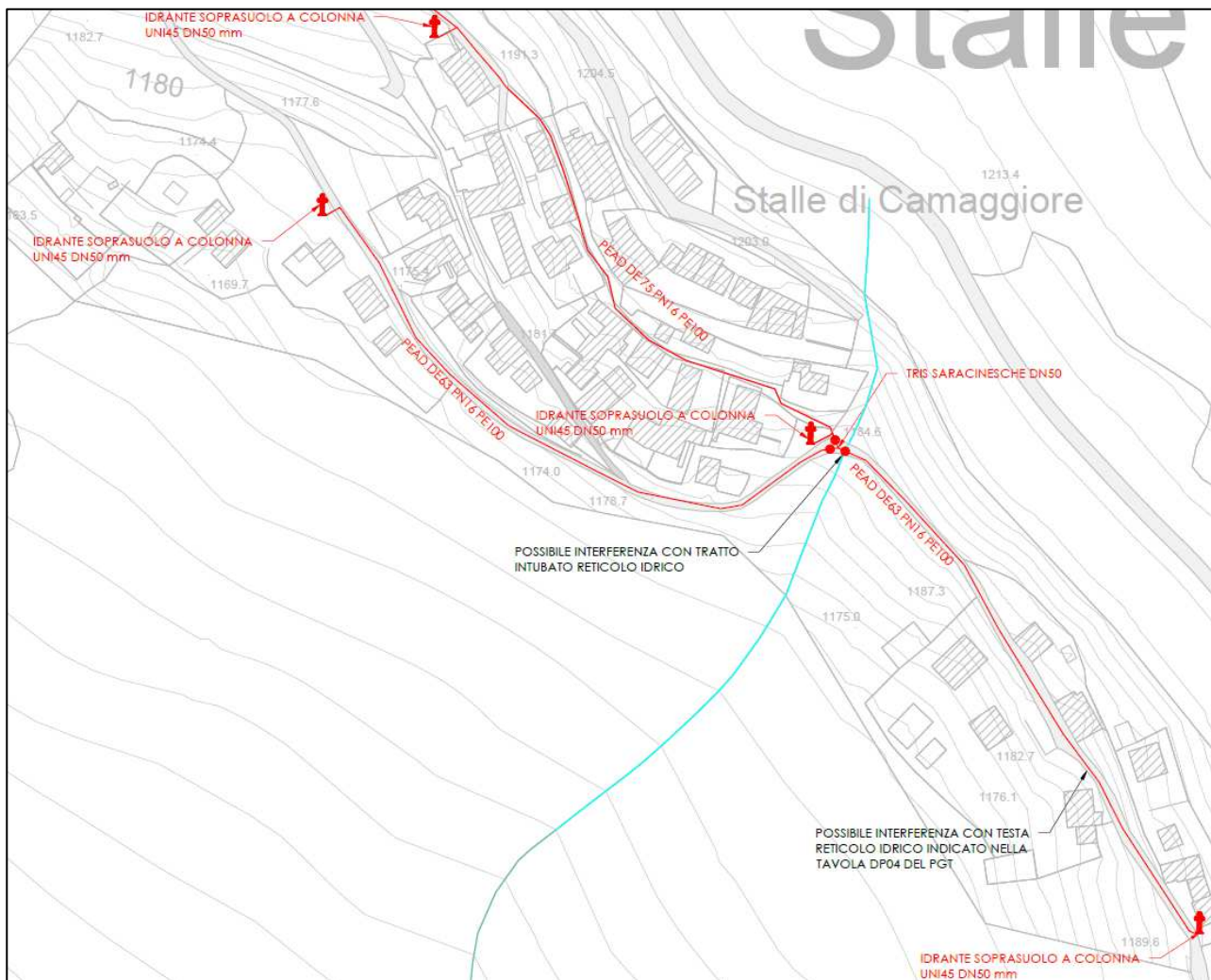
Il debatterizzatore sarà gestito da relativo quadro elettrico e sarà di tipo intubato, configurato per l'installazione verticale e dotato in entrata e in uscita di attacchi idraulici E/U 2" ½ GAS M contrapposti compatibili con la tubazione di progetto in PEAD DE75 PN16 PE100. La camera sarà realizzata in acciaio inox AISI 304 capace di operare ad una pressione massima di esercizio pari a 7 bar. Il debatterizzatore sarà dotato di n°2 lampade a bassa pressione ed alta intensità, aventi una potenza pari a 87W nominale ed una durata garantita di minimo 8000 ore.

Nel nuovo locale tecnico dovrà essere realizzato un impianto elettrico composto da quadro generale dotato di interruttore con riarmo automatico, n° 1 punto luce e n° 1 presa e collegamento quadro impianto UV. Per l'alimentazione elettrica del manufatto, dovrà essere posata una condotta passacavi interrata e relativi pozzetti.

Per le caratteristiche specifiche dei componenti dell'impianto si veda l'allegato T4 -Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

3.7 Idranti

È prevista, tra le opere in progetto, l'installazione di n° 4 idranti in grado di fornire acqua durante tutte le fasi di un incendio. Gli idranti saranno localizzati in punti distinti della località come da immagine seguente.

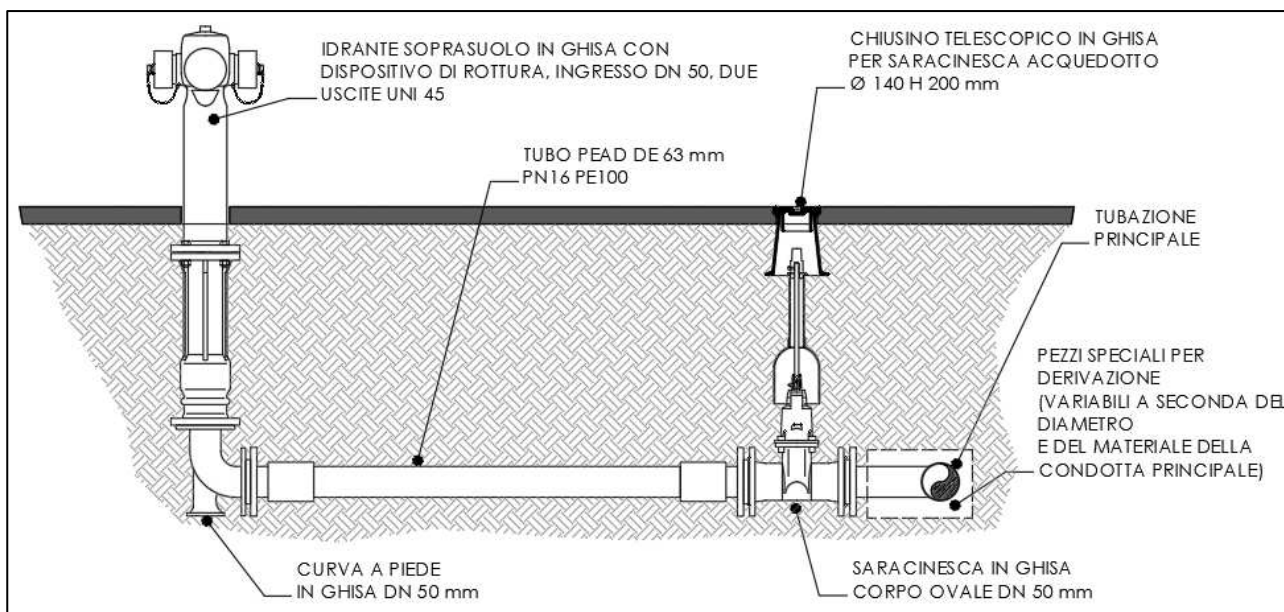


Ciascun idrante avrà una configurazione sopra suolo con dispositivo di rottura e sarà costituito da una colonna dotata di sbocchi unificati. Per ogni idrante è prevista una dotazione di corredo composta da due attacchi UNI 45.

Sulla linea di derivazione a cui viene collegato ogni idrante è posizionata una saracinesca di intercettazione, per poter eseguire eventuali operazioni di manutenzione senza interrompere la rete principale. È inoltre presente una curva a piede in ghisa per non far gravare il peso dell'idrante direttamente sulla tubazione.

Sarà predisposta ghiaia di pezzatura grossa nella parte interrata che si trova in corrispondenza del foro di drenaggio e un massetto sotto al gomito a piede.

Nell'immagine seguente si riporta la sezione di posa dell'idrante.



3.8 Risoluzione interferenze

La nuova condotta adduttrice principale della rete in progetto e la nuova tubazione di adduzione tra il serbatoio Camaggiore ed il casello rompitratta verso Noceno intersecano, in due punti distinti, un corso d'acqua appartenente al retico idrico minore. Tali intersezioni sono indicate nello stralcio planimetrico riportato nell'immagine seguente (punti 1 e 2).

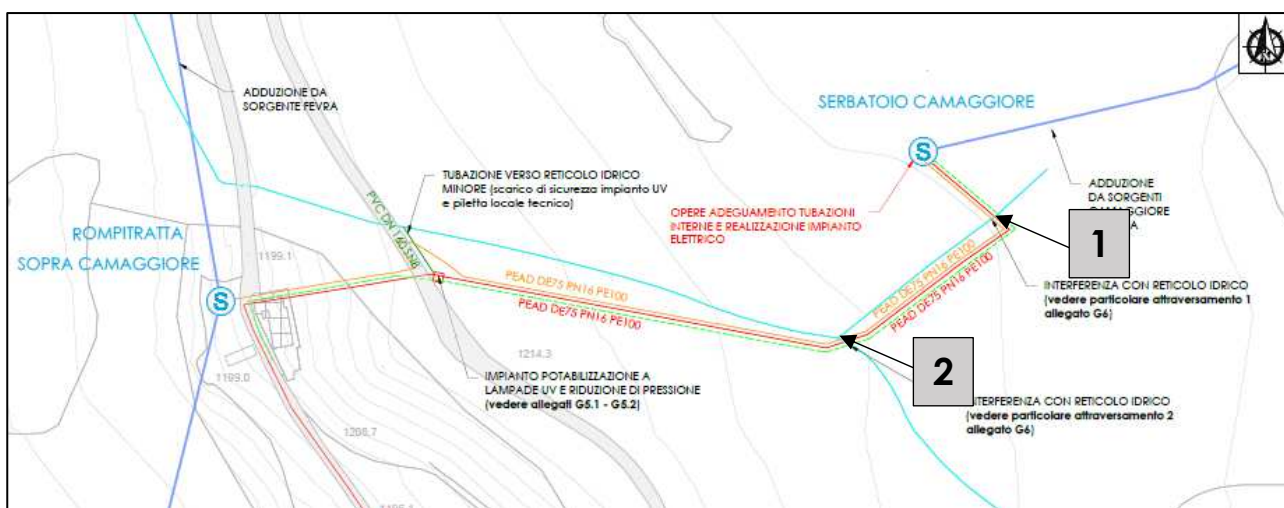


Figura 17 – Intersezioni tubazioni in progetto con il reticolo idrico

Le due tubazioni, che corrono parallelamente nel tratto compreso tra il serbatoio Camaggiore e la Chiesa San Martino, sottopasseranno il corso d'acqua garantendo un grado di ricoprimento rispetto

al fondo alveo di 0,50 m. Le condotte, inoltre, saranno annegate in opportuno bauletto in cls delle dimensioni di 0,25 m x 0,25 m al fine di fornire maggiore protezione alle stesse.

Nelle immagini seguenti sono riportati i particolari degli attraversamenti 1 e 2.

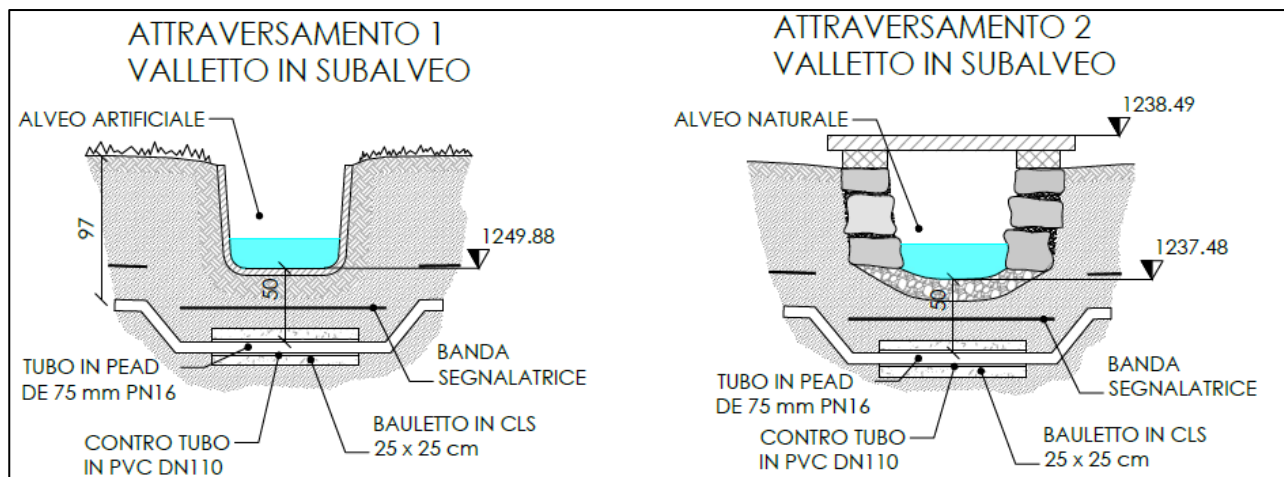


Figura 18 – Particolari attraversamenti

Per quanto riguarda le interferenze con altri sottoservizi, si segnala la presenza di cavi di rete a bassa tensione lungo le strade della località Camaggiore, come riportato nella mappa a pagina seguente. Nel computo metrico estimativo delle opere è stata prevista l'esecuzione di buche di assaggio per l'individuazione delle interferenze con le condotte in progetto.

Prima dell'esecuzione dei lavori sarà necessario coordinare tempestivamente un sopralluogo con l'ente gestore per la segnalazione puntuale dei cavi, e in fase esecutiva dovrà essere adottata la massima prudenza usando ogni precauzione idonea ad evitare danneggiamenti dei sottoservizi e il rischio di gravi infortuni.

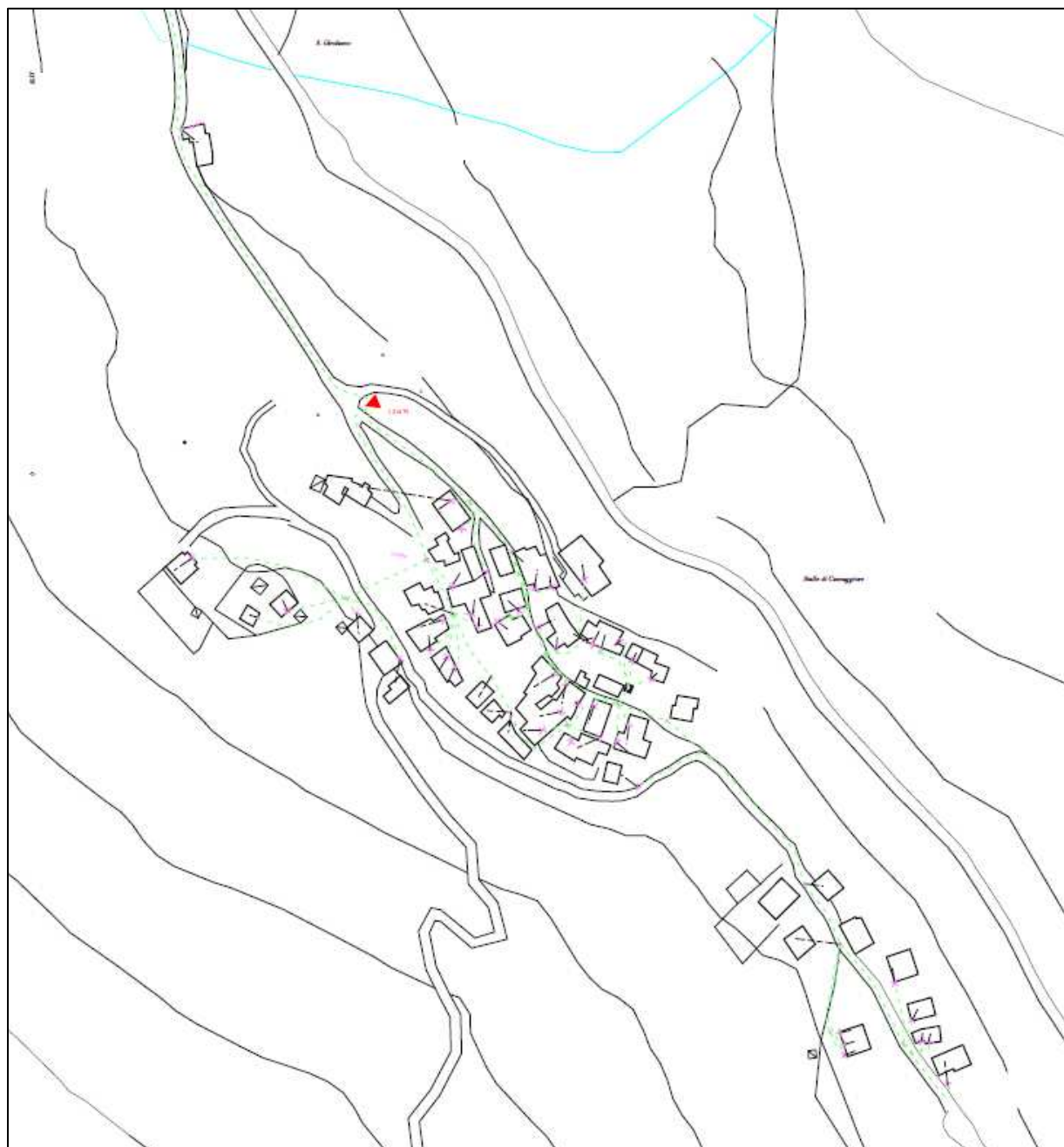


Figura 19 – Rete bassa tensione interrata (linea verde tratteggiata)

3.9 Modalità di posa in opera delle tubazioni interrate

Per le operazioni di posa delle condotte interrate si adotterà, di norma, il seguente schema:

SEZIONE TIPOLOGICA SU SENTIERO/PRATO

- larghezza scavo 80 cm;
- sottofondo e rinfiando in sabbia per uno spessore di 15 cm;
- rinfiando e rinterro in sabbia sopra il cielo del tubo per uno spessore di 30 cm;
- rinterro con ghiaia di cava per uno spessore di 75 cm;
- ripristino sentiero/prato come allo stato attuale.

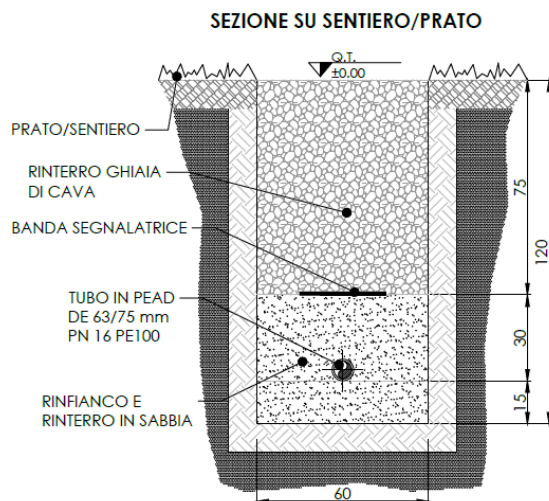


Figura 20 – sezione tipologica su sentiero/prato

SEZIONE TIPOLOGICA SU STRADA IN CEMENTO

- larghezza di scavo 80 cm;
- sottofondo e rinfiacco in sabbia per uno spessore di 15 cm;
- rinfiacco e rinterro in sabbia sopra il cielo del tubo per uno spessore di 30 cm;
- rinterro con ghiaia di cava per uno spessore di 75 cm;
- ripristino strada come allo stato attuale.

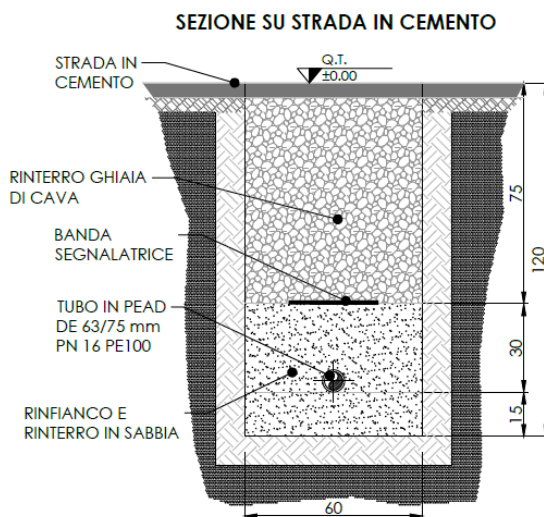


Figura 21 – sezione tipologica su strada in cemento

SEZIONE TIPOLOGICA SU STRADA IN ACCIOTTOLATO

- larghezza di scavo 80 cm;
- sottofondo e rinfiacco in sabbia per uno spessore di 15 cm;
- rinfiacco e rinterro in sabbia sopra il cielo del tubo per uno spessore di 30 cm;
- rinterro con ghiaia di cava per uno spessore di 75 cm;
- ripristino strada come allo stato attuale.

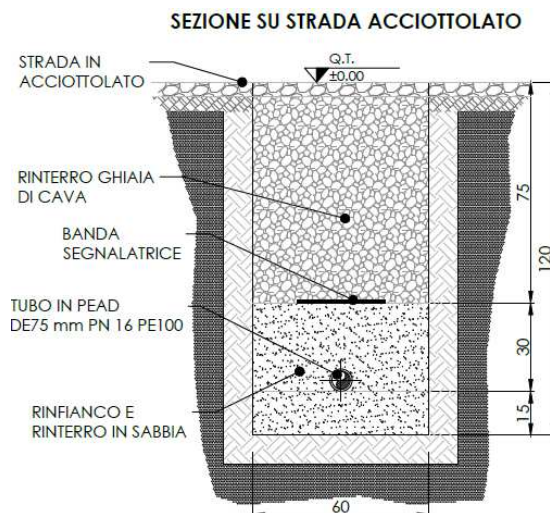


Figura 22 – sezione tipologica su strada in acciottolato

3.10 Analisi delle componenti ambientali

L'intervento in oggetto non altera in maniera significativa lo stato dei luoghi in quanto, a lavori ultimati, le opere risulteranno completamente interrati ad eccezione del locale tecnico, predisposto per l'installazione dell'impianto di debatterizzazione dell'acqua a lampade UV e degli organi idraulici accessori (saracinesche, misuratori, manometri e filtro), e degli idranti soprasuolo.

Le opere di cui sopra sono indicate negli elaborati grafici "G3 – Planimetria stato di progetto", "G4 – Stato di fatto e stato di progetto Serbatoio Camaggiore", "G5.1 – Locale tecnico: simulazione fotografica, planimetria e viste esterne" e "G5.2 – Locale tecnico: parte idraulica, parte civile e sistemazioni esterne".

Secondo il D.P.R. 31/2017 art. 2 allegato "A" lett. A.15 gli interventi in progetto che risulteranno completamente interrati sono esclusi dal procedimento di autorizzazione paesaggistica, mentre per le opere fuori terra si dovrà chiedere autorizzazione paesaggistica.

Là dove la posa di tubazioni o manufatti dovrà essere effettuata su pavimentazioni già esistenti, è stato previsto, a lavori ultimati, il ripristino del sottofondo e della pavimentazione nelle condizioni preesistenti.

Dal punto di vista geologico, non si segnalano particolari incompatibilità e la posizione del locale tecnico è compatibile con i vincoli geologici. Si rimanda alla relazione geologica a firma del dott. geol. A. Freddo.

Per quanto riguarda gli aspetti archeologici, si rimanda all'allegata Valutazione Preventiva dell'Interesse Archeologico.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva con indicazione degli Enti competenti per pareri/autorizzazioni per le opere in progetto:

ENTE	COMPETENZA
Comune di Bellano	<ul style="list-style-type: none"> • Autorizzazione Paesaggistica ai sensi D.lsg 42/04 e s.m.i e L.n. 1497/1939; • Svincolo idrogeologico; • Concessione di polizia idraulica per tubazioni in attraversamento e scarico reticolo idrico minore.
ATS Brianza	<ul style="list-style-type: none"> • Parere per opere al Serbatoio Camaggiore, impianto di potabilizzazione e posa nuovi tratti di acquedotto
Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e paesaggio per le province di Como, Lecco, Monza e Brianza, Pavia, Sondrio e Varese	<ul style="list-style-type: none"> • Parere ed eventuale autorizzazione archeologica

Tabella 12 - Autorizzazioni da richiedere

3.11 Analisi energetica

Nel progetto è prevista la fornitura elettrica a servizio del serbatoio Camaggiore e del Locale Tecnico per debatterizzatore a raggi UV.

Al serbatoio Camaggiore si prevede il collegamento elettrico, in quanto attualmente assente, al fine di installare una sonda di livello in vasca e l'illuminazione interna, esterna e di emergenza; mentre al nuovo locale tecnico si prevede l'installazione di un impianto di debatterizzazione ad UV con potenza nominale di 0.2 kW, misuratori di portata elettromagnetici, impianto TLC e illuminazione interna, esterna e di emergenza.

Per le specifiche dell'impianto elettrico si rimanda agli elaborati di progetto "TE1 – Disciplinare tecnico impianto elettrico", "TE2 – Computo metrico impianto elettrico", "TE3 – Relazione calcolo impianto elettrico", "E1 – Planimetria impianto elettrico: serbatoio Camaggiore/Locale tecnico potabilizzatore", "E2 – schemi elettrici quadri QC – QEL".

È prevista, nel dettaglio, l'esecuzione delle opere seguenti presso il serbatoio Camaggiore:

Quadro elettrico generale (QG).

Prese di servizio.

Sonda di livello.

Impianto di illuminazione ordinaria e d'emergenza all'interno del locale tecnico del serbatoio.

Impianto di illuminazione esterno.

Linee di alimentazione tra quadri elettrici ed utenze.

Cavidotti, passerelle porta cavi, tubazioni, scatole di derivazione.

Linee per trasmissione dati, segnali e comandi.

Impianto di terra.

Tabella riassuntiva:

Quadro generale	1.4 kW
Gruppo prese di servizio	3.0 kW
Impianto illuminazione	0.2 kW

Tabella 13 – Tabella riassuntiva fornitura elettrica

È prevista, nel dettaglio, l'esecuzione delle opere seguenti presso il Locale tecnico del potabilizzatore ad UV:

Quadro elettrico generale (QG).

Quadro UV (QUV).

Quadro TLC (QTLC).

Misuratore di portata elettromagnetico.

Prese di servizio.

Sonda di livello.

Impianto di illuminazione ordinaria e d'emergenza all'interno del locale tecnico del serbatoio.

Impianto di illuminazione esterno.

Linee di alimentazione tra quadri elettrici ed utenze.

Cavidotti, passerelle porta cavi, tubazioni, scatole di derivazione.

Linee per trasmissione dati, segnali e comandi.

Impianto di terra.

Tabella riassuntiva:

Quadro generale	3.55 kW
Quadro UV	0.22 kW
Quadro TLC	0.5 kW
Misuratore di Portata	0.1 kW
Gruppo prese di servizio	3.0 kW
Impianto illuminazione	0.25 kW

Tabella 14 – Tabella riassuntiva fornitura elettrica

4 Verifiche statiche tubazioni

4.1 Analisi dei carichi sulle tubazioni

Una tubazione interrata risulta sottoposta a carichi verticali costituiti dal peso del terreno di ricoprimento, da eventuali sovraccarichi accidentali e dal peso dell'acqua contenuta, che tendono ad ovalizzare il tubo. Quest'ultima viene stabilizzata dalla reazione del terreno mobilitata dall'ovalizzazione della tubazione e dipende dal tipo di posa e dal tipo di rinfianco.

Per la determinazione dei carichi ovalizzanti agenti sulle tubazioni è necessario definire il tipo di

scavo, ovvero *trincea stretta* o *trincea larga*, e il tipo di tubazione, ovvero *tubazione rigida* o *tubazione flessibile*.

Secondo la norma UNI 7517/76 se il coefficiente d'elasticità di una tubazione n è maggiore di 1 la tubazione è *flessibile*, viceversa la tubazione è *rigida*.

$$n = \frac{E_s}{E_t} \left(\frac{D-s}{2 \cdot s} \right)^3$$

Dove:

- E_s è il modulo elastico terreno;
- E_t è il modulo elastico tubazione;
- D è il diametro tubazione;
- s è lo spessore tubazione.

La definizione del tipo di scavo avviene secondo la norma UNI 7517/76 ed in particolare uno scavo si dice a *trincea stretta* quando è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- $B \leq 2 \cdot D$; $H \geq 1,5 \cdot B$
- $2 \cdot D \leq B \leq 3 \cdot D$; $H \geq 3,5 \cdot B$

Dove:

- B è la larghezza della trincea sopra la generatrice superiore del tubo;
- H è l'altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo;
- D è il diametro esterno della tubazione.

Viceversa, lo scavo si definisce *trincea larga*.

Carico dovuto al rinterro

Il carico dovuto al rinterro varia a seconda del tipo di tubazione e dal tipo di scavo ed è definito dalla norma UNI 7517. In particolare:

	TUBO RIGIDO		TUBO FLESSIBILE	
	Trincea stretta	Trincea larga	Trincea stretta	Trincea larga
k	$\text{tg}^2(45-\Phi/2)$	/	$\text{tg}^2(45-\Phi/2)$	/
C	$\frac{1-e^{-2k(H/B)\text{tg}(\Phi)}}{2k \text{tg}(\Phi)}$	$0,1+0,85 \cdot (H/D)+0,33 \cdot (H/D)^2$ per $H/D \leq 2,66$ $0,1+1,68 \cdot (H/D)$ per $H/D > 2,66$	$\frac{1-e^{-2k(H/B)\text{tg}(\Phi)}}{2k \text{tg}(\Phi)}$	$\frac{H}{D}$
Q_t [kN/m]	$C \cdot \gamma_t \cdot B^2$	$C \cdot \gamma_t \cdot D^2$	$C \cdot \gamma_t \cdot B \cdot D$	$C \cdot \gamma_t \cdot D^2$

Tabella 15 – Calcolo carico dovuto al rinterro

Dove:

- Φ angolo d'attrito terreno;

- γ_t peso specifico terreno
- B larghezza trincea sopra la generatrice superiore del tubo;
- H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo;
- D diametro esterno della tubazione.

Le caratteristiche dei terreni vengono riassunte di seguito:

TIPO DI TERRENO RINFRANCO	$\Phi(^{\circ})$	γ (kN/m ³)
Argilla umida comune	12	20
Terreno paludoso, torboso	12	17
Argilla plastica, argilla sabbiosa	14	18
Sabbia argillosa	15	18
Loess	18	21
Argilla fangosa	20	20
Marna, argilla povera	22	21
Fango, polvere di roccia	25	18
Sabbia non compressa	31	17
Misto di cava di sabbia e ghiaia	33	20
Misto di cava di ghiaia e ciottoli	37	19

Tabella 16 – Proprietà geotecniche del terreno di rinfianco

Carico dovuto a sovraccarichi verticali mobili

Per il calcolo del carico dovuto a sovraccarichi veicolari mobili si fa riferimento alla normativa DIN 1072, secondo cui il traffico veicolare può essere suddiviso in due classi di carico:

- HT autocarro pesante;
- LT autocarro leggero.

I valori di carico per ruota dei veicoli sono riassunti nella seguente tabella:

CLASSE	CARICO PER RUOTA (kN)	TIPOLOGIA
HT60	100	Pesante
HT45	75	Pesante
HT38	62,5	Pesante
HT30	50	Pesante
HT26	35	Pesante
LT12	20	Leggero
LT6	10	Leggero
LT3	5	Leggero

TRENO	200	Ferroviario
-------	-----	-------------

Tabella 17 – Carico per ruota per ogni classe di veicolo

La pressione dinamica gravante su una condotta viene valutata secondo le seguenti relazioni:

Veicoli classe HT e ferroviario:

$$Q_m = 0.5281 * \frac{P}{H^{1.0461}} * \varphi * D$$

Veicoli classe LT:

$$Q_m = 0.8743 * \frac{P}{H^{1.5194}} * \varphi * D$$

Dove:

- φ è il coefficiente di incremento valutato secondo le relazioni:
 - $\varphi = 1 + \frac{0.3}{H}$ valido per carico stradale e autostradale;
 - $\varphi = 1 + \frac{0.6}{H}$ valido per carico ferroviario.
- H è l'altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo

Carico dovuto a sovraccarichi verticali mobili

Nel caso in cui sulla tubazione gravi un carico q distribuito su una superficie di estensione A la pressione q_s che agisce sul tubo vale:

$$q_s = \frac{q}{(u_1 + 2H) * (u_2 + 2H)}$$

dove:

- u_1 larghezza superficie su cui agisce q ;
- u_2 lunghezza superficie su cui agisce q ;
- H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo.

Nota la pressione, si calcola il carico Q_s :

$$Q_s = q_s * \beta * D$$

dove:

- β coefficiente di posa pari a 0.71 per posa in trincea stretta; 0.88 per posa in trincea larga;
- D diametro esterno della tubazione.

Calcolo idrostatico dovuto alla presenza di falda

Nel caso in cui la tubazione sia posata sotto il livello della falda freatica, essa è sottoposta ad una pressione idrostatica, che si può assumere uniforme e uguale a quella che si esercita a livello delle reni della canalizzazione.

$$Q_f = \gamma_w * \left(h + \frac{D}{2} \right) * D$$

dove:

- γ_w peso specifico dell'acqua;
- h altezza della falda valutata rispetto all'estradosso delle tubazioni.

Carico dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo riempito per tre quarti vale:

$$Q_a = 5788 \cdot d^2$$

dove:

d diametro interno della tubazione.

Carico totale

Il carico totale agente su una tubazione interrata è dato dalla somma di tutti i contributi di cui sopra:

$$Q_{TOT} = Q_t + Q_m + Q_s + Q_f + Q_a$$

Nella seguente figura si riporta l'andamento dei carichi agenti su una tubazione in funzione della profondità.

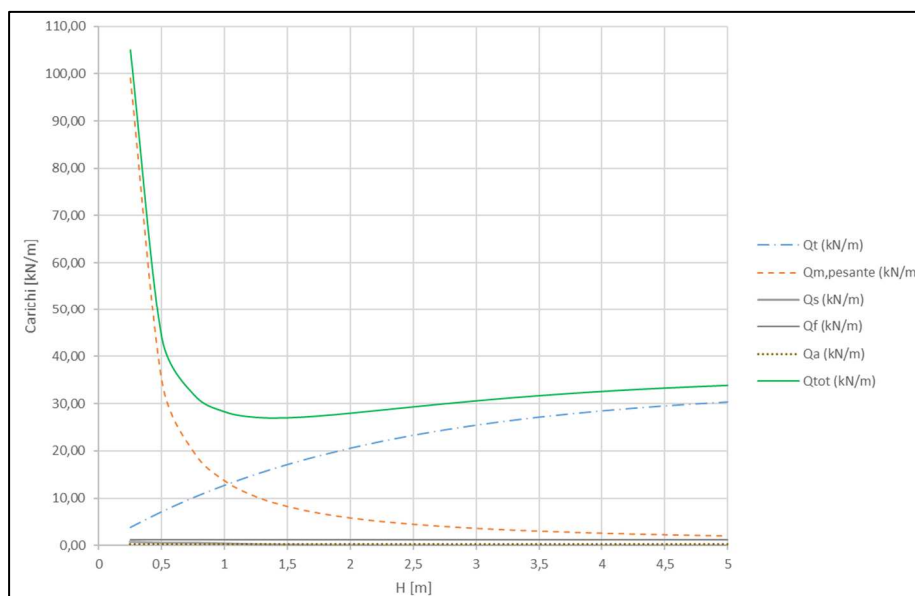


Figura 23 – Andamento dei carichi agenti sulla tubazione in funzione della profondità

4.2 Verifica statica delle tubazioni

Per la verifica statica delle tubazioni flessibili in pressione si possono seguire le indicazioni riportate nella norma AWWA (American Water Works Association) C950/88 che si riferisce a "tubi a pressione in resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro", ma che può essere ragionevolmente estesa a tutti i materiali plastici e alle tubazioni flessibili in generale, quindi anche alle tubazioni in PVC previste nel presente progetto.

Le verifiche vengono effettuate considerando le caratteristiche di resistenza a lungo termine dei materiali utilizzati visto che i materiali plastici vanno incontro ad un decadimento nel tempo delle loro caratteristiche meccaniche.

Le operazioni da effettuarsi nell'ambito della verifica statica delle tubazioni flessibili in pressione sono le seguenti:

- Valutazione dell'inflessione diametrale a lungo termine;
- Valutazione e verifica della sollecitazione massima risultata dagli effetti combinati della pressione interna e dell'inflessione diametrale risulti inferiore alla resistenza a flessione a lungo termine ridotta di un fattore di sicurezza pari a 1,5.

L'inflessione massima anticipata nella tubazione, con il 95% di probabilità, è fornita dalla seguente espressione:

$$\Delta y = \frac{(D_e * W_c + W_L) * K_x * r^3}{E_t * I + 0,061 * K_a * E_s * r^3} + \Delta a$$

Dove:

- Δy è l'inflessione verticale del tubo [cm];
- D_e è il fattore di ritardo d'inflessione (tiene conto del fatto che il terreno continua a costiparsi nel tempo) [adim.] – vedi tabella 8;
- W_c è il carico verticale del suolo per unità di lunghezza [N/cm];
- W_L è il carico mobile sul tubo per unità di lunghezza [N/cm];
- K_x è il coefficiente di inflessione che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco d'appoggio del tubo [adim.] – vedi tabella 9;
- r è il raggio medio del tubo, dato dall'espressione $(D-s)/2$ [cm];
- E_t modulo elastico della tubazione [N/cm²];
- I momento d'inerzia della tubazione [cm³];
- $E_t * I$ è il fattore di rigidità trasversale della tubazione [N*cm];
- E_s è il modulo elastico del terreno [N/cm²];
- K_a , Δa sono parametri che permettono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statica dell'inflessione) – vedi tabella 10.

TIPO DI RINTERRO E GRADO DI COSTIPAMENTO	D_e
Rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato a elevato	2.0
Materiale scaricato alla rinfusa o grado di costipamento leggero	1.5

Tabella 18 – Fattore di ritardo d'inflessione

TIPO D'INSTALLAZIONE	ANGOLO EQUVAL. DI LETTO [GRADI]	COEFF. K_x
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%})	180	0.083
Fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor ^{85%} e <95%) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso.	60	0.103
Fondo piatto con materiale di riempimento sciolto posato ai fianchi del tubo (non raccomandato)	0	0.110

Tabella 19 – Coefficienti d'inflessione

ALTEZZA H DEL RINTERRO [m]	Δa	K_a
H<4.9m	0	0.75
H>4.9m e materiale scaricato alla rinfusa e con leggero grado di costipamento	0.02 D	1.0
H>4.9m e materiale con moderato grado di costipamento	0.01 D	1.0
H>4.9m e materiale con elevato grado di costipamento	0.005 D	1.0

Tabella 20 – Valori dei parametri K_g e Δa

La resistenza a flessione a lungo termine vale:

$$\sigma = \frac{P_w * D_e}{2 * S_p} * D_f * E_t * \left(\frac{\Delta y}{D}\right) * \left(\frac{S_p}{D}\right) \leq \frac{\sigma_{lim}}{\mu}$$

Dove:

σ tensione massima dovuta ai carichi combinati;

P_w pressione massima interna;

μ fattore di sicurezza pari a 1.5.

Nel caso in esame si è eseguita la seguente verifica:

- tubazione in PEAD DE75 PN16 PE100, con sezione di scavo di altezza pari a 1,20 m (altezza ricoprimento circa 1,00 m).
- tubazione in PEAD DE63 PN16 PE100, con sezione di scavo di altezza pari a 1,20 m (altezza ricoprimento circa 1,00 m).

I risultati ottenuti sono riepilogati nel seguito.

TUBAZIONE	Materiale tubazione		PEAD
	Tipo tubazione		FLESSIBILE
	D _i	mm	61,4
	S _p	mm	6,8
	D _e	mm	75
	E _t	Mpa	225
	σ _{res}	kN/m ²	10000
SCAVO	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	B _f	m	0,6
	H	m	1,05
	H _f	m	0,15
	β	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	E _{rinf}	MPa	6,9
STRADA	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		HT26
	Tipologia		Pesante
	Carico per ruota	kN	35
CARICO DISTRIBUITO	p	kN/m ²	0
FALDA	Presenza falda		No
	h	m	0
VERIFICA	Q _t	kN/m	1,58
	Q _m	kN/m	1,69
	Q _s	kN/m	0,00
	Q _f	kN/m	0,00
	Q _a	kN/m	0,02
	Q_{tot}	kN/m	3,29
	Δy	cm	0,09
	RG	N/m ²	18586
	D _f		4,5
	σ	N/cm ²	551,3
	Verifica		VERIFICATO

Tabella 21 – Verifica tubazione PEAD DE75 PN16 PE100 – 8 bar

TUBAZIONE	Materiale tubazione		PEAD
	Tipo tubazione		FLESSIBILE
	D _i	mm	51,4
	S _p	mm	5,8
	D _e	mm	63
	E _t	Mpa	225
	σ _{res}	kN/m ²	10000
SCAVO	Tipo scavo		TRINCEA LARGA
	B _f	m	0,6
	H	m	1,05
	H _f	m	0,15
	β	°	90
	Tipo terreno reinterro		Misto di cava di sabbia e ghiaia
	Tipo terreno rinfianco		Sabbia
	Classe rinfianco		Moderata compattazione
	E _{rinf}	MPa	6,9
STRADA	Tipo strada		Strade e autostrade
	Tipo veicolo		HT60
	Tipologia		Pesante
	Carico per ruota	kN	100
CARICO DISTRIBUITO	p	kN/m ²	0
FALDA	Presenza falda		No
	h	m	0
VERIFICA	Q _t	kN/m	1,32
	Q _m	kN/m	4,06
	Q _s	kN/m	0,00
	Q _f	kN/m	0,00
	Q _a	kN/m	0,02
	Q_{tot}	kN/m	5,40
	Δy	cm	0,13
	RG	N/m ²	19548
	D _f		4,5
	σ	N/cm ²	548,3
	Verifica		VERIFICATO

Tabella 22 – Verifica tubazione PEAD DE63 PN16 PE100 – 6,5 bar

5 Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza

Il Piano di sicurezza e coordinamento sarà redatto, ai sensi del D. Lgs 81/2008 e s.m.i. durante la fase di progettazione esecutiva dell'opera.

In realtà la sua stesura interessa l'intera fase di progettazione in quanto incide sulle scelte progettuali di fondo e sulla loro quantificazione economica.

Durante la sua stesura definitiva dovranno essere valutate le diverse condizioni operative proprie del cantiere in modo da prevedere tutti i possibili rischi e le prevenzioni da attuare in ogni singola fase di lavorazione.

In particolare, soprattutto nei casi di cantieri mobili, occorrerà verificare la presenza, nelle immediate vicinanze dei lavori, di aree disponibili per il deposito dei materiali e per le lavorazioni che occorressero. Queste aree dovranno essere rese disponibili per tutta la durata del cantiere.

Per i lavori da effettuarsi sulla strada in prossimità dell'area di sosta e sulle mulattiere interne alla località, sarà posta particolare attenzione alla viabilità ed agli accorgimenti da considerare per lo svolgimento dei lavori in sicurezza. Saranno quindi date indicazioni sia relativamente alle possibili interferenze tra gli automezzi e i pedoni transitanti e l'area di cantiere, sia relativamente alle possibili alternative viabilistiche.

Per le lavorazioni all'interno dei manufatti dovranno essere adottate tutte le prescrizioni del D.P.R. 177/2011 nel caso di lavorazioni all'interno di luoghi confinati.

I sottoservizi esistenti dovranno essere verificati e confermati in sede di installazione del cantiere da parte dell'Impresa Appaltatrice, mediante coordinamento diretto dei sottoservizi.

6 Gestione delle terre da scavo

Le lavorazioni oggetto dell'appalto prevedono sia il disfacimento di pavimentazioni cementizie e in acciottolato sia gli scavi per la posa di tubazioni e relativi manufatti di ispezione. Per quanto riguarda le terre da scarto, qualora durante l'esecuzione sia confermato che il terreno rimosso non contiene elementi inquinanti, il progetto prevede che il terreno rimosso sia in parte riutilizzato per il rinterro degli scavi mentre la parte rimanente (corrispondente al volume dei nuovi manufatti, tubazioni, rinfianchi, massicciata stradale, ecc.) sia trasportata e conferita presso un impianto di trattamento autorizzato o in discarica secondo la normativa in materia di "Gestione dei materiali da scavo" alla luce del D.P.R. 120/2017.

In dettaglio, come deducibile dall'allegato "T6 – Computo metrico", sono previsti nel progetto i seguenti volumi di movimentazione terre:

- Scavo per opere civili mc 36.2 circa, di cui:
 - mc 10.25 circa riutilizzati per rinterro;
 - mc 33.2 (con coefficiente di rigonfiamento) circa trasportati a discarica.
- Scavo per opere idrauliche mc 762.95 circa, che vengono conferiti completamente a discarica per un volume di mc 915.54 (con coefficiente di rigonfiamento)

- Scavo per opere elettriche mc 150 circa, che vengono conferiti completamente a discarica per un volume di mc 180 (con coefficiente di rigonfiamento).

Non è prevista rimozione di pavimentazione in conglomerato bituminosa.

7 Disponibilità delle aree

Come di evince dall'allegato G1 "Inquadramento territoriale, catastale e strumenti urbanistici" l'area di intervento si colloca interamente su strade pubbliche comunali.

Non sarà pertanto necessario attivare procedure di esproprio.

8 Cronoprogramma delle fasi attuative

Il Cronoprogramma delle fasi attuative prevede l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento delle varie attività di progettazione, approvazione, affidamento, esecuzione e collaudo.

Nel seguito viene riportata una tabella indicante le varie fasi:

Approvazione progetto definitivo.....	cinque mesi
Redazione e approvazione progetto esecutivo.....	tre mesi
Affidamento lavori	tre mesi
Esecuzione dei lavori.....	quattro mesi
Collaudo/CRE	sei mesi

9 Cronoprogramma delle lavorazioni

CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI (4 mesi = 112 giorni)																
MESE	1°				2°				3°				4°			
SETTIMANA	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
GIORNI	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	112
LINEA ACQUEDOTTO/LINEA ELETTRICA																
Allestimento del cantiere (installazione recinzioni, cartellonistica di cantiere e segnaletica stradale, deposito del materiale in cantiere)																
Scavo per formazione buche di assaggio																
Scavo, fornitura e posa di tubazioni in PEAD																
Scavo, fornitura e posa di tubazioni corrugata per linea elettrica																
Collegamenti rete																
Ripristini della pavimentazione																
Smobilizzo cantiere																
LOCALE TECNICO																
Allestimento del cantiere (installazione recinzioni, cartellonistica di cantiere e segnaletica stradale, deposito del materiale in cantiere)																
Tracciamenti																
Scavo di sbancamento e rimozione massi ciclopici																
Formazione di sottofondo, magrone, posa locale tecnico, impermeabilizzazione e rivestimento esterno																
Fornitura e posa elementi idraulici: tubazioni, organi idraulici, impianto di potabilizzazione UV																
Collegamenti a rete acquedotto																
Rinterri e ripristino esterno																
Scavo, fornitura e posa tubazione scarico PVC e rinterri																
Impianto elettrico																
Smobilizzo cantiere																
SERBATOIO CAMAGGIORE																
Demolizione e rimozione tubazioni e organi idraulici interni																
Fornitura e posa elementi idraulici: tubazioni e organi idraulici																

10 Quadro economico

L'impegno di spesa globale del presente progetto, risultante dall'allegato T6 "Computo Metrico" e sommati gli importi a disposizione dell'amministrazione ammonta a € 247.720,00 (duecentoquarantasettesettecentoventi,00) esclusa l'IVA di legge.

Si riporta in ogni caso separatamente il calcolo dell'IVA, esclusa dal quadro economico, e l'importo complessivo compreso di IVA e pari a € 277.586,64.

Il quadro economico riepilogativo risulta pertanto il seguente:

QUADRO ECONOMICO		
	OPERE A BASE D'APPALTO	importi
a1	importo a base di gara (IVA esclusa)	170 724,40
a2	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso (IVA esclusa)	8 529,60
a3	importo a base di gara - opere elettriche (IVA esclusa)	12 741,89
a4	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso - opere elettriche (IVA esclusa)	637,11
A	tot. opere a base d'appalto	192 633,00
	SOMME A DISPOSIZIONE	importi
b1	imprevisti	9 631,65
b2	relazione geologica/geotecnica	4 100,00
b3	valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi	5 000,00
b4	allacciamenti alla rete elettrica	3 000,00
b5	spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo	29 502,69
b6	procedure di gara e incentivi per funzioni tecniche	3 852,66
B	Totale somme a disposizione - IVA esclusa	55 087,00

IMP. TOTALE GENERALE - IVA ESCLUSA (A+B)	247 720,00
---	-------------------

IVA, ESCLUSA DAL QUADRO ECONOMICO

c0	iva 10 % sui lavori (vedi voce A)	19 263,30
c1	iva 10 % su imprevisti (vedi voce b1)	963,17
c2	iva 22 % su relazione geologica (vedi voce b2)	902,00
c3	iva 22 % su valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi (vedi voce b3)	1 100,00
c4	iva 10% su allacciamenti a rete elettrica (vedi voce b4)	300,00
c5	iva 22% su spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo (vedi voce b5)	6 490,59
c6	iva 22 % su procedure di gara e incentivi per funzioni tecniche (vedi voce b6)	847,59
IMPORTO TOTALE IVA		29 866,64

IMPORTO TOTALE DI PROGETTO - IVA INCLUSA	277 586,64
---	-------------------