

DESCRIZIONE INTERVENTO:

COMUNE DI VENDROGNO



COMUNE DI BELLANO



COLLETTAMENTO A DEPURAZIONE LOCALITA' NOCENO

COMMITTENTE:



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

RESPONSABILE DI PROCEDIMENTO

ing. Roberto Serra

| Tel. + 39 0341 192.743.1

| E-mail: m.rusconi@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. Marco Rusconi

| Tel. + 39 0341 359.120

| E-mail: m.rusconi@larioreti.it

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO:

NUMERO:

T1

SCALA:

- RELAZIONE TECNICA

COLLABORATORI:

ing. Giacomo Messa

ing. Dennis Redolfi

REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
GM	Dicembre 2019	MR	Dicembre 2019	MR	Dicembre 2019
REVISIONE N.	DESCRIZIONE:				DATA

NUMERO INTERVENTO:	MSP 2016-057	CODICE PROGETTO:	AB06	COMMESSA :	46747
--------------------	--------------	------------------	------	------------	-------

INDICE

1	PREMESSE	2
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO	4
2.2	ANALISI DEI VINCOLI E DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	5
2.3	RILIEVO TOPOGRAFICO	8
3	STATO DI FATTO.....	9
3.1	RETE FOGNATURA.....	9
4	OPERE IN PROGETTO.....	9
4.1	RETE FOGNATURA.....	9
5	DISPONIBILITÀ DELLE AREE	10
6	VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	11
6.1	CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO	11
6.1.1	Verifica idraulica condotte a gravità.....	12
7	VERIFICHE SULLE TUBAZIONI.....	14
7.1	INTERAZIONI TUBAZIONI	14
7.1.1	Interazioni Tubi - Fluido Trasportato	14
7.1.2	Interazioni Tubazioni – Terreni Di Posa.....	14
7.2	VERIFICA STATICA DELLE CONDOTTE	15
8	PRIME INDICAZIONI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA.....	26
9	GESTIONE DELLE TERRE DA SCAVO.....	26
10	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE.....	27
11	QUADRO ECONOMICO	27

1 Premesse

Il presente progetto è finalizzato alla descrizione delle opere di adeguamento della rete fognaria della frazione Noceno nel comune di Vendrogno.

Attualmente la rete fognaria viene recapitata all'interno di una sola vasca Imhoff situata a valle del paese, lungo il versante, in una zona di difficile accesso per eventuali operazioni di spurgo e manutenzione.

A monte del progetto sono stati effettuati una serie di sopralluoghi nella zona in oggetto di intervento, ed una serie di rilievi topografici di dettaglio, per verificare i possibili tracciati della nuova condotta, su asfalto e sentieri in zone boschive, o, alternativamente, la possibilità di smaltimento in loco del refluo con idonei sistemi di dispersione nei primi strati del terreno.

Si vuole precisare che, in data 2014, l'Ufficio d'Ambito della Provincia di Lecco suggerì di valutare l'eventuale realizzazione di un impianto di trattamento del refluo in loco, in alternativa ad eventuali estensioni di rete fognaria verso l'impianto centralizzato del comune di Bellano.

Tale soluzione è stata presa in considerazione dalla società scrivente Lario Reti Holding, la quale ha analizzato la possibilità di dismettere l'attuale vasca Imhoff e di realizzare una stazione di sollevamento verso un impianto di subirrigazione da realizzarsi in corrispondenza del parcheggio all'inizio di loc. Noceno (IPOTESI DI PROGETTO 1).

Da una più attenta ed accurata analisi territoriale, è emerso che Noceno sorge in aree ad elevato rischio idrogeologico e, pertanto, si sconsiglia tale soluzione progettuale poiché l'unica zona individuata per la realizzazione dell'impianto di subirrigazione sorgerebbe in un'area classificata come frana attiva.

Si è presa, dunque, in considerazione l'idea di collettare la frazione di Noceno fino alla rete fognaria di Vendrogno (IPOTESI DI PROGETTO 2 e VARIANTE). La soluzione, come la precedente, preve la dismissione della vasca Imhoff e la realizzazione di rispettivamente quattro/tre impianti di sollevamento lungo Strada Provinciale di Vendrogno.

Lungo il tracciato si avrebbe la possibilità di allacciare alla nuova rete fognaria anche le utenze delle frazioni Stalle dei Prati e Piazza.

L'intervento comporterebbe un importante investimento economico, non solo per la posa di circa 3 km di condotta, ma anche per il costo di gestione e manutenzione delle stazioni di sollevamento, necessarie per superare i dislivelli tipici di un terreno montano.

Si è deciso dunque di procedere con una soluzione di progetto che preveda la posa di una tubazione PVC De 200 SN 8, con funzionamento a gravità. La nuova tubazione percorrerà prevalentemente il tracciato dell'esistente mulattiera comunale che dalla frazione di Noceno conduce alla frazione Soglio in comune di Bellano, e successivamente la condotta si estenderà lungo prati fino all'innesto in rete esistente in loc. Pernice in comune di Bellano. La finalità delle opere in progetto è quella di collettare alla depurazione di Bellano la frazione di Noceno.

L'intervento in oggetto risulta inserito nel programma degli interventi allegato alla delibera del C.d.A. dell'Ufficio d'Ambito di Lecco n.115 del 19/07/2018 e approvata dal Consiglio Provinciale di Lecco con delibera n.60 del 01/10/2018.

Si evidenzia che le opere in progetto ricadano, in parte, su aree private per le quali si attiveranno le necessarie procedure di esproprio/servitù.

Il progetto definitivo viene 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 Inquadramento Territoriale

La frazione di Noceno in Comune di Vendrogno sorge a 830 metri sul livello del mare e dista circa 2,19 chilometri dal centro comunale.

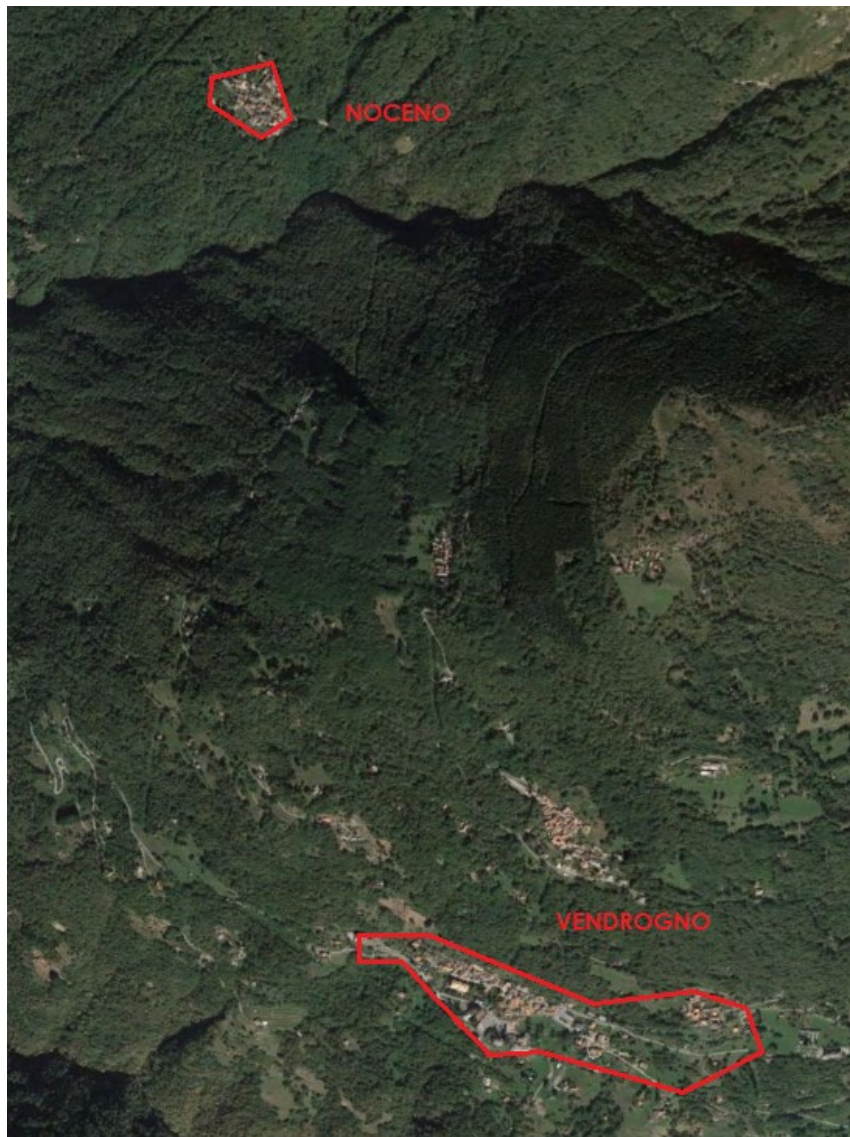


Figura 1: inquadramento satellitare della zona oggetto di intervento

L'intervento di estensione della rete fognaria si svilupperà in gran parte lungo aree boschive, disciplinate secondo art. 42 della L.R. 31/2008 Tutela delle aree di valenza naturalistica, ed inoltre lungo aree agricole e di verde di protezione ambientale sia nel comune di Vendrogno che nel comune di Bellano.

Il versante è caratterizzato da pendenze significative e dalla presenza di tracce antropiche quali terrazzamenti, sentieri e mulattiere.

L'area di intervento è accessibile direttamente da Strada Provinciale di Vendrogno – Frazione Noceno e da frazione Oro nel comune di Bellano.

2.1 Inquadramento geologico e geotecnico

Dal punto di vista geologico, la zona oggetto di intervento ricade prevalentemente in aree classificate come classi di fattibilità 3 e 4 per via del rischio di frana, come evidenziato dalle seguenti figure.

Si evidenzia che le opere in progetto sono compatibili con le classi di fattibilità presenti nel sito.

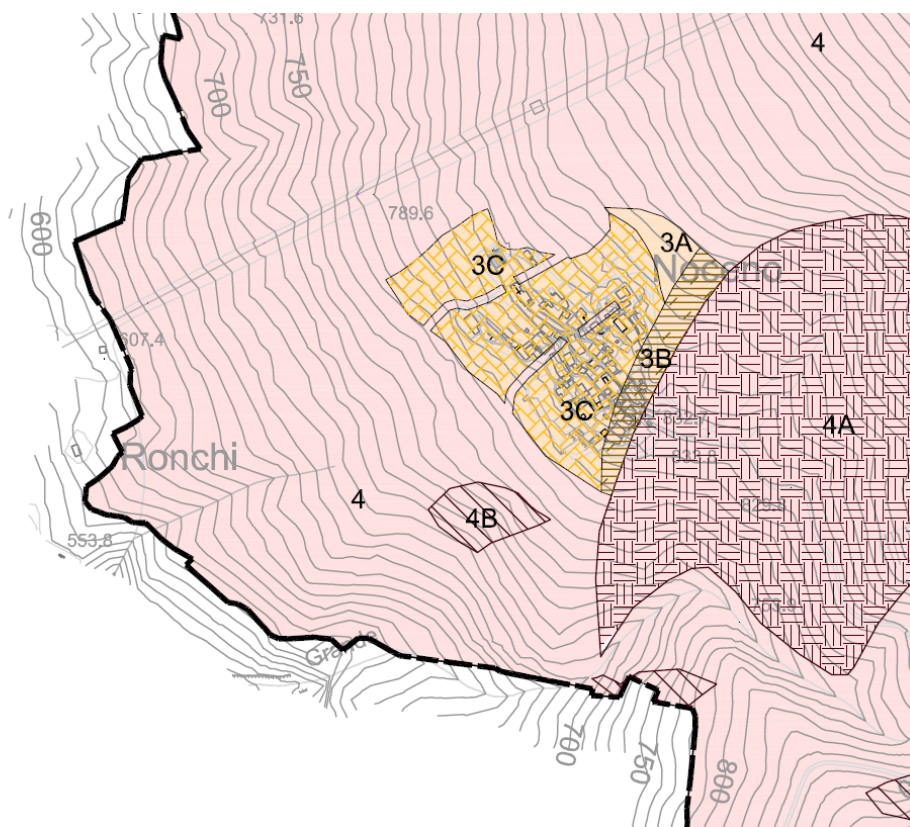


Figura 2: Estratto carta di Fattibilità Geologica comune di Vendrogno

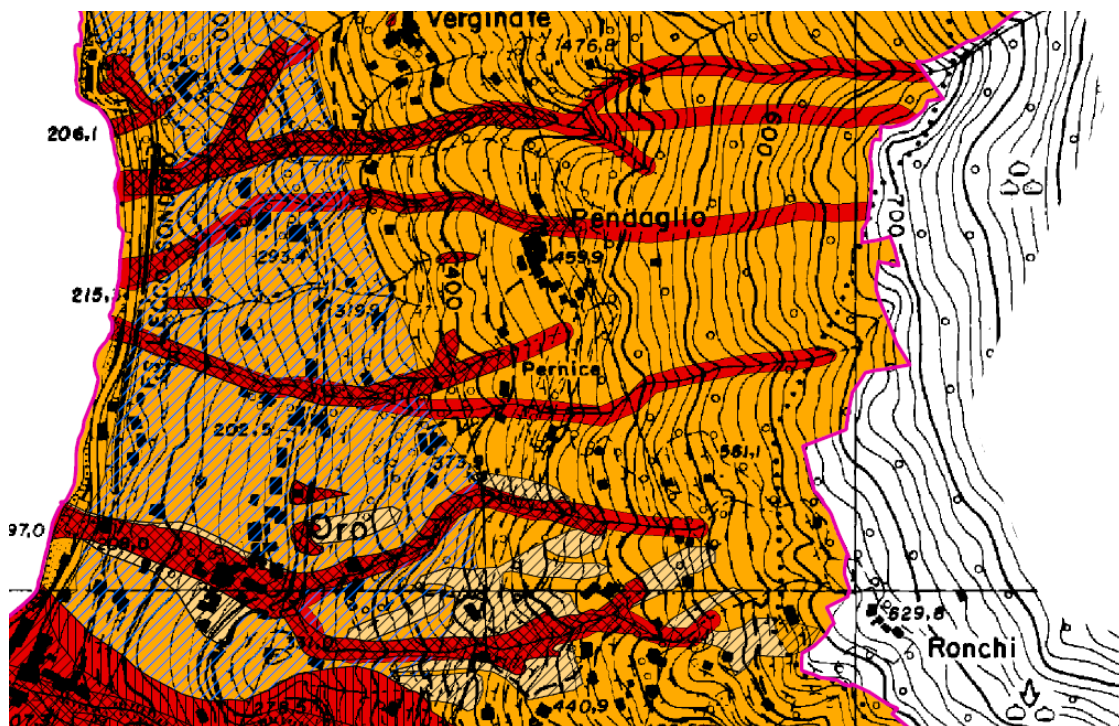


Figura 3: Estratto carta di fattibilità geologica comune di Bellano

In particolare nello studio geologico si evidenzia quanto segue:

- **CLASSE 4 – Fattibilità con gravi limitazioni:** 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 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 3 – Fattibilità 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 individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici e opere di difesa.

Si rimanda alla relazione geologica allegata al progetto.

2.2 Analisi dei vincoli e delle componenti ambientali

Come individuabile dagli estratti PGT dei relativi comuni di Bellano e di Vendrogno, riportati nella tavola di inquadramento G.1.1, l'area risulta essere soggetta a diversi vincoli.

In particolare le carte dei vincoli e dissesto idrogeologico mettono in evidenza come l'intera area di progetto si svilupperà all'interno di territori a rischio idrogeologico elevato ovvero di frana attiva stabilizzata.

Come già argomentato nelle premesse, proprio a causa del rischio idrogeologico molto elevato, la soluzione di progetto "IPOTESI 1", ossia la realizzazione di un trattamento del refluo sul posto per mezzo di subirrigazione, è fortemente sconsigliata.

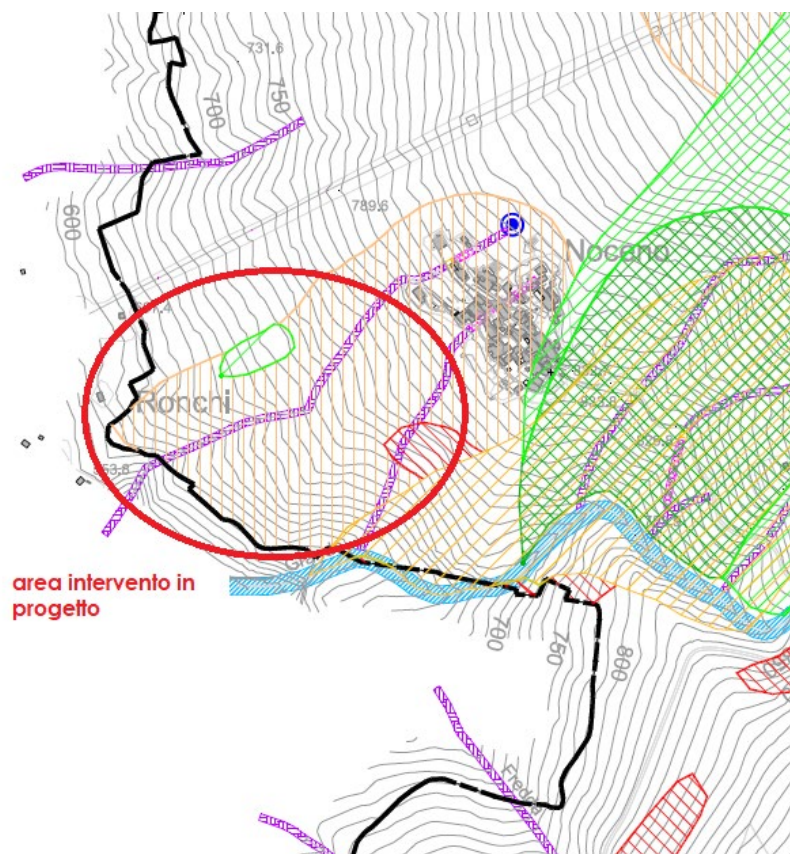


Figura 4: Estratto tavola dei Vincoli idrogeologici, comune di Vendrogno

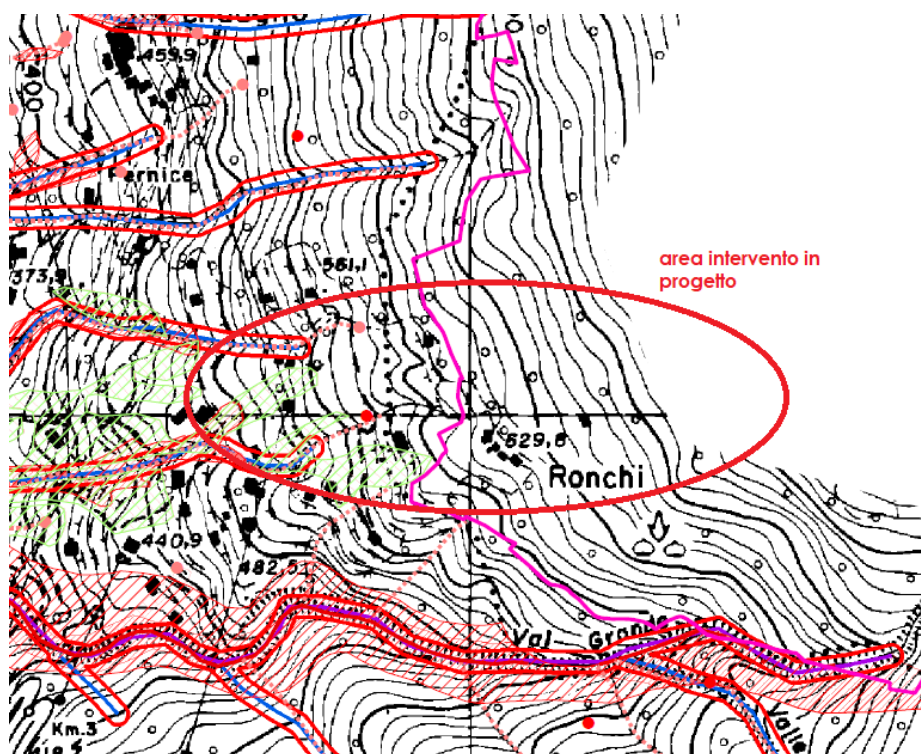


Figura 4: Estratto tavola dei Vincoli idrogeologici, comune di Bellano

Inoltre, come riportato nell'estratto del Piano di Indirizzo Forestale della Comunità Montana Valsassina, Valvarrone, Val d'Esino e Riviera, l'area oggetto di intervento ricade prevalentemente in ambiente boscato, normato secondo l'art. 42 L.R. 31/2008. Nelle successive fasi progettuali, sarà allegata la relazione forestale per le aree oggetto di intervento.

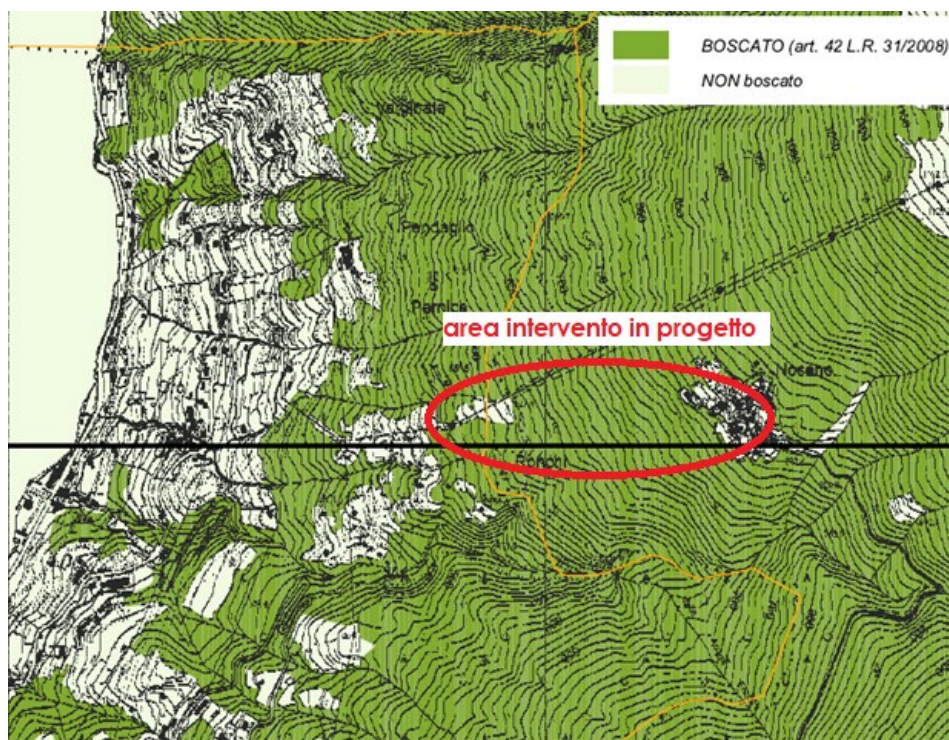


Figura 4: Estratto Piano di Indirizzo Forestale della Comunità Montana Valsassina, Valvarrone, Val d'Esino e Riviera

Analizzando l'impatto delle opere in progetto, è possibile affermare che non sussistono particolari problemi dal punto di vista ambientale e dal punto di vista visivo, infatti a lavori ultimati saranno ripristinati i luoghi a perfetta regola d'arte secondo lo stato esistente prima degli interventi. Tutte le opere risulteranno completamente interrato (interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica ai sensi del D.P.R. 31/2017).

I dettagli di tali opere sono riportati nell'allegato grafico G.2.

2.3 Rilievo topografico

Al fine di verificare la realizzazione delle opere in progetto, è stato effettuato un rilievo topografico con tecnologia GPS, con precisione centimetrica, e con stazione totale per ottenere una nuvola di punti terreno da cui ricavare le informazioni altimetriche delle possibili aree di intervento. Sono stati quindi eseguiti diversi sopralluoghi e diverse riprese fotografiche dei punti di interesse. In allegato si riporta la tavola di stato di fatto dei luoghi e la relativa documentazione fotografica (tav.G.1.2).

3 Stato di fatto

3.1 Rete fognatura

Quanto segue è riportato negli allegati G1.1 e G1.2.

L'attuale rete di fognatura nera, viene recapitata all'interno di una sola vasca Imhoff situata a valle del paese, lungo il versante, in una zona di difficile accesso (non possibile con mezzi adeguati) per le necessarie operazioni di spurgo e manutenzione. Allo stato attuale il manufatto dovrebbe inoltre essere adeguato ai sensi del R.R. 6/2019 sugli scarichi.

4 Opere in progetto

4.1 Rete fognatura

Quanto segue è descritto negli allegati grafici G.2, G.3.1, G.3.2 e G3.3

Per le motivazioni descritte nelle premesse, le opere in progetto consistono principalmente nella dismissione dell'attuale vasca Imhoff presente a valle del paese e la posa di una nuova condotta, con funzionamento a gravità, per collettamento della rete di Noceno, in comune di Vendrogno, fino all'innesto in rete esistente in località Pernice, in comune di Bellano.

Nel dettaglio verrà posata una tubazione in PVC De 200 mm SN8 e circa 30 camerette. La nuova condotta percorrerà inizialmente la mulattiera esistente che da Noceno si estende fino a località Soglio in comune di Bellano. Successivamente la tubazione sarà posata lungo prati privati fino all'innesto nella cameretta esistente n.10732.

L'intervento in oggetto si sviluppa prevalentemente in aree boschive e, data la natura del territorio montano, la rete sarà caratterizzata da forti pendenze; pertanto si è deciso di posare la nuova tubazione ad una profondità di scavo pari a 1.15 m dal piano campagna, nell'ottica di facilitare le lavorazioni di scavo e posa nuovi tubi.

Lungo il nuovo percorso della condotta si intercetteranno i reticoli idrici minori, pertanto si realizzeranno degli attraversamenti sub-alveo. La condotta sarà posata al di sotto del letto del reticolo ad una quota cielo tubo inferiore di circa 30-50 cm dalla quota di fondo alveo. La nuova tubazione in tali tratti sarà completamente rinfiancata da un massetto di cls (circa 60x60 cm) a fronte di eventuali fenomeni erosivi, e l'alveo sarà ripristinato con selciato.

La scelta dei materiali costituenti le tubazioni è stata fatta tenendo presenti diversi fattori quali la durabilità nel tempo, la resistenza sia chimica che fisica ai fluidi trasportati, la resistenza meccanica ai carichi esterni, le condizioni urbanistiche ove si va ad intervenire.

La scelta del PVC come materiale delle tubazioni si riconduce anche all'evidente difficoltà pratica di realizzare la rete con condotte in PEAD o Gres a causa delle impossibilità di individuare idonee aree per lavorazione dei tubi e di stoccaggio materiale, oltre alle oggettive difficoltà di posa.

Lungo la condotta sono previste camerette di ispezione realizzate con anelli quadrati in cls di dimensioni interne 60x60 cm.

Le scelte progettuali di cui sopra derivano:

- dall'esame della realtà territoriale ed urbanistica delle zone interessate;
- dalle considerazioni sulle possibili evoluzioni nel tempo dei principali parametri normalmente utilizzati nel dimensionamento delle tubazioni.

Si individuano n. 4 sezioni di scavo tipo a seconda del tratto interessato dagli interventi di posa tubazione.

In particolare, come riportato nella tavola G.2, le sezioni individuate riguardano la posa di condotte su:

- prato e terreno boschivo;
- mulattiera comunale (acciottolato);
- attraversamenti reticoli idrici.

Per ognuna delle sezioni tipologiche interessate, i rinterri, i sottofondi ed i rinfianchi sono stati ipotizzati in relazione ai carichi statici cui saranno sottoposte le condotte, in modo da evitare qualsiasi pericolo di fessurazione o rottura, adottando di norma il seguente schema.

- sottofondo di 0,15 m in sabbia;
- rinfiango in sabbia fino a 0,15 m sopra il cielo del tubo;
- rinterro con ghiaia di cava e materiale di scavo;
- ripristini strati superficiali (acciottolato, prato, bosco, strada) come allo stato attuale secondo le indicazioni di progetto

Si rimarca che per quanto riguarda le terre di scavo, qualora durante l'esecuzione sia confermato che il terreno rimosso non contenga elementi inquinanti si prevede che la terra rimossa sia in parte riutilizzata 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.

5 Disponibilità delle aree

Come accennato nei precedenti paragrafi, le opere verranno realizzate in parte su mulattiera comunale in area boschiva e prati privati.

La definizione e l'individuazione delle proprietà interessate dalle opere in progetto sono riportate nell'elaborato "T7 – Piano particellare".

6 Verifiche e dimensionamenti idraulici

6.1 Calcolo delle portate di progetto

La portata di progetto del nuovo collettore fognario viene stimata a partire dai consumi idrici registrati nell'anno di riferimento 2018, assumendo in via del tutto cautelativa un coefficiente d'afflusso in fognatura pari a 1.

Dal momento che il maggior consumo idrico lo si registra durante il periodo estivo (periodo giugno – settembre), per il calcolo della portata media annua (Q_m) sono stati considerati 125 giorni come arco temporale significativo.

$$Q_m = \alpha \frac{\text{Consumi idrici annuali}}{125 \text{ giorni}}$$

Con α coefficiente d'afflusso in fognatura, pari a 1.

Per passare al corrispondente valore della portata media del giorno di massimo consumo (Q_g) si moltiplica per un coefficiente di incremento di portata (C_g).

$$Q_g = Q_m C_g$$

La portata di progetto coincide, dunque, con la portata di punta del giorno di massimo consumo, pertanto si moltiplica la portata media del giorno di massimo consumo per un coefficiente di incremento della portata (C_p).

$$Q_p = Q_g C_2 = Q_m C_g C_p$$

Si rimarca che la portata di punta del giorno di massimo consumo (Q_p) coincide con la portata di progetto e verifica della nuova rete fognaria, assumendo come coefficiente di afflusso in fognatura un valore pari a 1.

I valori dei coefficienti C_p e C_g dipendono dalle caratteristiche demografiche dei centri abitati. Per l'intervento in oggetto sono stati considerati i seguenti valori di incremento di portata:

$C_g = 3$ (coefficiente moltiplicativo relativo al giorno di massimo consumo per piccoli agglomerati).

$C_p = 3$ (coefficiente di punta orario per piccoli agglomerati);

Coefficienti rapportati alla classe demografica:

tipologia abitato	C1	C2
grandi agglomerati	1,2	1,3
medi agglomerati	1,5	2,5
piccoli agglomerati	2-3	4-6

Si riportano qui di seguito i valori di portata calcolati:

consumo annuale [mc/anno]	796
Q_m [l/s]	0,07
C_g	3,00
Q_g [l/s]	0,22
C_p	3,00
Q_p [l/s]	0,66

6.1.1 Verifica idraulica condotte a gravità

Il problema di verifica idraulica di un condotto di fognatura, consiste generalmente nel determinare il tirante idraulico e la velocità che si instaurano per effetto della portata di progetto nei canali dei quali sono noti: forma, materiali, dimensioni e pendenze.

Per semplicità di calcolo, si suppone che il moto sia uniforme all'interno della condotta fognaria. Questa ipotesi, pur non essendo mai esattamente conforme alle reali condizioni di movimento, viene normalmente accettata per la sua semplicità, anche in conformità delle enormi semplificazioni proprie dello schema di funzionamento idraulico ammesso per la teoria sulla quale fondano i calcoli di dimensionamento.

La formula più comunemente usata per le correnti a superficie libera è quella di Chezy:

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

dove Q è la portata in m^3/s , A è l'area della sezione bagnata in m^2 , χ è un coefficiente che tiene conto della scabrezza della condotta, R è il raggio idraulico in metri, i è la pendenza di fondo del condotto.

Per il calcolo del coefficiente χ si è adottata l'espressione di Strickler:

$$\chi = K_s \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

con $K_s = 101 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ utilizzato nel caso di condotti in materiale plastico e $K_s = 80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ nel caso di tubazioni in grès ceramico.

Tale formula combinata con la formula di Chezy porta all'espressione:

$$Q = K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Si sono inoltre di norma assunti valori del grado di riempimento non superiori a 80 % per consentire un più agevole deflusso delle acque nei condotti anche in presenza di onde od increspature della superficie liquida.

Conformemente alla Circ. Min. LL.PP. n.11633 (Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr.) del 7.1.1974: "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto", si sono adottate caratteristiche delle tubazioni (diametro, pendenza, materiale) tali da contenere, ove possibile, le velocità entro i valori consigliati

$V_{\text{media}} \geq 0,5 \text{ m/sec}$; $V_{\text{max}} \leq 5 \text{ m/sec}$

in modo da impedire il deposito di sostanze sedimentabili durante i periodi di magra e l'erosione della superficie interna delle tubazioni in occasione delle portate di punta.

Nota la geometria del canale in progetto (forma, dimensioni e materiale), stimata la pendenza del tratto a partire dai dati topografici rilevati in fase di sopralluogo e scelta la formula di moto uniforme, il problema di verifica si presenta nella determinazione del tirante idrico corrispondente alla prefissata portata di progetto.

Lungo tutto il nuovo collettore fognario si è scelto di posare una tubazione PVC De200 mm SN8. Dai calcoli di verifica idraulica è emerso l'evidente sovradimensionamento della condotta rispetto alla portata di progetto stimata, pertanto si è deciso di posare comunque un diametro di tali dimensioni in quanto riduce al minimo la possibilità di intasamento per effetto di materiale di deposito ed inoltre, per effetto delle forti pendenze dei tratti, garantirebbe il deflusso anche di eventuali portate di infiltrazione in fognatura.

Per ogni tratto di collettore fognario si è calcolato il valore del tirante idraulico iterando la formula di Chezy assumendo come portata di progetto quella di punta del giorno di massimo consumo, pari a 0.67 l/s.

Qui di seguito si riportano le tabelle riportanti le grandezze principali utili al fine della verifica idraulica.

VERIFICA IDRAULICA DEI TRATTI DI COLLETTORE FOGNARIO										
tratto	pend [%]	Ks [m ^{1/3} /s]	Dint [m]	h [cm]	Area bagnata [m ²]	Raggio idraulico [m]	h/D [%]	Velocità (V) [m/s]	0,5 m/s< V <2,5 m/s	h/D <80%
N1- RIM	25,40	101	0,1882	0,83	0,000428	0,00539	4,4	1,56	ok	ok
RIM - N2	23,74	101	0,1882	0,84	0,000438	0,00547	4,5	1,53	ok	ok
N2-N3	28,35	101	0,1882	0,80	0,000412	0,00526	4,3	1,63	ok	ok
N3-N4	50,15	101	0,1882	0,70	0,000338	0,00461	3,7	1,98	ok	ok
N4-N5	58,36	101	0,1882	0,68	0,000321	0,00446	3,6	2,09	ok	ok
N5-N6	34,13	101	0,1882	0,77	0,000386	0,00504	4,1	1,73	ok	ok
N6-N7	80,38	101	0,1882	0,63	0,000287	0,00414	3,4	2,33	ok	ok
N7-N8	20,90	101	0,1882	0,86	0,000458	0,00564	4,6	1,46	ok	ok
N8-N9	21,27	101	0,1882	0,86	0,000455	0,00561	4,6	1,47	ok	ok
N9-N10	21,68	101	0,1882	0,86	0,000452	0,00559	4,6	1,48	ok	ok
N10-RIM	32,00	101	0,1882	0,78	0,000395	0,00511	4,2	1,70	ok	ok
RIM - N11	5,85	101	0,1882	1,16	0,000714	0,00754	6,2	0,94	ok	ok
N11-N12	30,21	101	0,1882	0,79	0,000403	0,00518	4,2	1,66	ok	ok
N12-N13	34,36	101	0,1882	0,77	0,000385	0,00503	4,1	1,74	ok	ok
N13-N14	22,50	101	0,1882	0,85	0,000446	0,00554	4,5	1,50	ok	ok
N14-N15	17,20	101	0,1882	0,90	0,000490	0,00589	4,8	1,37	ok	ok
N15-N16	60,90	101	0,1882	0,67	0,000316	0,00441	3,6	2,12	ok	ok
N16-N17	40,92	101	0,1882	0,74	0,000363	0,00483	3,9	1,85	ok	ok
N17-N18	44,72	101	0,1882	0,72	0,000352	0,00474	3,8	1,90	ok	ok
N18-N19	41,97	101	0,1882	0,73	0,000360	0,00481	3,9	1,86	ok	ok
N19-N20	47,72	101	0,1882	0,71	0,000344	0,00467	3,8	1,95	ok	ok
N20-N21	22,81	101	0,1882	0,85	0,000444	0,00552	4,5	1,51	ok	ok
N21-RIM	15,47	101	0,1882	0,93	0,000509	0,00604	4,9	1,32	ok	ok
RIM - N22	19,86	101	0,1882	0,87	0,000466	0,00570	4,6	1,44	ok	ok
N22-N23	16,37	101	0,1882	0,91	0,000498	0,00596	4,9	1,34	ok	ok
N23-N24	6,90	101	0,1882	1,12	0,000674	0,00726	6,0	0,99	ok	ok
N24-N25	36,79	101	0,1882	0,76	0,000376	0,00495	4,0	1,78	ok	ok
N25-N26	39,37	101	0,1882	0,75	0,000368	0,00488	4,0	1,82	ok	ok
N26-N27	54,84	101	0,1882	0,69	0,000327	0,00452	3,7	2,04	ok	ok
N27-N28	84,30	101	0,1882	0,62	0,000282	0,00410	3,3	2,37	ok	ok
N28-N29	33,21	101	0,1882	0,77	0,000390	0,00507	4,1	1,72	ok	ok
N29-N30	51,38	101	0,1882	0,70	0,000335	0,00459	3,7	2,00	ok	ok
N30-10732	2,11	101	0,1882	1,48	0,001018	0,00951	7,9	0,66	ok	ok

Con il termine "RIM" all'interno della tabella si intende "reticolo idrico minore".

Le verifiche idrauliche di velocità e di tirante ammissibile risultano soddisfatte per tutti i tratti della nuova rete di fognatura.

Si rimarca che la verifica idraulica risulta soddisfatta quando il rapporto tra il tirante idraulico e il diametro della condotta risulta inferiore all'80% e quando le velocità di deflusso della portata risulta compresa tra 0.5 m/s e 2.5 m/s.

7 Verifiche sulle Tubazioni

7.1 Interazioni Tubazioni

7.1.1 Interazioni Tubi - Fluido Trasportato

La caratterizzazione qualitativa del liquido convogliato risulta opportuna al fine di evidenziare le interazioni tra fluido trasportato e tubazione.

Le tubazioni sono destinate allo smaltimento di acque nere unicamente di tipo civile, in quanto non sono presenti insediamenti industriali o artigianali.

I valori medi del carico inquinante, ricavati da dati di letteratura per carichi di tipo domestico, possono essere così riassunti:

BOD5	(mg/l)	400
COD	(mg/l)	500
Sostanze solide sedimentabili	(mg/l)	1200
Sostanze solide filtrabili	(mg/l)	600
Azoto totale	(mg/l)	80
Fosforo totale	(mg/l)	20

Per quanto riguarda il pH, nei liquami domestici, esso risulta mediamente compreso fra 7 e 8, mentre la temperatura varia, quasi unicamente al variare della temperatura dell'acqua di approvvigionamento, in quanto sono da escludersi scarichi a temperatura diversa da quella ambiente provenienti da insediamenti industriali o artigianali.

Da quanto sopra esposto il liquido trasportato è da considerarsi quindi debolmente aggressivo per le tubazioni utilizzate per il convogliamento delle acque di fognatura.

Sono inoltre sostanzialmente da escludersi modifiche significative nel tempo dei parametri caratterizzanti il fluido.

Per il collettamento dei reflui ci si è orientati verso tubazioni in PVC per tutto il tratto in progetto e le stesse risultano particolarmente affidabili, essendo dotate delle seguenti principali caratteristiche:

- resistenza all'aggressione chimica;
- resistenza all'abrasione;
- velocità di autopulizia;
- impermeabilità dall'interno all'esterno e viceversa.

7.1.2 Interazioni Tubazioni – Terreni Di Posa

Dal punto di vista dell'interazione tra i terreni attraversati e le tubazioni di progetto, si ritiene la portanza limite del terreno sufficiente a sostenere i carichi derivanti dal peso proprio delle tubazioni, dal peso del terreno di ricoprimento, dal carico indotto sulla tubazione e quindi sul terreno di fondazione e dalla presenza del liquido all'interno della tubazione.

Qualora in fase di progettazione esecutiva si valuti che le forti pendenze possano compromettere la stabilità dei singoli tratti di fognatura, si valuterà la necessità di predisporre degli opportuni sistemi di ancoraggio.

Di seguito vengono approfondite le valutazioni dei carichi agenti sulle tubazioni in funzione della profondità di posa e dei carichi stradali.

7.2 Verifica statica delle condotte

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 modulo elastico terreno;

E_t modulo elastico tubazione;

D diametro tubazione;

s 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:

1. $B \leq 2D; H \geq 1.5B$
2. $2D \leq B \leq 3D; H \geq 3.5B$

Viceversa, lo scavo si definisce *trincea larga*.

dove:

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.

Carico dovuto al rinterro

Il calcolo del carico di rinterro varia a seconda dal 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	$tg^2(45 - \Phi/2)$	/	$tg^2(45 - \Phi/2)$	/
C	$\frac{1 - e^{-2k(H/B)tg(\Phi)}}{2k tg(\Phi)}$	$0.1 + 0.85(H/D) + 0.33(H/D)^2$ per $H/D \leq 2.66$ $0.1 + 1.68(H/D)$ per $H/D > 2.66$	$\frac{1 - e^{-2k(H/B)tg(\Phi)}}{2k tg(\Phi)}$	$\frac{H}{D}$
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 1 - 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	F(°)	g (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 2 - Proprietà geotecniche 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:

1. HT autocarro pesante;
2. 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	Ferrovioario

Tabella 3 - 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 coefficiente di incremento valutato secondo le relazioni:

$$\varphi = 1 + \frac{0.3}{H} \text{ valido per carico stradale e autostradale;}$$

$$\varphi = 1 + \frac{0.6}{H} \text{ valido per carico ferroviario.}$$

H altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo

Carico dovuto a sovraccarichi distribuiti

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.

Carico 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:

$$Q_a = 5788 d^2$$

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:

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

In Figura 2 si riporta l'andamento dei carichi agenti su una tubazione in funzione della profondità

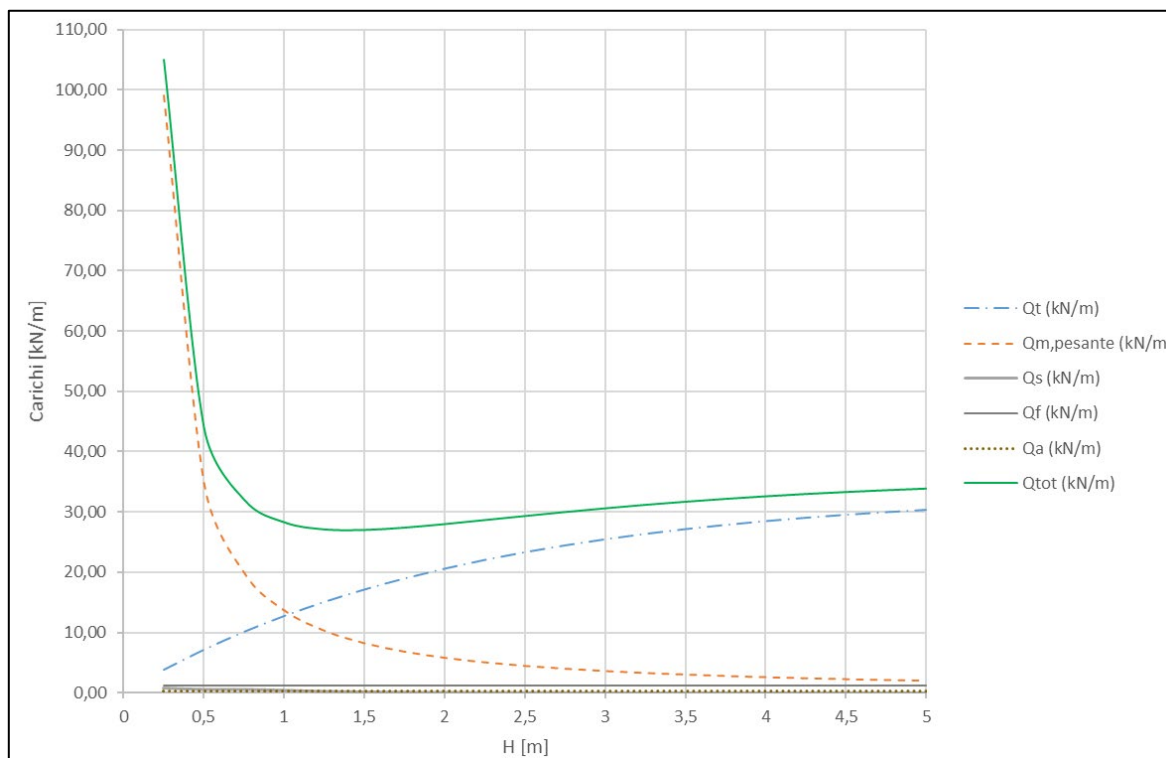


Figura 2: Andamento dei carichi agenti sulla tubazione in funzione della profondità

Verifica statica tubazioni

Per la verifica statica delle tubazioni flessibili 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 sono le seguenti:

- valutazione e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine
- valutazione e verifica della massima sollecitazione a flessione della sezione trasversale
- valutazione e verifica del carico critico di collasso

Calcolo e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine

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 1

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 2

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]

$K_a, \Delta a$ 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 6.

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 4 - 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 \geq 95%) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità Proctor \geq 70%)	180	0.083
Fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor \geq 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 5 - 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 6 - Valori dei parametri K_a e Δa

Per tubazioni in PEad ed in PVC l'inflessione diametrale a lungo termine non deve superare il 5% del diametro iniziale della condotta. In base a quanto sopra e ai dati geometrici delle condotte, si calcola il carico dovuto al rinterro e i sovraccarichi dovuti al traffico veicolare sulle condotte. La verifica è soddisfatta se si ottiene $\Delta y/D$ minore del 5%.

Calcolo e verifica della sollecitazione a flessione della sezione trasversale

La sollecitazione massima di flessione che risulta dall'inflessione del tubo non deve eccedere la resistenza a flessione a lungo termine del prodotto, ridotta di un fattore di sicurezza.

In particolare dovrà risultare:

$$\sigma = D_f E_t \left(\frac{\Delta y}{D} \right) \left(\frac{s}{D} \right) \leq \frac{\sigma_{lim}}{\mu}$$

dove:

σ è la tensione dovuta alla deflessione diametrale [N/cm²];

σ_{lim} è la tensione limite ultima (valori forniti dal produttore delle tubazioni);

D_f è un fattore di forma – vedi tabella 4 - i cui valori sono stati parametrizzati in funzione dell'indice di rigidità trasversale RG: $RG = \frac{E_t I}{D_m^3}$

dove D_m rappresenta il diametro medio della condotta;

μ è un coefficiente di sicurezza, pari a 1.5;

INDICE DI RIGIDEZZA DELLA TUBAZIONE RG [N/m ²]	TIPO DI MATERIALE DI SOTTOFONDO E RINFIANCO E GRADO DI COTIPAMENTO			
	GHIAIOSO		SABBIOSO	
	Da naturale a leggero	Da moderato a elevato	Da naturale a leggero	Da moderato a elevato
1150	5.5	7.0	6.0	8.0
2300	4.5	5.5	5.0	6.5
4600	3.8	4.5	4.0	5.5
9200	3.3	3.8	3.5	4.5

Tabella 7 - Fattore di forma D_f

La verifica risulta soddisfatta se il fattore di sicurezza $F_s = \frac{\sigma}{\sigma_{lim}}$ è maggiore di 1,5.

Verifica del carico critico di collasso (Buckling)

In una tubazione interrata, la pressione che determina l'instabilità elastica dipende dall'indice di rigidità della tubazione RG e dal modulo elastico E_s del terreno che circonda la tubazione, dato che il sistema tubo-terreno si comporta come un'unica entità.

La stima della pressione ammissibile di Buckling, fornita dalla norma ANSI-AWWA C950/88, è data da:

$$q_a = \left(\frac{1}{F_S} \right) (32 R_w B' E_s \frac{E_t I}{D^3})$$

dove:

q_a è la pressione ammissibile di buckling [N/cm²];

FS è il fattore di progettazione, pari a 2.5;

R_w è il fattore di spinta idrodinamica della falda eventualmente presente dato da:

$$R_w = 1 - 0,33 \left(\frac{H_w}{H} \right) \text{ con } 0 \leq H_w \leq H$$

B' è il coefficiente empirico di supporto elastico fornito dalla relazione;

H è l'altezza di rinterro [cm];

H_w è l'altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione [cm].

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile q_a con la risultante dei carichi esterni applicati.

In particolare dovrà risultare:

$$\gamma_w H_w + R_w \frac{W_c}{D} + \frac{W_L}{D} \leq q_a$$

L'inflessione diametrale, le sollecitazioni e la pressione massima ammissibile di Buckling in una tubazione flessibile interrata dipendono in maniera determinante dal modulo di elasticità del suolo e quindi dal tipo di terreno utilizzato per letto di posa ed il rinfianco della tubazione e dal grado di costipamento.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle verifiche statiche eseguite per le condotte a gravità in progetto.

Nel dettaglio, la verifica è stata condotta su due sezioni tipologiche principali: quella in corrispondenza dell'attraversamento in subalveo del reticolo idrico inferiore e la sezione ordinaria di posa lungo mulattiera in area boschiva o prato. In entrambi i casi il peso del sovraccarico dovuto a mezzi mobili non è stato preso in considerazione.

CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI RINFIANCO – CARATTERISTICHE DELLA TUBAZIONE POSATA – TIPOLOGIA DELLA TRINCEA

TRATTO	TERRENO RINFIANCO				TUBAZIONE						TRINCEA		
	TERRENO	Es [MPa]	r medio	n (ist)	MATERIALE	De [m]	Di [m]	s [m]	Et [MPa]	TIPO	B [m]	H [m]	TIPO
ATTRAVERSAMENTO RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21- N22)	Terreno B: sabbia con costipamento moderato	6,9	0,097	10,2	PVC	0,2	0,1882	0,0059	3000	flessibile	1	0,5	trincea larga
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	Terreno B: sabbia con costipamento moderato	6,9	0,097	10,2	PVC	0,2	0,1882	0,0059	3000	flessibile	0,8	0,95	trincea larga

CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI RINTERRO

TRATTO	CARICO TERRENO RINTERRO			
	TERRENO	peso specifico rinterro γ_t [kN/mc]	angolo attrito interno	carico rinterro tubi [KN/m]
ATTRAVERSAMENTO RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21- N22)	Misto di cava di sabbia e ghiaia	19,613	33,000	1,96
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	Misto di cava di sabbia e ghiaia	19,613	33,000	3,73



LARIO RETI HOLDING
la tua acqua, la nostra passione

CALCOLO DEL CARICO DISTRIBUITO GRAVANTE SULLA TUBAZIONE E DEL CARICO DOVUTO ALL'ACQUA

TRATTO	CARICO DISTRIBUITO E CARICO ACQUA NEL TUBO						
	peso del carico distribuito [KN]	u1 =larghezza superficie su cui agisce il carico q distribuito [m]	u2 =lunghezza superficie su cui agisce il carico q distribuito [m]	pressione distribuita [KN/mq]	coeff. [0,71 trincea stretta] ; [0,88	carico distribuito [Kn/m]	carico acqua nel tubo [kN/m]
ATTRAVERSAMENTO RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21-N22)	1,65	1,1	1	0,393	0,880	0,069	0,205
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	0	1	1	0	0,880	0	0,205

CARATTERISTICA DEL TERRENO DI RINTERRO

TRATTO	CARICO TUBAZIONE E CARICO TOTALE							
	materiale	peso specifico [KN/mc]	carico proprio tubazione [kN/m]	falda? [si ; no]	peso specifico acqua [kN/mc]	altezza sup libera falda Hw [m]	carico falda [KN/m]	caricoTOTALE [KN/m]
ATTRAVERSAMENTO RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21-N22)	PVC	14,5	0,052	si	10	0,5	1,2	3,418
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	PVC	14,5	0,052	no	10	0	0	3,984

VERIFICA DI INFLESSIONE DELLA CONDOTTA

TRATTO	VERIFICA INFLESSIONE								
	De	Kx	raggio medio tubo [cm]	Ka	$\Delta a/D$	Δa	terreno	grado di compattazione	Mod. elastico terreno Es
ATTRAVERSAMENTO RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21-N22)	2,000	0,103	9,705	0,750	0,000	0,000	Terreno B	MODERATO	690,000
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	1,500	0,103	9,705	0,750	0,000	0,000	Terreno B	MODERATO	690,000

TRATTO	VERIFICA INFLESSIONE							
	materiale	Mod. elastico tubazione Et	Mod. Inerzia [cmc]	carico verticale suolo [N/cm]	carico mobile su tubo [N/cm]	Δy [cm]	$\Delta y/D$	verifica inflessione <5%
ATTRAVERSAMENTO RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21-N22)	PVC	150000,000	0,017	19,613	0,000	0,118	0,588	verificata
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	PVC	150000,000	0,017	37,265	0,000	0,167	0,837	verificata

VERIFICA DI RESISTENZA DELLA CONDOTTA

TRATTO	VERIFICA DI RESISTENZA						
	Diametro medio condotta [cm]	RG [N/mq]	fattore di forma Df	σ (N/cm ²)	σ lim (kN/m ²)	Fattore sicurezza	verifica di resistenza
ATTRaversamento RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21-N22)	19,41	3510,67	6,5	169,0255	2500	1,5	verificata
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	19,41	3510,67	6,5	240,8613	2500	1,5	verificata

VERIFICA BUCKLING

TRATTO	VERIFICA DI BUCKLING						
	FS	falda? [si ; no]	Fattore spinta idrostatica Rw	coef. Empirico elastico B'	pressione ammissibile di Buckling q _a [N/cm ²]	Risultante della pressione dovuta dai carichi esterni (q) [N/cm ²]	verifica Buckling
ATTRaversamento RETICOLO IDRICO (N1-N2 ; N10-N11 ; N21-N22)	2,5	si	0,67	0,9999	27,5591	1,1570	verificata
SEZIONE ORDINARIA DI POSA N1-CAM 10732	2,5	no	1	1,0000	33,6703	1,8632	verificata

8 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.

Si rimarca che le lavorazioni interessano prevalentemente un'area di tipo bosco caratterizzata da forti pendenze. In tal caso, 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 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.

I lavori si svilupperanno principalmente su mulattiera comunale, pertanto saranno adottate tutte le misure necessarie al fine di ridurre i rischi interferenziali tra le aree di cantiere ed eventuali passanti.

Per i lavori da effettuarsi su sede stradale (in corrispondenza della cameretta di recapito finale n. 10732), particolare attenzione sarà posta 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 l'area di cantiere, sia relativamente alle possibili alternative viabilistiche.

Per quanto riguarda i sottoservizi esistenti, poiché l'area oggetto di intervento si sviluppa prevalentemente su prati e boschi, non è prevista la presenza di sottoservizi interferenti.

In corrispondenza della cameretta n. 10732 di recapito finale del nuovo collettare, in sede di esecuzione lavori, la presenza dei sottoservizi dovrà sempre essere verificata e confermata in sede di installazione del cantiere da parte dell'Impresa Appaltatrice, mediante coordinamento diretto dei sottoservizi.

9 Gestione delle terre da scavo

Le lavorazioni oggetto dell'appalto prevedono sia il disfacimento di pavimentazione bituminosa 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 esecutivo 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. Per quanto riguarda la pavimentazione bituminata rimossa, la stessa verrà completamente conferita in appositi siti autorizzati. L'autorizzazione allo smaltimento verrà richiesta dall'Impresa Appaltante prima dell'inizio dei lavori.

10 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:

Redazione progetto definitivo.....	Dicembre 2019
Approvazione progetto definitivo.....	Maggio 2020
Redazione e approvazione progetto esecutivo.....	Agosto 2020
Affidamento lavori.....	Dicembre 2020
Fine esecuzione dei lavori e collaudo.....	Giugno 2021

11 Quadro economico

L'impegno di spesa globale del presente progetto, risultante dall'allegato T4 "Computo Metrico" e sommati gli importi a disposizione dell'amministrazione ammonta a **€ 317.824,00** (trecentodiciassetteottocentoventiquattro/00) esclusa l'IVA di legge.

Si riporta separatamente il calcolo dell'IVA e l'importo complessivo compreso di IVA e pari a € 354.767,28.

Il quadro economico riepilogativo risulta pertanto il seguente:

QUADRO ECONOMICO		
	OPERE A BASE D'APPALTO	importi
a2	importo a base di gara (IVA esclusa)	246.492,25
a3	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso (IVA esclusa)	6.507,75
A	tot. opere a base d'appalto	253.000,00
	SOMME A DISPOSIZIONE	importi
b1	imprevisti	12.650,00
b2	valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi	5.000,00
b3	relazione forestale	714,00
b4	relazione geologica/geotecnica	1.000,00
b5	trasporto materiali con elicottero	3.000,00
b6	opere necessarie per pulizia e smaltimento liquami fossa Imhoff loc. Noceno	1.000,00
b7	convenzioni/servitù/acquisti proprietà private, comprese spese per procedure di espropri	5.000,00
b8	spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo	31.400,00
b9	procedure di gara e incentivi per funzioni tecniche	5.060,00
B	Totale somme a disposizione - IVA esclusa	64.824,00
IMP. TOTALE GENERALE - IVA ESCLUSA (A+B)		317.824,00

IVA, ESCLUSA DAL QUADRO ECONOMICO

c0	iva 10 % sui lavori (vedi voce A)	25.300,00
c1	iva 10 % su imprevisti (vedi voce b1)	1.265,00
c2	iva 22 % su valutazione rischio archeologico e assistenza archeologica agli scavi (vedi voce b2)	1.100,00
c3	iva 22% su relazione forestale (vedi voce b3)	157,08
c4	iva 22% su relazione geologica/geotecnica (vedi voce b4)	220,00
c5	iva 22% su trasporto materiali con elicottero (vedi voce b5)	660,00
c6	iva 22% su opere necessarie per pulizia e smaltimento liquami fossa Imhoff loc. Noceno (vedi voce b6)	220,00
c8	iva 22% su spese tecniche per la progettazione, direzione lavori, coordinatore sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, collaudo (vedi voce b8)	6.908,00
c9	iva 22% su procedura di gara e incentivi per funzioni tecniche	1.113,20
IMPORTO TOTALE IVA		36.943,28

IMPORTO TOTALE DI PROGETTO - IVA INCLUSA	354.767,28
---	-------------------