



## Progetto per l'immissione nella rete gas di Olbia del biometano prodotto nella discarica consortile in Località Spiritu Santu.



# PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

## LOTTO 1 - Da discarica Spiritu Santu all'ospedale Mater Olbia

### B - GEOLOGIA

NOME FILE

B.2 - Studio di compatibilità idraulica rete gas

SCALA

CODICE  
ELAB.

B 2

REV. B

PRIMA EMISSIONE

DATA

Giugno 2017

Progettazione:



COSIN S.r.l.  
SOCIETA' DI INGEGNERIA  
09134 CAGLIARI - VIA SAN TOMMASO D'AQUINO, 18  
Tel. e Fax +39 070 2346768  
info@cosinsrl.it  
COD. FISC. - P. IVA: 03043130925



ORDINE INGEGNERI  
PROVINCIA DI CAGLIARI  
N. 4255 Dott. Ing. Giuseppe DELITALA

Collaboratori:

**ORDINE DEI GEOLOGI**  
**REGIONE SARDEGNA**  
**SEZIONE A**  
N. 633 Dott. Geol. ALBERTO GORINI

**Calcoli Idraulici**  
Ing. Claudia Fuedda

**Interferenze**  
Ing. Nicola Marras

**Computo Metrico**  
Geom. Ivan Pireddu

**COMUNE DI OLBIA**

**Progetto per l'immissione nella rete gas di Olbia del biometano prodotto nella discarica consortile in Località Spiritu Santu.**

**PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO**

**Lotto 1 - Da discarica Spiritu Santu all'ospedale Mater Olbia**

**B. 2 – STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA RETE GAS**

## **INDICE**

<b>1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>INQUADRAMENTO PAI.....</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>INQUADRAMENTO P.S.F.F. ....</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO PROPOSTO .....</b>	<b>12</b>
6.1	SVILUPPO DEL NUOVO FEEDER .....	12
6.2	CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DELLE TUBAZIONI.....	13
6.3	CONDOTTE DI TRASPORTO IN MEDIA PRESSIONE 4 <sup>^</sup> SPECIE (1,5 < P ≤5 BAR).....	13
6.4	TRACCIATO LOTTO 1 .....	14
<b>7.</b>	<b>INTERFERENZE E ATTRAVERSAMENTI.....</b>	<b>15</b>
7.1	INTERFERENZE E ATTRAVERSAMENTI IN RELAZIONE AL P.A.I. ....	15
<b>8.</b>	<b>SEZIONI DI POSA DELLA CONDOTTA IN AREE PERIMETRATE PAI .....</b>	<b>20</b>
<b>9.</b>	<b>ANALISI DELL'AREA INTERESSATA DALLE OPERE .....</b>	<b>22</b>
9.1	CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI .....	22
9.2	CARATTERI GEOPEDOLOGICI .....	32
9.3	CARATTERI DELL'IDROGRAFIA.....	34
9.4	CARATTERI IDROGEOLOGICI .....	35
<b>10.</b>	<b>CONSIDERAZIONI SULL'INTERAZIONE OPERA-PERICOLOSITA' IDRAULICA .....</b>	<b>39</b>
10.1	IL CONCETTO DI RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	39
10.2	IL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI .....	40
10.3	L'OPERA IN PROGETTO IN RELAZIONE AL P.A.I. ....	41
10.4	SOVRAPPOSIZIONE DEL P.A.I. CON GLI INTERVENTI IN PROGETTO.....	47
10.5	COORDINAMENTO TRA IL P.A.I. E IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (P.G.R.A.)	67
10.6	PROCESSI EROSIVI IN ALVEO .....	72
10.7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	75
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>77</b>
	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>78</b>

## 1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo "Studio di compatibilità idraulica rete gas" a corredo del progetto definitivo-esecutivo per il "L'immissione nella rete gas di Olbia del bio-metano che verrà prodotto nel nuovo impianto che sorgerà nei pressi della discarica consortile in Località Spiritu Santu ubicata a sud di Olbia".

Tale relazione è volta ad esaminare gli aspetti idraulici atti alla verifica compatibilità delle opere previste con l'area in esame. Nell'analisi delle opere previste in progetto si è reso necessario considerare le interazioni che esistono tra le condotte, la perimetrazione vigente del PAI art. 8 comma 2 e la perimetrazione vigente delle fasce fluviali di inondabilità.

La società Fiamma 2000 S.p.A. nel mese di maggio dell'anno 2015, ha conferito l'incarico alla società di Ingegneria Cosin Srl, per la redazione dello *"studio di fattibilità tecnico-economico di un impianto per la distribuzione del gas metano a servizio della zona Industriale di Olbia, approvvigionato da serbatoi criogenici di GNL"* Successivamente nell'anno 2016 è stato conferito l'incarico per la redazione della progettazione definitiva-esecutiva, direzione dei lavori e coordinamento per la sicurezza.

Agli utenti sarà fornito o il biometano, ricavato dal biogas prodotto nella discarica Spiritu Santu di Olbia, oppure (in futuro) il GNL (gas naturale liquido) stoccato nei serbatoi criogenici della zona industriale (non oggetto del presente intervento).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici da 100 mc cadauno, destinati in futuro a contenere GNL atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

L'intervento può essere riassunto come una condotta di trasporto del gas in media pressione (4 °specie) che si sviluppa in affiancamento a strade comunali, statali e private passando per il centro abitato di Olbia per poi giungere alla zona industriale.

Il progetto prevede la realizzazione di un collegamento tra la discarica e la rete esistente di Olbia, attraverso un feeder di collegamento che porterebbe il biometano sia nel centro urbano che nella zona industriale, ad oggi non servita dalla rete del gas.

La condotta di nuova realizzazione che trasporterà il biometano, ha la duplice funzione quella di stoccare il gas nelle ore notturne (quando il consumo è minimo) e di trasportarlo nelle ore diurne (quando il consumo del gas è massimo).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici (non oggetto del presente progetto), destinati a contenere GNL (gas naturale liquido) atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

Per l'erogazione del servizio sono necessarie le seguenti opere:

- a) **Condotta di Trasporto** in media pressione ( $1,5 \text{ bar} < p = < 5 \text{ bar}$  - condotta 4°specie)

Gli **Impianti di derivazione di utenza**, che comprendono **gli allacciamenti interrati** (a partire dall'organo di presa della condotta su strada fino l'uscita dal terreno in corrispondenza dei fabbricati da servire), gli **allacciamenti aerei** (che congiungono gli allacciamenti interrati ai rispettivi gruppi di misura ubicati presso gli utenti, ovvero gli utilizzatori finali del gas), e i **Gruppi di misura** installati presso ciascuna utenza, per la misurazione dei consumi, verranno realizzati successivamente e non sono oggetto del presente progetto.

L'impianto dovrà essere realizzato secondo le più avanzate tecnologie sia dal punto della distribuzione del gas che dal punto di vista della sicurezza.

Le tubazioni impiegate saranno in polietilene ad alta densità.

La rete da realizzare (**1° lotto**), è così costituita:

**Diametro condotta DN355, che si sviluppa dalla discarica "Spiritu Santu" sino all'ospedale Mater Olbia.** Per un totale di **3.430 ml**, che si svilupperanno principalmente all'esterno delle strade esistenti.

Il presente lavoro è svolto in accordo con le normative vigenti in materia (D.M. 11.03.1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*" e con le NTC 2008.

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 267 del 03/08/1998 "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia".
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Legge 109/94 3 e D.P.R. 554/99 in materia di lavori pubblici.
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".
- Legge n. 64 del 02/02/1974 recante "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale".
- D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni.
- Artt. 21, 22, 23, 24 e 27 delle Norme di attuazione del P.A.I.
- Art. 24 delle Norme di attuazione del P.A.I., allegato E.
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale"

- Art. 17, comma 6 Legge n. 183 del 19 Maggio 1989, Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale)
- Delibera n. 2 del 17/12/2015 “Predisposizione del complesso di ‘Studi, indagini, elaborazioni attinenti all’ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”- Approvazione in via definitiva ai sensi dell’art. 9 L.R. 6 dicembre 2006, n. 19 e s.m.i..
- D.P.C.M. 24.02.2015 e allegati – “Relazione sul recepimento della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri”.

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il presente progetto, riguardante il territorio del Comune di OLBIA, ricade nella zona Omogenea di Olbia-Tempio della Provincia di Sassari e intende dotare il Comune e la Zona Industriale a Nord di Olbia, di un servizio di distribuzione di gas bio-metano combustibile principalmente le esigenze delle attività artigianali, commerciali, e industriali. Il servizio assicurerà agli utenti la disponibilità costante di energia a costi contenuti.



Figura 1 - limiti amministrativi del Comune di OLBIA.

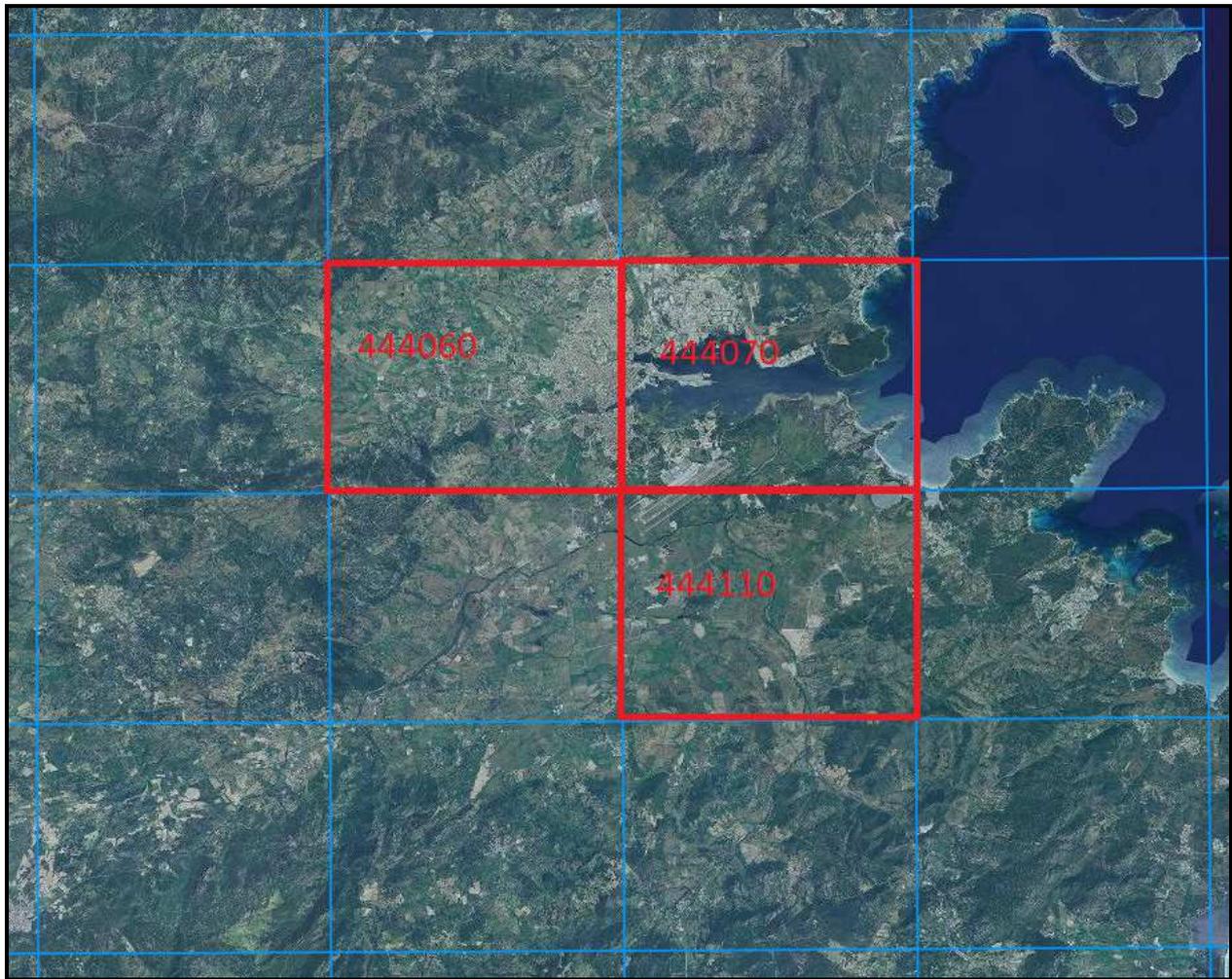
L'area in esame, è situata nella zona Nord-Orientale della Sardegna.

Il Comune interessato è inquadrato dai fogli 444 dell'IGM (Istituto Geografico Militare) in scala 1:50.000, e ricade nelle Carte Tecniche Regionali 1:10.000 indicate dai rettangoli Rossi (444060-444070 - 444110)

*Progetto per l'immissione nella rete gas di Olbia del biometano prodotto nella discarica consortile in Località Spiritu Santu*

*Progetto Definitivo Esecutivo - Lotto 1 Da discarica Spiritu Santu all'ospedale Mater Olbia*

*B.2 Studio di compatibilità idraulica rete gas*



**Figura 2 - Inquadramento cartografico delle zone in cui ricade il progetto**

#### 4. INQUADRAMENTO PAI

Dall'analisi della cartografia del P.A.I. - "Piano di Assetto Idrogeologico" - attraverso la sovrapposizione delle opere previste è stato possibile individuare le porzioni di territorio comunale interessate da pericolosità idraulica Hi.

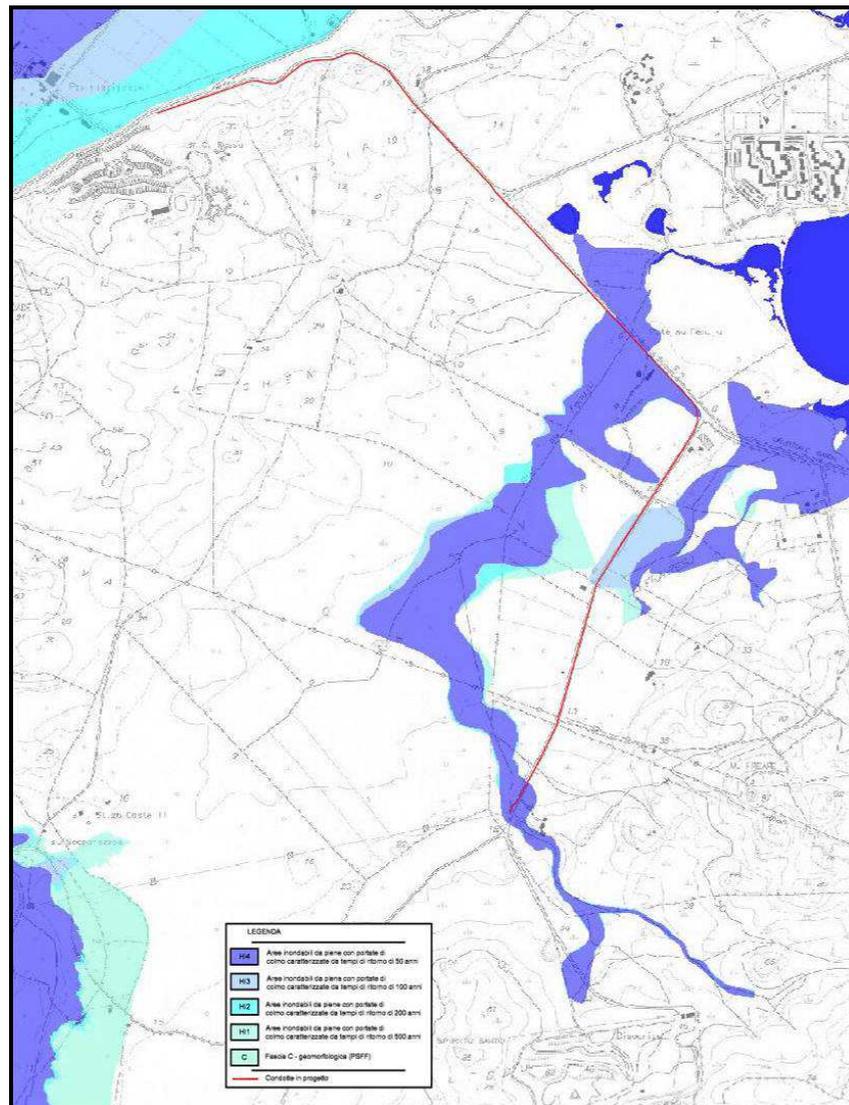


Figura 3 – Stralcio della tavola B.8 allegata in progetto. In rosso: le opere previste.

La perimetrazione riportata è stata ricavata dallo "Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'art. 8 comma2 delle NTA del P.A.I. del territorio extraurbano del Comune di Olbia", del Novembre 2015.





## 6. CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO PROPOSTO

Per quanto concerne la progettazione dell'impianto, seguirà una dettagliata descrizione.

Il progetto prevede la realizzazione di un collegamento tra la discarica e la rete esistente di Olbia, attraverso un *feeder* di collegamento che porterebbe il biometano sia nel centro urbano che nella zona industriale, ad oggi non servita dalla rete del gas.

La condotta di nuova realizzazione che trasporterà il biometano, ha la duplice funzione quella di stoccare il gas nelle ore notturne (quando il consumo è minimo) e di trasportarlo nelle ore diurne (quando il consumo del gas è massimo).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici (non oggetto del presente progetto), destinati a contenere GNL (gas naturale liquido) atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

Per l'erogazione del servizio sono necessarie le seguenti opere:

- a) **Condotta di Trasporto** in media pressione (1,5 bar < p = < 5 bar - condotta 4°specie)

L'impianto dovrà essere realizzato secondo le più avanzate tecnologie sia dal punto della distribuzione del gas che dal punto di vista della sicurezza.

### 6.1 Sviluppo del nuovo feeder

Il progetto prevede la realizzazione di una rete in media pressione di 4° specie (1.5 – 5 bar), che partendo dalla discarica raggiunge il ramo di alimentazione dell'Ospedale MATER OLBIA arriva al centro urbano di Olbia fino a raggiungere la zona industriale, dove alimenterà la ASDOMAR, la CLEA e la NOVAFLOOR.

Le tubazioni impiegate saranno in polietilene ad alta densità.

Come si evince dalle planimetrie d'unione (**Elaborati F**), la rete da realizzare è così suddivisa:

- **1° Lotto**

**Diametro condotta DN355 si estende tra la discarica "Spirito Santu" e all'ospedale Mater Olbia.** Per un totale di **3.430 ml**, in questo tratto che si sviluppa principalmente all'esterno delle strade esistenti si incontra la prima utenza, ovvero l'ospedale Mater Olbia.

- **2° Lotto**

**Diametro condotta DN 355 DN 315 e DN200 tra l'ospedale Mater Olbia, passando per la zona Poltu Quadu sino ad arrivare al centro di Olbia e terminare nella zona industriale a nord della città.** Per un totale di  $2.747\text{ml}+4.607+6.578 = \mathbf{13.932}$  ml in questo tratto si transita su strade sterrate e asfaltate con diverse zone in affiancamento alla rete già realizzata per il GPL cittadino.

**Per un totale di m 17.352 metri lineari di condotta, sommando LOTTO 1 e LOTTO2**

I diametri scelti sono in funzione calcolo idraulico effettuato sulla rete in media pressione (vedi paragrafo 7).

## 6.2 Caratteristiche tecnologiche delle tubazioni

Le tubazioni da impiegarsi per la costruzione delle condotte in media pressione sono in PEAD, con caratteristiche tecnologiche (composizione del PEAD, carico di rottura, carico di snervamento, allungamento) e spessori uniformi alle prescrizioni del D.M. 11/99 + UNI EN 1555.

Ciascun tubo dovrà essere collaudato in fabbrica.

Gli spessori minimi adottati sono superiori ai valori minimi fissati dalle NORME UNI 9034 e 9165, e soddisfano ampiamente alla verifica allo spessore minimo.

Il collaudo alla tenuta, prima della messa in esercizio degli impianti, dovrà essere effettuato ad aria a una pressione di 1 bar, procedendo per tronchi fino a collaudare l'intera condotta, per una durata di almeno 24 ore per le condotte di 4<sup>a</sup> specie.

Si propone inoltre l'utilizzo di **tubi tipo innovativi tipo "Nadir Plus" in PEAD-SDR 11 S5, o similari in Polietilene di quarta generazione. Si utilizzeranno essenzialmente tubi di 3 diametri da 355mm, 315mm e 200mm.**

Tali tubi, fortemente innovativi, sono superiori rispetto ai tubi standard in PEAD-SDR 11 S5 per varie caratteristiche fra le quali, a titolo esemplificativo, citiamo la **resistenza allo schiacciamento**, la **resistenza alla fessurazione**, e una **maggiore vita utile del tubo**.

## 6.3 Condotte di trasporto in media pressione 4<sup>a</sup> specie (1,5 < P ≤ 5 bar)

La lunghezza totale delle tubazioni di trasporto in media pressione calcolate per l'intero progetto è di **m. 17.352**, come si evince dal calcolo (**Elaborati M**) e dalle planimetrie di progetto (**Elaborati G**). Sugli schemi idraulici delle condotte (vedi **Elaborati M**) sono riportati i nodi, il numero dei rami, nonché i relativi diametri. Il dimensionamento della condotta è stato sviluppato tenendo in considerazione le linee di sviluppo future dei centri serviti.

Sono stati perciò adottati diametri sufficienti per estendere il servizio nel tempo, tanto alle zone di nuova urbanizzazione come a quelle di completamento.

RIEPILOGO CONDOTTE RETE DI TRASPORTO					
Condotte in 4°specie					
		DN 200	DN315	DN 355	Totali lotto
	<b>LOTTO 1 PEAD-SDR 11 S5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3430</b>	<b>3430</b>
	<b>LOTTO 2 PEAD-SDR 11 S5</b>	6.578	4.607	2.747	13.932
	<b>TOTALE</b>	6.578	4.607	6167	<b>17352</b>

Figura 6 - Riepilogo Condotte.

#### 6.4 Tracciato Lotto 1

Il tracciato inizia alla progressiva 0+300 (rotatoria di nuova realizzazione), sulla strada comunale via dello Spirito Santo, sul lato sinistro. Questa scelta è stata ritenuta preferibile per via della presenza sul lato destro in questo tronco stradale dei sostegni della linea elettrica di Media Tensione e quindi la certa presenza dei plinti di fondazione. Subito si incontra un attraversamento **(Elaborato I.2)** si incontra un alveo naturale che a sua volta attraversa la sede stradale con 2 tubolari in cls DN1000. Per superare questo alveo si è previsto un attraversamento in Briglia. **(Elaborato I.3)**. Il tracciato quindi dalla progr. 0+320 alla progr.1+600 prosegue sul corpo stradale sino a raggiungere la rotatoria di nuova costruzione tra la stessa strada comunale Spiritu Santu e la S.S.125. Si è previsto di superare questa rotatoria all'esterno della carreggiata e delle cunette in cls considerata la quantità di spazio disponibile per via del recente esproprio. Il tracciato quindi prosegue in sx sul corpo stradale e su cunetta in cls della S.S. 125 fino alla progressiva 3+000. In questo tratto il percorso incontra diverse interferenze: strade sterrate e asfaltate di accesso e il *rio Fenuju*. Si vedano gli **(Elaborati I.7-I.5-I.6-I.7)**. Si passa poi su asfalto ai margini della corsia in sx per via della presenza di una scarpata in parete rocciosa la cui demolizione porterebbe un deciso allungamento dei tempi di esecuzione dei lavori e quindi un aumento dei costi. In questo tratto fino alla progr. 3+160 si incontrano altri due alvei **(Elaborati I.9 ed I.9)**. Si torna poi all'esterno della carreggiata della S.S. 125 sempre lato sx direzione Olbia, sino alla progr. 3+730. In questo punto si effettuerà la diramazione verso l'ospedale Mater Olbia da una parte e si attraverserà ortogonalmente la S.S.125 dall'altra **(Lotto2)**.

## 7. INTERFERENZE E ATTRAVERSAMENTI

Un aspetto sicuramente da non trascurare è quello delle interferenze.

Nell'ambito dell'intervento descritto nei paragrafi precedenti si verificano una serie di interferenze della rete gas con diversi corsi d'acqua presenti nel territorio.

Ai sensi del R.D. 523 del 25 Luglio 1904, tali interferenze richiedono, preventivamente alla realizzazione delle relative opere, l'autorizzazione della competente "Autorità Idraulica" ovvero, in questo caso, del Genio Civile della Provincia di **Olbia-Tempio**.

Nella progettazione degli attraversamenti si è tenuto conto di tutte le problematiche emerse dallo studio del territorio condotto tramite sopralluoghi mirati e attraverso l'esame della cartografia di dettaglio.

### 7.1 Interferenze e attraversamenti in relazione al P.A.I.

La dislocazione geografica degli attraversamenti è riportata nell'elaborato I.1 "Planimetria interferenze".

Gli attraversamenti sono stati risolti come interrati in subalveo. Gli attraversamenti interrati verranno realizzati con scavo in trincea. La condotta sarà inserita in idoneo tubo di protezione in acciaio con DN appropriato al DN della condotta e alla lunghezza del tratto da superare.

In particolare si rilevano i seguenti **2 (due)** attraversamenti ricadenti in aree soggette a pericolosità idraulica Hi4:

- **ATTRAVERSAMENTO DEL RIO FENUJU**

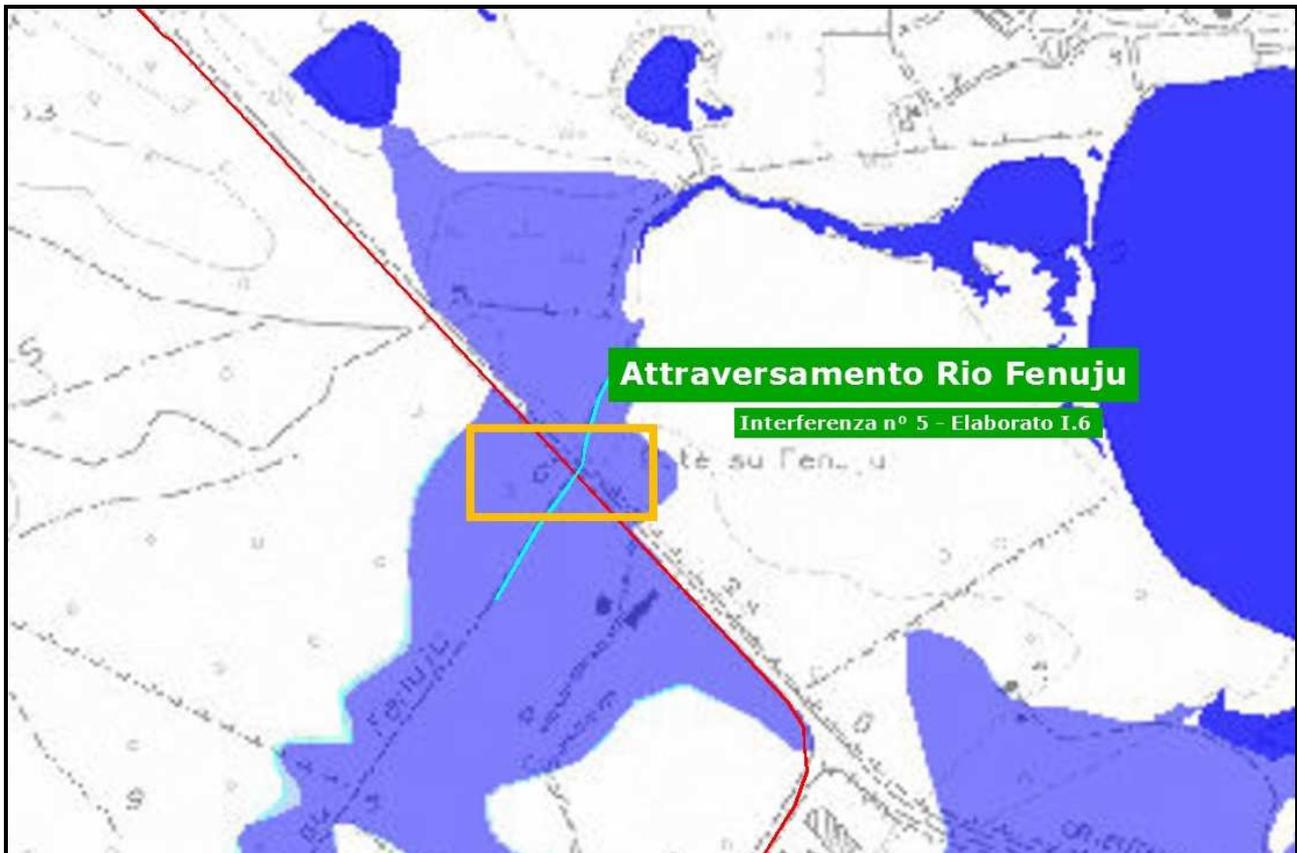


Figura 7 – Interferenza I.4. Sovrapposizione opera/aree soggette a pericolosità Hi4 e stato di progetto.

Tale attraversamento, ricadente in area soggetta a pericolosità idraulica Hi4, è previsto in subalveo con posa in trincea.

Gli attraversamenti ricadenti in aree soggette a pericolosità idraulica sono tutti del tipo interrato in subalveo nel rispetto della normativa vigente in materia, in particolare in materia di reti gas.

La condotta, in corrispondenza dell'attraversamento, sarà inserita in idoneo tubo di protezione in acciaio con diametro appropriato al diametro della condotta e alla lunghezza del tratto da superare.

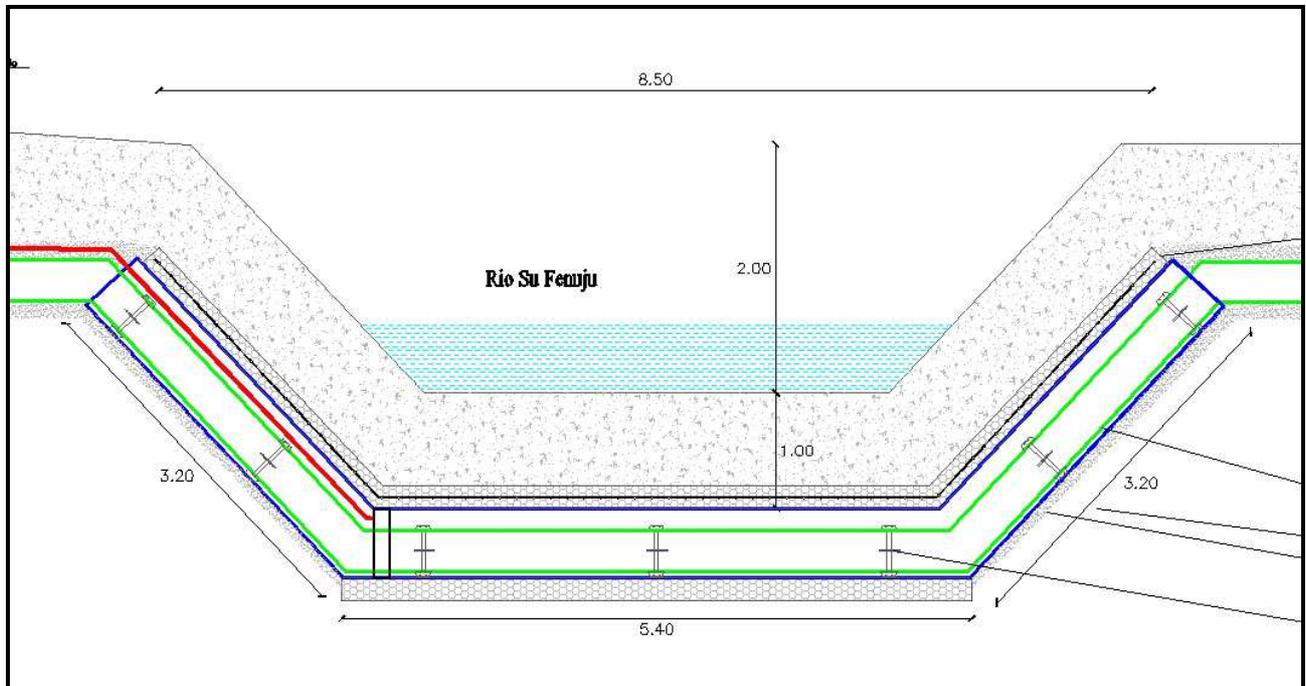
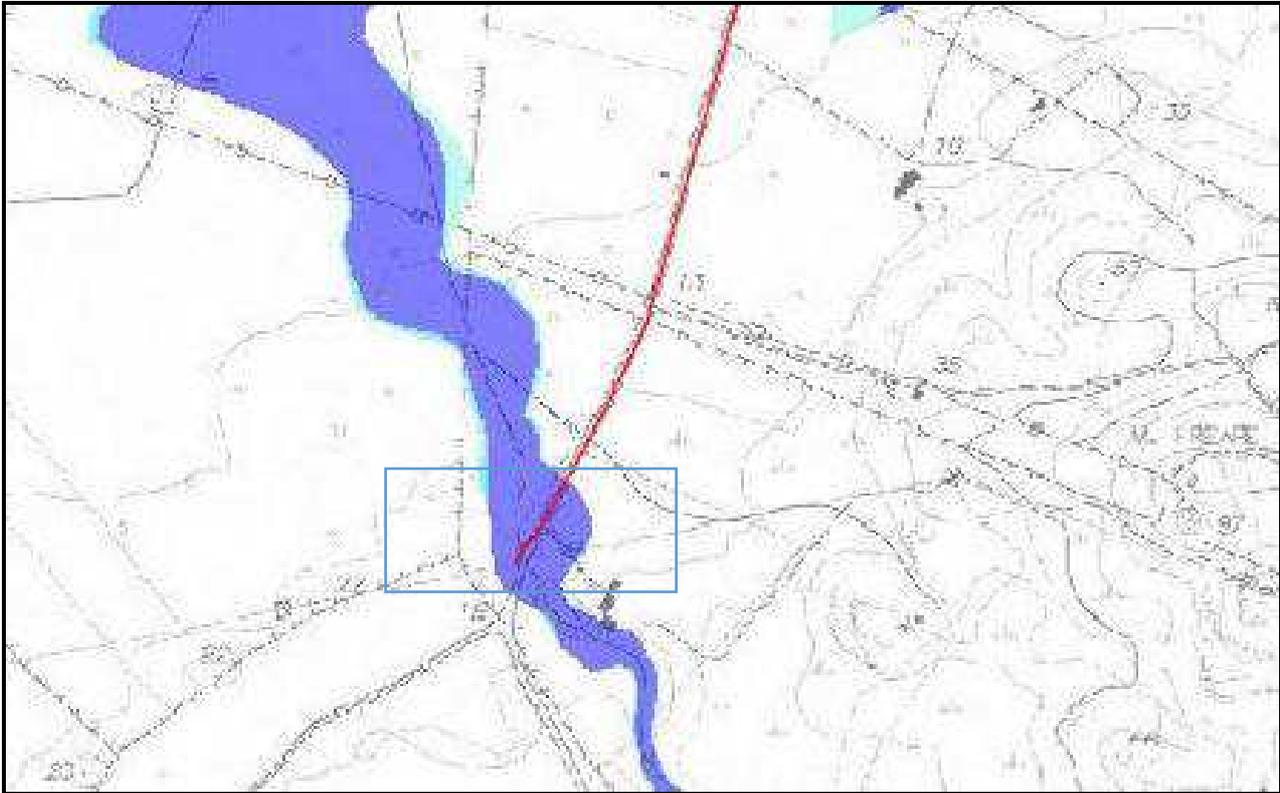


Figura 8 – Particolare realizzativo dell'attraversamento in subalveo del rio Fenuju.

L'estradosso del controtubo in acciaio dovrà essere posato ad una profondità minima di un metro. In corrispondenza del letto dell'alveo il controtubo sarà immerso in uno zoccolo in cls  $R_{ck} \geq 20$ , gettato in opera e nella parte superiore verrà inserita una rete elettrosaldata. La rete elettrosaldata e il getto di cls verrà effettuato anche sui tratti di condotta posati in corrispondenza delle sponde, come visibile nella figura in alto. Tale soluzione garantirà una adeguata protezione delle condotte dai fenomeni erosivi e corrosivi.

- **ATTRAVERSAMENTO DEL RIO FENUJU**



**Figura 9 - Interferenza I.2. Sovrapposizione opera/aree soggette a pericolosità Hi4 e stato di progetto.**

Tale attraversamento, ricadente in area soggetta a pericolosità idraulica Hi4, è previsto in subalveo con posa in trincea.

Gli attraversamenti ricadenti in aree soggette a pericolosità idraulica sono tutti del tipo interrato in subalveo nel rispetto della normativa vigente in materia, in particolare in materia di reti gas.

La condotta, in corrispondenza dell'attraversamento, sarà inserita in idoneo tubo di protezione in acciaio con diametro appropriato al diametro della condotta e alla lunghezza del tratto da superare.

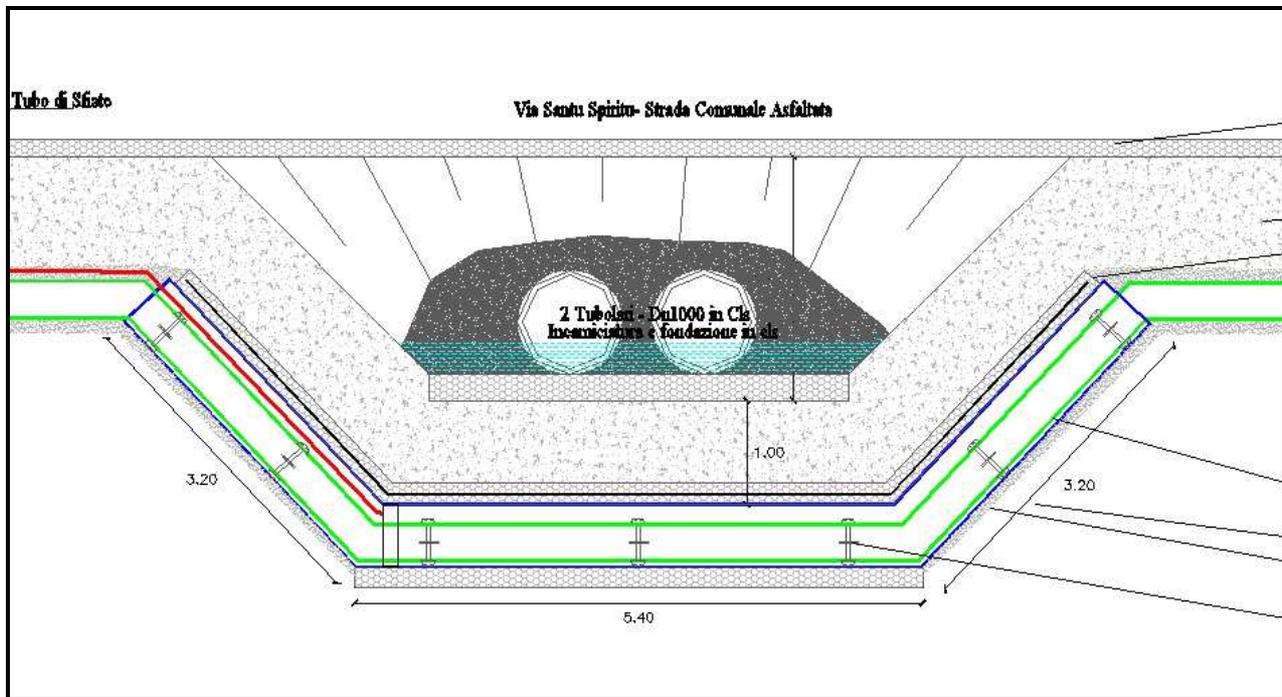


Figura 10 – Particolare realizzativo dell'attraversamento in subalveo del rio Fenuju.

L'estradosso del controtubo in acciaio dovrà essere posato ad una profondità minima di un metro. In corrispondenza del letto dell'alveo il controtubo sarà immerso in uno zoccolo in cls  $R_{ck} \geq 20$ , gettato in opera e nella parte superiore verrà inserita una rete elettrosaldata. La rete elettrosaldata e il getto di cls verrà effettuato anche sui tratti di condotta posati in corrispondenza delle sponde, come visibile nella figura in alto. Tale soluzione garantirà una adeguata protezione delle condotte dai fenomeni erosivi e corrosivi.

**Gli attraversamenti verranno comunque sempre realizzati in modo che le opere non interferiscano e non modifichino in alcun modo l'attuale deflusso delle acque.**

**Pertanto l'opera di attraversamento non ridurrà in alcun modo la superficie libera attualmente disponibile per il naturale deflusso delle acque.**

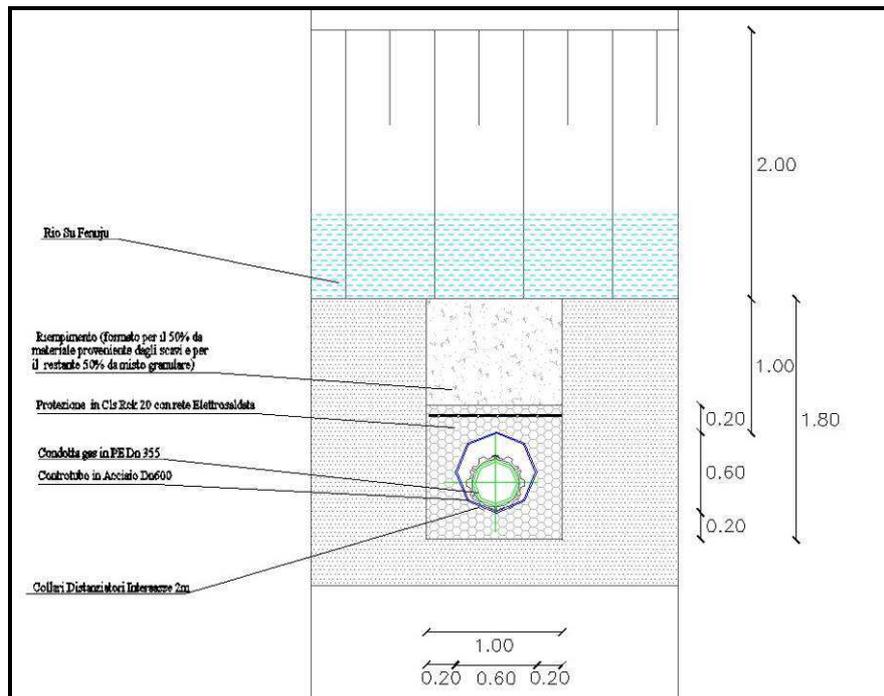


Figura 11 – Sezione di ripristino dello scavo in corrispondenza degli attraversamenti in subalveo.

La progettazione degli attraversamenti ha tenuto conto di tutte le problematiche derivanti dalle interferenze attraverso i sopralluoghi, la cartografia e la normativa.

Il D.M. 23 Febbraio 1971 “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto” e la Norma UNI 9860 forniscono indicazioni su come affrontare la progettazione anche nel caso di attraversamenti di fiumi.

**In conclusione nella totalità dei casi studiati le opere non interferiscono minimamente con l'attuale naturale deflusso delle acque.**

## 8. SEZIONI DI POSA DELLA CONDOTTA IN AREE PERIMETRATE PAI

Nei tratti in progetto ricadenti in zone Hi1, Hi2, Hi3, Hi4 la sezione tipologica sarà come quella illustrata in figura seguente, con l'estradosso del tubo ad una quota di 1,30 m inferiore a quella del piano viabile nei tratti in rilevato così come da prescrizioni ANAS. Oltre al rinfianco in sabbia lavata e vagliata, si è previsto il rinterro con materiali proveniente dagli scavi al 50 % e con il restante 50 % di misto granulare stabilizzato. La sezione tipologica nel fiancheggiamento della strada con tipica sezione in scavo e con presenza di cunetta in cls sarà invece posizionata con l'estradosso del tubo ad 1m di quota inferiore rispetto al piano viabile. Le sezioni illustrate nelle figure seguenti

saranno utilizzate nei fiancheggiamenti delle Strada Provinciali via dello Spirito Santo e ai lati della S.S. 125.

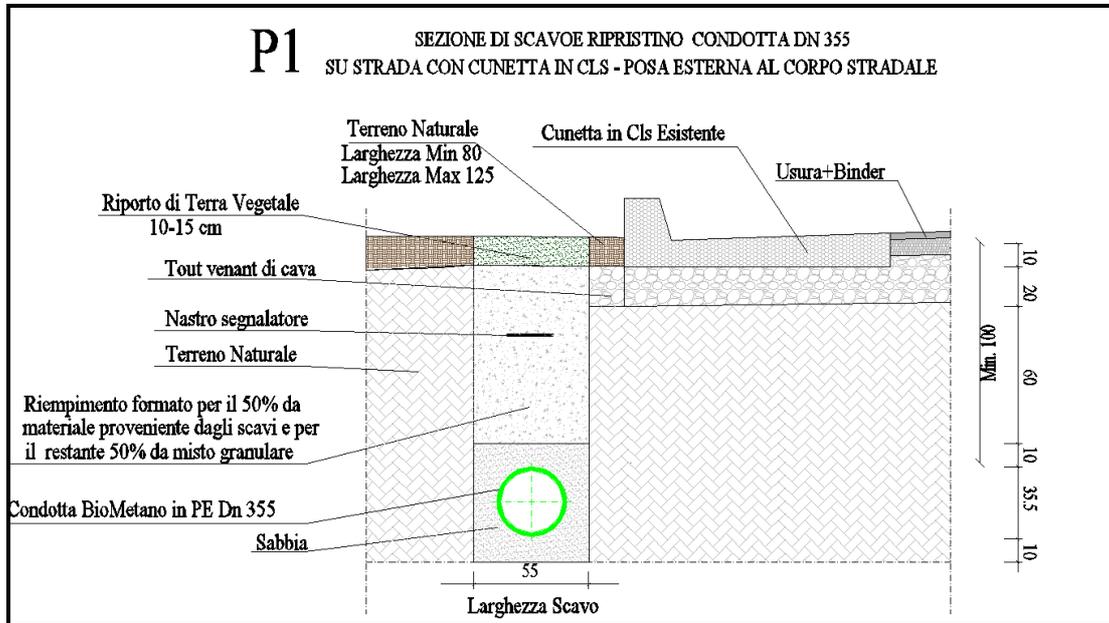


Figura 12 Sezione di ripristino dello scavo in corrispondenza dei tratti con strada in scavo.

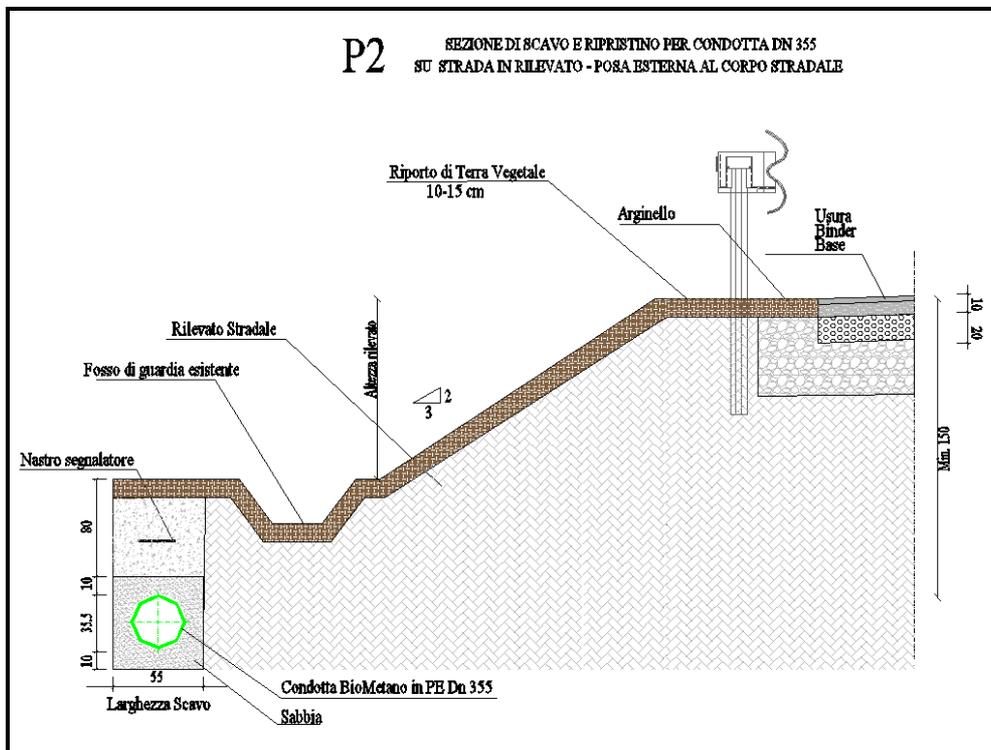


Figura 13 - Sezione di ripristino dello scavo in corrispondenza dei tratti di rilevato, scavo esterno al corpo stradale.

## 9. ANALISI DELL'AREA INTERESSATA DALLE OPERE

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle caratteristiche geologiche, pedologiche e idrauliche dei tronchi critici interessati dagli interventi proposti negli abitati in progetto. Ai fini della descrizione ci si è basati sui dati disponibili nelle schede tecniche allegate al P.A.I.

### 9.1 Caratteri geologici e geomorfologici

L'evoluzione geomorfologica della Gallura costiera, in cui s'inserisce il contesto di Olbia, è legata agli effetti delle variazioni glacio-eustatiche pleistoceniche ed oloceniche. Infatti quando il substrato roccioso intercetta il livello del mare, dà luogo ad una linea di costa a *Rias*. Le coste a *Rias* della Gallura documentano di testate di valli fluviali in gran parte incise secondo allineamenti strutturali sovraescavatisi col ritiro del livello marino durante glaciazione wurmiana fino a massimo. In generale si ammette che ai vari stadi di stazionamento del ritiro wurmiano, tramite gli apporti continentali (*onlap* costiero), si siano generati ambienti con prodotti sedimentari di genesi sia marina (*Beach rocks*) che continentale (alluvioni ed eolianiti) che, durante gli stadi di risalita olocenica del livello glacio-eustatico, hanno costituito gli *stocks* di volta in volta rielaborati dai cicli di erosione e deposizione, per svariate generazioni di sedimenti. Taluni di tali corpi sono pertanto posizionati in forma relitta sotto il livello del mare o possono affiorare sporadicamente o continuativamente (e con spessori significativi) a seconda dell'importanza della valle fluviale che li ha generati. In questo modo tali processi, la cui ciclicità è oggi ammessa anche nell'Olocene, al termine della risalita olocenica del mare, hanno reso possibile all'interno di tali testate sommerse, l'impostazione di vari tratti ghiaiosi e sabbiosi (barre litoranee, progressivamente evolutesi) i quali, sarebbero progressivamente emersi in forma di cordoni sabbiosi determinando, quindi, l'edificazione delle spiagge ai margini interni delle insenature, in altri termini le Pocket beach, isolando lagune e conche stagnali retrostanti che progressivamente vengono colmate dalle foci dei corsi d'acqua.

Il distretto dell'Alta Gallura, costituito principalmente da un substrato granitico, si affaccia sul settore nord-orientale della Sardegna su una costa movimentata e varia per la presenza di profonde insenature e di imponenti promontori.

Sulla regione sono ben rappresentati gli ambiti costiero e collinare che in Gallura esprimono un paesaggio fortemente caratterizzato per le peculiarità morfologiche impresse dall'erosione agli affioramenti rocciosi l'ambito costiero del distretto riflette una marcata impostazione tettonica, particolarmente evidente in corrispondenza della baia di Porto Pozzo, dei Golfi di Arzachena, di Cannigione, di Cugnana e di Marinella, ed è sottolineata dall'estrema frammentarietà del suo profilo, come evidenziano le numerose isole che compongono l'Arcipelago di la Maddalena. I

promontori granitici si affacciano sul mare con pareti inaccessibili, nude, finemente intagliate in forme tafonate. Capo Testa, ad esempio, costituisce una vasta area monumentale formata in seguito all'azione dei processi morfogenetici chimico-meccanici sui graniti. Il promontorio si protende isolato sul mare ed è raggiungibile tramite una strada che percorre un delicato istmo sabbioso.

Più ad Est, il promontorio di Coluccia e il tombolo dell'Isuledda racchiudono il Golfo del liscia ampio e sabbioso, dove sfocia l'omonimo fiume che alimenta con i propri apporti il naturale ripascimento dell'arenile. I litorali sabbiosi più aperti sono costantemente contornati da formazioni dunali di retrospiaggia, piuttosto estese, stabilizzate dall'uomo per mezzo di graticci che hanno favorito la colonizzazione vegetale delle sabbie o, come Rena Maggiore, dall'impianto di una pineta litoranea.

Il promontorio calcareo-dolomitico di Capo Figari interrompe il dominio granitico. Esso appare come un lembo residuale isolato, appartenuto ad una più estesa copertura carbonatica sedimentata sul basamento paleozoico. Sul fondo di una profonda insenatura sorge la città di Olbia, cresciuta rapidamente nel corso degli ultimi anni con una fitta trama urbanizzata fino ad inglobare l'aeroporto con le sue infrastrutture, il porto industriale e la limitrofa zona industriale.

Sulla medesima insenatura sfocia il Rio Padrongiano con un ampio estuario, elemento dominante di un sistema costiero complesso, in interazione dinamica con il compendio umido lagunare e con il litorale sabbioso del lido del Sole. Tutto il settore costiero è urbanizzato secondo un modello residenziale estensivo ed in continua espansione in seguito all'impulso trainante generato dallo sviluppo turistico della Costa Smeralda.

L'entroterra alle spalle di Olbia è occupato da un'ampia piana solo parzialmente coltivata. In cui si estendono ampi spazi incolti coperti da vegetazione spontanea principalmente utilizzati per il pascolo.

Il paesaggio collinare prevale in tutto il sellare interno del distretto, le altimetrie sono moderate e le forme sono regolari, ma la rocciosità molto elevata ha da sempre scoraggiato lo sviluppo agricolo del territorio a vantaggio di un'attività zootecnica specializzata nell'allevamento bovino e ovino.

Nel distretto non è rappresentato un ambito montano, le quote, infatti, sono costantemente moderate ed inferiori ai 700 m, ma le forme accidentate che tipicamente si manifestano sui versanti granitici più acclivi e ricoperti da estese pietraie, manifestano spesso condizioni ad elevata energia del rilievo, consone ad un contesto montano. I Monti Ultana, la valle del Rio La Scala, Monte Pino e Monte Santo e più in generale tutto l'entroterra rurale disseminato di stazzi, costituiscono luoghi di riconosciuta importanza naturalistica e forestale e custodiscono ancora oggi paesaggi e stili culturali tipici della Gallura.

L'analisi morfometrica è basata sulla elaborazione dei dati altimetrici, di acclività e delle esposizioni derivate dalle cartografie digitali della Regione. L'analisi altimetrica, condotta sulla base di intervalli di cento metri, registra una quota minima di -2 m s.l.m., una massima di 740 m s.l.m. ed una quota media ponderata di 175 m s.l.m. Si evidenzia come quasi il 100% delle superfici sia situato al di sotto dei 600 m s.l.m., con ben l'80% al di sotto dei 300 m. Si configura una connotazione altimetrica prevalente collinare e pianeggiante costiera.

L'analisi delle acclività è condotta su intervalli unitari di variazione del 5% fino alla soglia del 30% e con passo del 10% fino alla soglia del 60%. L'andamento mostra che il 63% dell'area del distretto è contenuta entro i limiti della soglia di pendenza del 20%, evidenziando una importante componente del territorio scarsamente accidentata e ad andamento regolare, riconducibile agli ambiti pianeggianti costieri e alle superfici di spianamento interne dislocate a quote superiori in un contesto intercollinare.

L'analisi delle esposizioni, dettagliata per fasce altimetriche di 400 metri, mette in luce una leggera preminenza delle esposizioni N e NE sulle altre.

Dal punto di vista geologico l'area è formata quasi esclusivamente di graniti risalenti al Carbonifero Superiore-Permiano. Si tratta di granodioriti tonalitiche, tonaliti, leucograniti e monzograniti, spesso di colore rosa, raramente grigio.

Nella parte settentrionale dell'area investigata è presente un complesso metamorfico migmatitico costituito prevalentemente da scisti, gneiss e migmatiti.

La morfologia è condizionata dal vasto complesso granitico presente. Le forme sono quelle tipiche: creste di roccia seghettate e scoscese alternate a piccole valli, pietraie, Tor, alte pile di blocchi rocciosi, Tafoni.

Notevole interesse dal punto di vista geomorfologico hanno le formazioni dunali di Porto Puddu e Porto Liscia, in prossimità della foce dell'omonimo corso d'acqua. Queste rappresentano quasi il 5% del territorio e sono disposte secondo la direzione del vento: si tratta dunque di dune di tipo longitudinale, separate da corridoi. Il vento che soffia da ponente (ovest), determina lo spostamento della sabbia verso est e il suo accumulo nella parte interna di Porto Puddu, con la formazione di rilievi che superano i 23 metri di quota e che cadono direttamente sul mare con ripide pareti verticali.

L'area interna è impostata sui litotipi intrusivi granitoidi ricoperti prevalentemente da depositi eluviali e colluviali sabbiosi, ghiaiosi e limosi prodotti dal disfacimento della roccia granitica arenizzata ma anche dal trasporto da parte degli agenti esogeni quali le acque piovane, la gravità, il vento, le acque di ruscellamento, ecc; tali depositi sono presenti prevalentemente nelle linee

d'impluvio, nelle zone più depresse e in particolare nel centro urbano e nella zona circostante, determinando così l'addolcimento della morfologia del territorio.

Si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%. I suoli originati dall'alterazione delle rocce granitoidi presenti nella nostra area, presentano una buona presenza di K, Mg, e Fe ma una insufficiente presenza di Ca e di P, caratteristica di tutte le rocce granitoidi.

Sono inoltre presenti depositi eluviali, ovvero sabbioni limosi tendenzialmente ghiaiosi; abbastanza compatti; spostandoci verso monte, in posizione sempre più distante rispetto alla zona depressa sopraccitata, la consistenza aumenta, mentre il grado di maturazione e alterazione del monzogranito arenizzato, diminuisce.

Per quanto riguarda i depositi eluviali, di arenizzazione del basamento intrusivo, si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%.

Il territorio a N di Olbia, è caratterizzato da un assetto geostatigrafico completamente differente dal resto dell'area. Sono presenti gneiss e migmatiti del complesso metamorfico paleozoico.

L'area S di Olbia è caratterizzata dalla confluenza a mare di un corso d'acqua, il Rio Scalamala, il cui asse di drenaggio principale, prima di arrivare al nostro sito, ha una lunghezza di circa 4 km.

Il territorio è rappresentato da un basamento di litotipi granitoidi ricoperti da depositi alluvionali lungo il rio Scalamala, sabbiosi eolici e marini lungo il litorale marino, eluviali e colluviali nel resto del territorio, anche con roccia affiorante e subaffiorante.

I depositi eluviali, colluviali, alluvionali ed eolici, sono prodotti dal disfacimento della roccia granitica arenizzata ma anche dal trasporto da parte degli agenti esogeni quali le acque piovane, la gravità, il vento, le acque di deflusso dei canali di scolo di acque di ruscellamento concentrato (rio Scalamala), le acque marine, ecc; tali depositi sono presenti prevalentemente nelle linee d'impluvio, nelle zone più depresse e in particolare nel lato a valle del centro urbano e nella zona circostante, determinando così l'addolcimento della morfologia del territorio. Per quanto riguarda i depositi eluviali, di arenizzazione del basamento intrusivo, si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%. I suoli originati dall'alterazione delle rocce granitoidi presenti nella nostra area, presentano una buona presenza di K, Mg, e Fe ma una insufficiente presenza di Ca e di P, caratteristica di tutte le rocce granitoidi.

La strutturazione geologica della Gallura è principalmente legata all'orogenesi ercinica, che ha prodotto, a partire dal Carbonifero superiore e sino al Permiano, intense deformazioni, metamorfismo ed un importante magmatismo intrusivo ed effusivo.

In gran parte del territorio si osservano, infatti, i granitoidi del batolite sardo-corso e le rocce del complesso migmatitico e metamorfico in facies anfibolitica della Sardegna settentrionale (Nonnis, 2000).

Il batolite granitico, affiorante in diversi settori dell'isola, è costituito da un'associazione plutonica calcicalcina metalluminosa, composizionalmente molto eterogenea e con una successione di messa in posto estremamente articolata nella quale si individua un'evoluzione nel tempo verso termini sempre più acidi (Ghezzi et al., 1972; Braila et al., 1981; Ghezzi e Orsini, 1982; Carmignani et alii, 1982; Cherchi e Musumeci, 1992).

Le facies granitiche affioranti in Gallura sono da mettere in relazione con le diverse fasi della tettonica collisionale ercinica (plutoniti sintettoniche, tardo tettoniche e post tettoniche).

Si distinguono (Carmignani, 1996) granitoidi foliati fino a tonaliti (Barrabisa, Bortigiadas), gabbri e masse gabbro-tonalitiche (Punta Falcone), granodioriti monzogranitiche (S. Antonio, Monti), monzograniti equigranulari (Monte Limbara e Costa Smeralda).

Le facies granitiche e quelle metamorfiche sono attraversate da numerosi filoni di potenza e composizione variabile (porfidi granitici, micrograniti, apliti, pegmatiti, basalti), per lo più posteriori a tutte le grandi intrusioni, che intersecano secondo direzioni prevalenti.

La monotona natura granitica del territorio gallurese è interrotta dalla presenza di litologie vulcaniche e sedimentarie riferibili al tardo Paleozoico, al Mesozoico e al Cenozoico.

Nel dettaglio, dal basso verso l'alto le litologie risultano costituite dalle seguenti successioni:

- Complesso migmatitico ercinico
- *Anfiboliti con relitti di paragenesi eclogitiche*

I corpi anfibolitici affiorano all'interno dei micascisti. Questi prodotti derivano dal metamorfismo di basalti ad affinità oceanica. Si tratta di corpi lenticolari ettometrici, talvolta con scistosità pervasiva parallela a quella della roccia incassante. Affiorano in maniera ridotta a S di Golfo Aranci.

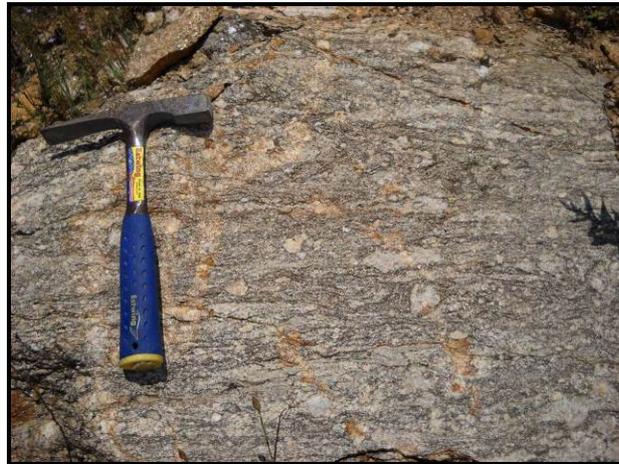


Figura 14 – Ortogneiss in affioramento.

- *Diatessiti e metatessiti con ortogneiss*

Si tratta di granitoidi con differente composizione ed età; vi sono rappresentati sia leucograniti per alluminosi, che granodioriti e tonaliti. La grana è eterogenea e spesso si riscontra una facies con cristalli di plagioclasio centimetrici con inclusioni pecilliche di biotite. Sono visibili in maniera diffusa nel settore Nord dell'area investigata.



Figura 15 Diatessiti e metatessiti in affioramento.

- *Ortogneiss granodioritici e monzogranitici*



Figura 16 – Ortogneiss in affioramento.

- Complesso plutonico del Carbonifero sup.-Permiano

Le intrusioni post-erciniche si ritrovano in tutto il settore investigato. Nelle aree in esame le intrusioni sono da mettere in relazione alle zone di taglio transtensive successive all'impilamento delle falde, come osservabile nella porzione orientale della carta geologica allegata. Si tratta principalmente di leucograniti in facies prevalentemente equigranulri e granodioriti monzogranitiche equigranulari e tonalitiche, monzograniti in facies da moderatamente a molto inequigranulari per fenocristalli di K-feldspato; granodioriti monzogranitiche equigranulari e leucograniti e granodioriti di origine anatettica, con scistosità.



Figura 17 – Monzograniti moderatamente inequigranulari con fenocristalli di k-feldspato (Telti)

- Complesso filoniano del Carbonifero sup.-Trias

Si tratta di filoni di porfidi granitici e presentano tessitura isotropa, talvolta porfirica con fenocristalli di feldspato alcalino potassico, quarzo e più raramente biotite e muscovite dispersi in una massa di fondo granofirica. L'orientazione osservata negli affioramenti è NW-SE.



Figura 18 – Leucograniti in affioramento presso il settore Sud dell'area in esame.

- *Depositi quaternari*

Sono costituiti dai suoli attuali (meglio descritti nel capitolo successivo) e dai colluvi e le alluvioni che si rilevano lungo gli alvei di tutti i corsi d'acqua.

Al fine di avere un inquadramento generale, possiamo raggruppare le litologie quaternarie in:

- deposizioni attuali di natura alluvionale, in stretta correlazione con i corsi d'acqua principali. Queste litologie sono assai varie ma principalmente sono caratterizzate dalla presenza di conglomerati, ghiaie e sabbie più o meno elaborate. Si tratta di sedimenti grossolani con aumento delle dimensioni dei componenti avvicinandoci ai versanti degli alti morfologici. In situazioni locali, si ritrovano in maniera subordinata sedimenti a granulometria fine come sabbia e limi che si presentano in lenti e livelli sottili.
- raramente si ritrovano sedimenti di deposizione continentale formati da depositi eluvio-colluviali, con presenza di alterazioni variabili e processi di pedogenesi. La natura di questi depositi è alluvionale e detritica con presenza di clasti provenienti dalle litologie delle rocce circostanti.
- Le deposizioni di natura eolica, sono formate da sabbie ed arenarie ad elevata classazione granulometrica con struttura del tipo grano sostenuta, con la presenza di una debole cementazione.

- i depositi detritici che si ritrovano alla base e lungo i versanti a maggiore pendenza, principalmente dovuti alla disgregazione ad opera degli agenti della dinamica esogena delle litologie granitiche e metamorfiche.

#### Depositi colluviali antichi e recenti (Pleistocene-Olocene)

Sono costituiti da materiali colluviali e clasti di dimensione da centimetrica e pluridecimetrica in matrice sabbioso-limosa, soggetti a pedogenesi prevalentemente carbonatica, derivanti dal dilavamento delle coltri di alterazione delle rocce calcarenitiche e marnose dei versanti adiacenti.

#### Depositi alluvionali e colluviali recenti e attuali (Olocene)

Generalmente costituiti da sabbie (talvolta ciottolose) e limi degli alvei dei corsi d'acqua. Si ritrovano in tutto il settore nord-orientale, presso la piana alluvionale e costiera caratterizzata dal tratto terminale dei corsi d'acqua.

#### - *Depositi litorali e di spiaggia (Olocene)*

Il settore costiero, comprendente è caratterizzato dalla presenza di depositi di spiaggia attuali. Si tratta di sedimenti sabbiosi medio- grossolani, da estremamente ben classati sino a più fini lungo il litorale.

Alle spalle delle spiagge attuali si ritrovano i depositi di spiaggia e i cordoni litorali antichi attribuiti all'Olocene. Sono rappresentati da sedimenti ghiaiosi più o meno grossolani che divengono via via più fini sino a sabbie grossolane. Depositi sabbiosi caratterizzano inoltre la parte retrostante la spiaggia. Queste sabbie, talora debolmente cementate, contengono frammenti fossiliferi di fauna analoga a quella attuale. La loro conformazione è sempre allungata secondo una direzione di sviluppo parallela all'attuale fascia litorale. Avvicinandoci alla costa, i depositi assumono carattere prettamente marino, con rare sabbie più o meno cementate che si sono messe in posto durante l'ultimo evento glaciale pleistocenico.

## 9.2 Caratteri geopedologici

L'ambiente pedologico del territorio in esame deve essere visto in relazione soprattutto ai depositi geologici presenti, ai loro diversi aspetti morfo-strutturali, vegetazionali, climatici ed al loro uso presente e passato. L'intensa antropizzazione e l'urbanizzazione risultano inoltre fenomeni di fondamentale importanza nell'evoluzione nel sistema suolo.

Pertanto i suoli, nell'ambito del territorio, sono stati suddivisi in funzione del substrato dal quale derivano e delle forme su cui si sono sviluppati. Il livello tassonomico raggiunto nella classificazione (Soil Taxonomy) è quello del sottogruppo. Per ciascun tipo di suolo sono stati esaminati i caratteri fisici più importanti sia sotto l'aspetto genetico sia riguardo gli aspetti gestionali e di utilizzazione tipica.

In tutto il settore oggetto del presente studio è stata eseguita una suddivisione in grande, tralasciando i suoli poco significativi per spessore ed estensione, in unità podologiche.

I caratteri dei suoli presi in considerazione per la classificazione sono: profondità, profilo, tessitura, permeabilità, reazione e saturazione in basi.

In generale i suoli esistenti sono notevolmente legati, nella loro genesi e maturazione, alla natura dei litotipi che costituiscono il substrato, alle caratteristiche fisiche, climatiche (nella sua evoluzione) e morfologiche che caratterizzano l'area di studio. All'interno dell'area investigata sono state riconosciute le seguenti unità cartografiche:

- Paesaggi sulle rocce intrusive del tardo-Paleozoico e relativi depositi di versante.

I suoli di questa unità, caratterizzata da morfologie aspre e dall'erosione molto marcata, sono soggetti ad un continuo ringiovanimento del profilo ed è quindi difficile la formazione di orizzonti diagnostici. Si tratta di suoli a profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, con capacità di ritenuta dell'acqua modesta e la tendenza a raggiungere rapidamente la saturazione idrica, che facilita l'asportazione delle particelle fini. I suoli predominanti sono: *Typic, Dystric e Lithic Xerorthents; Typic, Dystric e Lithic Xerochrepts; Rock Outcrop*. Subordinatamente: *Palexeralfs e Haploxeralfs*.

- Paesaggi urbanizzati

Tale unità di paesaggio è quella rappresentata dalle aree urbanizzate e dalle principali infrastrutture.

- Paesaggio dei depositi pleistocenici.

Affiorano a contorno dei depositi attuali e recenti, nei terrazzi più elevati. La copertura vegetale varia dalla macchia alle colture agrarie. La pietrosità superficiale varia da moderata per grossi ciottoli e blocchi ad assente, la rocciosità affiorante invece è sempre assente. Il contenuto in scheletro è molto variabile anche all'interno dello stesso profilo. La tessitura varia dalla franco-argillosa all'argillosa. Si trovano screziature di colore scuro legate alla presenza di ristagni idrici superficiali o di falde subsuperficiali. In profondità sono presenti degli accumuli di carbonati secondari, sotto forma di noduli, pseudomicelio e polveri fini. I rischi di erosione variano da assenti a moderati in funzione della morfologia. I fenomeni di ristagno idrico sono di breve durata e localizzati nelle micromorfologie depresse.

- Paesaggi delle alluvioni recenti ed attuali.

Affiora lungo l'alveo dei corsi d'acqua principali. La copertura vegetale è in genere caratterizzata da macchia e dalle colture cerealicole, foraggiere e ortive. La pietrosità superficiale varia da assente a elevata in funzione della granulometria dei diversi episodi alluvionali, non mostra rocciosità affiorante. Il contenuto in scheletro varia da assente a dominante nei diversi orizzonti, anche all'interno dello stesso profilo, mentre la tessitura varia dalla sabbiosa all'argillosa fine in funzione della granulometria dei diversi episodi alluvionali. Localmente sono possibili accumuli in profondità di carbonati secondari associati. Possono anche essere presenti caratteri vertici più o meno pronunciati, per cui questi suoli possono localmente passare ai Vertisuoli propriamente detti. I rischi di erosione sono sempre assenti mentre sono possibili dei ristagni idrici, generalmente di breve durata e interessanti superfici di modesta ampiezza, in funzione della tessitura e della micromorfologia. I rischi di esondazione sono sempre possibili in funzione di eventi meteorologici di eccezionale gravità o durata.

### 9.3 Caratteri dell'idrografia

Il territorio comunale di Olbia si estende per complessivi 382,488 kmq (compresi i circa 10 kmq delle isole ed i 61,44 kmq dell'isola amministrativa) ed è caratterizzato da una rete idrografica molto estesa e gerarchizzata.

La quasi totalità della rete idrografica afferisce al sub-bacino del Liscia così come individuato dal PAI, mentre la zona meridionale dell'isola amministrativa e parte integrante del sub bacino PAI del Coghinas-Mannu –Temo.

Nell'ambito della rete idrografica afferente al sub bacino del Liscia sono stati individuati i due maggiori bacini: quello del Rio San Giovanni e quello del Fiume Padrongiano.

- *Fiume Padrongiano, con Riu Enas, Rio San Simone, Riu Piricone, Riu la Castagna, Riu Nannuri, Riu Palasole, Riu Campittos, Riu Sciasseddu, Riu La Castanza, Rio San Paolo, Riu Codalonga, Riu Micheli Altana e rii minori;*

Il sistema idrografico del Fiume Padrongiano-Riu Enas si può suddividere a sua volta in tre ambiti:

1) affluenti in destra idrografica che comprendono il Riu Piricone-Riu La Castagna, il Riu Nannuri che affluisce nel primo in località Fraghi, il Riu Vena Fiorita, con l'immissario destro Riu Vena de Cani, alveo minore immissario presso la stazione ferroviaria Enas;

2) affluenti in sinistra idrografica: canale di bonifica di Colco che si immette nel Padrongiano in corrispondenza dell'aeroporto, il Riu Amendà che affluisce in località Burrai, alveo che si immette presso Ponte Sa Rena, Rio Santo Simone affluente dell'Enas in loc. Ponte Sa Rena e un suo affluente in sinistra, Riu Caprione immissario poco a valle della stazione ferroviaria Enas;

3) idrografia dell'isola amministrativa costituita da tratti pedemontani rispettivamente

– del Riu Nannuri-Vena Fiorita: riu Patente Nieddu e riu di Tumiannu, e altri affluenti

– del Riu Enas: sistema idrografico del Riu Palasole con l'affluente principale Riu Micheli Altana. Il sistema del Palasole (denominato a monte riu Sos Campittos, riu Sciasseddu, riu Monte Aspro), con gli affluenti in destra, oltre al riu Micheli Altana, Riu di Castanza, Riu di San Tommeo e Riu Codalonga e rii minori. A sinistra il Rio San Paolo, Riu Sa Rughe, Canale dell'Inferno e altri rii minori.

- Riu San Giovanni, con gli affluenti Riu Toltu, Riu di Montilongu, Riu Masciumarega e affluenti minori;

Il sistema idrografico del Rio San Giovanni è costituito dal medesimo e dal suo affluente principale in sinistra, il Riu di Montilongu, unitamente ai rispettivi sub-bacini.

Tra questi quello del Riu Masciumarega, che confluisce in destra idrografica al Rio San Giovanni presso stazzi Vadilonga.

Sono stati individuati ulteriori due bacini afferenti al Riu Bucchilalgu, sottesi con sezione di chiusura al confine amministrativo con il Comune di Arzachena, in prossimità del monte Sarra Luchia.<sup>1</sup>

#### 9.4 Caratteri idrogeologici

L'idrogeologia di un settore dipende in maniera predominante dalla natura dei litotipi affioranti e dal loro grado di fessurazione. Sono, infatti, acquifere le rocce con caratteristiche tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso e la restituzione di acque sotterranee in quantità apprezzabili. Rocce molto porose, come sabbie e ghiaie, costituiscono ottimi acquiferi in grado di ospitare importanti falde idriche. Laddove le rocce non sono porose, contrazioni termiche ed altro possono generare fratture entro le quali può instaurarsi, anche se solo lungo lineamenti preferenziali, una circolazione idrica.

Dal punto di vista idrogeologico gli acquiferi dei depositi alluvionali della Sardegna, essendo alimentati da corsi d'acqua, forniscono portate soddisfacenti (10-40 l/s). Si tratta di acquiferi da mediamente porosi ad altamente porosi, in funzione della presenza della frazione limo-argillosa. L'alimentazione di queste falde appare provenire più che dalle precipitazioni dirette (infiltrazione reale, pari ad un decimo degli apporti e un drenaggio in periodo estivo pari al 3% degli afflussi) da corsi d'acqua a carattere torrentizio che drenano i rilievi circostanti. L'entità dell'alimentazione appare difficile da stabilirsi per mancanza di misure dei deflussi sui corsi d'acqua.

*Acquiferi* - consentono sia il moto che l'immagazzinamento dell'acqua. Ammettono componenti di movimento sia orizzontale (con portate significative per le opere di captazione) che verticale. I parametri idraulici sono sperimentabili con prove di portata.

*Aquitardi* – la componente orizzontale è pressoché trascurabile. Possono essere però sede di importanti movimenti verticali. Inoltre, se potenti, possono rappresentare importanti serbatoi di

---

<sup>1</sup> Fonte: Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'art.8 comma2 delle NTA del PAI del territorio extraurbano del Comune di Olbia – Novembre 2015

immagazzinamento, da cui l'acqua, può muoversi in verticale verso gli acquiferi. I parametri idraulici sono indirettamente determinabili con prove di pompaggio sugli acquiferi posti al letto o al tetto.

*Aquicludi* – entrambe le componenti di moto sono trascurabili. L'acqua può essere presente sotto forma di ritenzione, non soggetta a forza di gravità. I parametri idraulici non sono determinabili con prove di pompaggio, ma solo con test di laboratorio.

Gli acquiferi sono differenziati dagli aquitardi e dagli aquicludi in base al valore della permeabilità : Il moto è regolato dalla legge di Darcy:

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

La legge è vettoriale per cui si possono distinguere una componente orizzontale  $K_h$  e una verticale  $K_v$ . Dal punto di vista operativo il moto orizzontale viene anche definito deflusso di falda e rappresenta il vettore di flusso verso le opere di captazione, ma poiché queste ultime hanno sezioni (A) molto piccole tale componente può risultare trascurabile per bassi valori di K. Per gli stessi valori di K può viceversa essere rilevante il flusso verticale, dal momento che esso interessa l'intera sezione di A del sistema idrogeologico, se questo ammette significative variazioni del carico idraulico.

Il mezzo fisico in cui avviene il deflusso e l'immagazzinamento dell'acqua sotterranea permette di distinguere:

1. *acquiferi granulari* (porosi)

2. *acquiferi fratturati*

Gli acquiferi possono essere classificati in base alle caratteristiche idrogeologiche della formazione sovrastante nel modo seguente:

*Acquiferi freatici* – non necessariamente devono affiorare sino alla quota del p.c., possono essere limitati da coperture meno permeabili. La condizione determinante è che non siano saturi sino a tetto, ovvero la superficie freatica, in contatto con l'esterno, cada all'interno.

*Acquiferi semifreatici* – è il caso in cui l'acquifero è limitato a tetto da una copertura a bassa permeabilità relativa, all'interno del quale cade la superficie freatica.

*Acquiferi confinati* – al tetto presentano un aquiclude o comunque un aquitard a bassissima permeabilità relativa, tale da rendere gli scambi idrici nulli, con gli acquiferi sovrastanti. Sono saturi e il livello di falda è piezometrico, ovvero rappresenta una pressione al letto dell'acquifero.

*Acquiferi semiconfinati* – al letto presentano un aquitard che si può estendere sino al p.c., oppure essere a sua volta sormontati da un acquifero freatico. Attraverso l'aquitard sono resi possibili gli scambi idrici verticali con l'acquifero sottostante. Se l'aquitard è dotato di magazzino proprio può cedere la risorsa all'acquifero semi-confinato.

*Sistemi acquiferi multifalda* – sono sistemi molto diffusi in natura, e generalmente sono contrassegnati da un acquifero freatico o semi freatico sovrapposto a più orizzonti successivi semi confinati, ovvero separati da aquitard. Le condizioni di scambio idrico sono regolate dal carico piezometrico e dalle caratteristiche degli aquitard.

La diversa natura dei litotipi affioranti nei bacini idrografici determina una netta distinzione anche nelle caratteristiche di permeabilità.

I complessi acquiferi significativi sono stati individuati sulla base della loro potenzialità e, secondariamente, della loro vulnerabilità. La circolazione delle acque nel sottosuolo, è chiaramente influenzata dalle caratteristiche fisiche delle litologie presenti nell'area e principalmente dalla permeabilità primaria e secondaria.

All'interno dell'area di studio, la diversa natura dei litotipi affioranti nei due bacini idrografici determina una netta distinzione anche nelle caratteristiche di permeabilità.

Nell'ambito del presente studio preliminare si è operato un accorpamento semplificato dei diversi litotipi. In generale il settore è costituito da rocce da impermeabili a scarsamente permeabili, ad eccezione dei depositi quaternari e di calcare cambriaco i quali sono caratterizzati da una permeabilità da media ad alta. La variazione di permeabilità deriva principalmente dalla granulometria dei depositi e dal loro grado di cementazione.

Dal punto di vista idrogeologico, possono essere distinte 2 unità idrogeologiche. La prima è caratterizzata da rocce a permeabilità bassa per porosità con drenaggio da lento ad impedito e substrato permeabile per fratturazione a modesta profondità (acquiferi multifalda).

La circolazione dell'acqua avviene quindi sia in superficie, all'interno delle coperture granitiche arenizzate e depositi eluviali e colluviali sabbioso limosi (acquifero poroso,  $k > 10^{-6}$  m/s), sia in profondità nel livello sottostante più integro attraverso il sistema di fratture (acquifero fessurato,  $k < 10^{-6}$  m/s).

La seconda è caratterizzata da rocce a permeabilità media prevalentemente per fessurazione, con fratture più intense e più fitte dell'unità idrogeologica precedente (acquiferi monofalda) con  $10 < k < 10^{-4}$ .

I deflussi idrici sotterranei sembrano avere in generale le stesse direzioni di quelli superficiali: si ritiene cioè che bacino idrografico e idrogeologico siano grosso modo coincidenti.

Considerando i litotipi sedimentari che caratterizzano il settore in esame, dal punto di vista idrogeologico si possono distinguere in 4 principali unità idrogeologiche:

La prima è caratterizzata dai depositi sabbioso limosi e ciottolosi alluvionali (acquiferi monofalda) con  $10^{-3} < k < 10^{-5}$ .

La seconda è caratterizzata dai depositi limoso sabbiosi e argillosi colluviali (acquiferi monofalda) con  $10^{-6} < k < 10^{-8}$ .

La terza è caratterizzata da terreni eluviali a permeabilità bassa per porosità con drenaggio da lento ad impedito e substrato permeabile per fratturazione a modesta profondità (acquiferi multifalda). La circolazione dell'acqua avviene quindi sia in superficie, all'interno delle coperture granitiche arenizzate e depositi eluviali e colluviali sabbioso-limosi (acquifero poroso,  $k > 10^{-6}$  m/s), sia in profondità nel livello sottostante più integro attraverso il sistema di fratture (acquifero fessurato,  $k < 10^{-6}$  m/s).

La quarta è caratterizzata da rocce a permeabilità media prevalentemente per fessurazione, con fratture più intense e più fitte dell'unità idrogeologica precedente (acquiferi monofalda) con  $10 < k < 10^{-4}$ .

## 10. CONSIDERAZIONI SULL'INTERAZIONE OPERA-PERICOLOSITA' IDRAULICA

### 10.1 Il concetto di rischio idrogeologico

L'obiettivo primario del PAI Sardegna è sintetizzabile nell'individuazione di metodi e strumenti atti a garantire nel territorio regionale sardo adeguati livelli di sicurezza a persone e beni materiali a fronte di danni provocati da eventi idrogeologici. In tal senso, è risultata peculiare la definizione di un indice di pericolosità o di rischio idraulico  $R_i$  legato alla frequenza di accadimento dell'evento, all'oggetto che subisce il danno e alla sua capacità di resistere al danno stesso.

Il rischio idraulico è stato così definito:

$$R_i = H_i \cdot E \cdot V$$

in cui

$R_i$  = rischio idraulico totale

$H_i$  = pericolosità dell'evento idrologico

$E$  = indice di classificazione degli elementi a rischio

$V$  = vulnerabilità degli elemento a rischio

Il primo fattore  $H_i$  è assunto pari all'inverso del tempo di ritorno,  $T_r$ , utilizzato per la stima della portata di piena ovvero è equivalente alla frequenza di non superamento dell'evento. In corrispondenza dei quattro tempi di ritorno assunti alla base dello Studio di  $H_i$  risulta pari a:

<b><math>T_r</math></b>	<b><math>H_i</math></b>
<b>50</b>	<b>0.02</b>
<b>100</b>	<b>0.01</b>
<b>200</b>	<b>0.005</b>
<b>500</b>	<b>0.002</b>

Il fattore  $E$  esprime l'entità degli elementi (cose o persone) a rischio e, in funzione di una classificazione contenuta nelle Linee Guida del PAI, assume un valore variabile da 0,25 per le aree libere non edificabili a 1,00 per le aree urbanizzate.

Il fattore di vulnerabilità  $V$  esprime la capacità dell'oggetto che subisce il danno di resistere all'impatto determinato dall'evento. Cautelativamente esso è stato assunto sempre pari a uno.

## 10.2 Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Nell'analisi delle opere previste in progetto si è reso necessario considerare le interazioni che esistono tra condotte, serbatoi interrati, apparati esterni e la perimetrazione vigente delle fasce fluviali di inondabilità.

Nell'art. 3 delle linee guida del PSFF le fasce di inondabilità sono definite come porzioni di territorio costituite dall'alveo del corso d'acqua e dalle aree limitrofe caratterizzate da uguale probabilità di inondazione.

La delimitazione delle fasce è stata stimata in corrispondenza di portate di piena convenzionalmente stabilite in relazione al corrispondente tempo di ritorno. Le portate di massima piena annuali sono determinate in termini probabilistici corrispondenti a determinati valori del **periodo di ritorno  $T$** , il quale fornisce una stima del valore di portata che può venire mediamente superato ogni  $T$  anni.

Sulla base delle portate al colmo di piena per stabiliti periodi di ritorno è stata quindi effettuata l'individuazione dell'estensione areale delle possibili inondazioni.

La specifica articolazione delle fasce è conforme sia per le modalità di perimetrazione sia per il merito delle prescrizioni generali alle indicazioni del D.L. 180/98, convertito con modificazioni nella L. 267/98. L'articolazione delle aree inondabili in fasce si articola attraverso una suddivisione in aree ad alta, media e bassa probabilità di inondazione seguendo l'articolazione prevista in fase di salvaguardia dal citato D.L. 180/98.

- **Fascia A:** aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  **$T=50$  anni**.
  
- **Fascia B:** aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  **$T=200$  anni**.
  
- **Fascia C:** aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno  **$T=500$  anni** e, nel caso siano più estese, comprendenti anche le aree storicamente inondate e quelle individuate mediante analisi geomorfologica.

Nella cartografia del PSFF le fasce fluviali risultano distinte come segue:

- **Fascia A\_2**, con tempo di ritorno  $Tr = 2$  anni.
- **Fascia A\_50**, con tempo di ritorno  $Tr = 50$  anni.
- **Fascia B\_100**, con tempo di ritorno  $Tr = 100$  anni.
- **Fascia B\_200**, con tempo di ritorno  $Tr = 200$  anni.
- **Fascia C**, con tempo di ritorno  $Tr = 500$  anni.

Con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Nella deliberazione n° 1 del 31 Marzo 2011 dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, concernente la "Predisposizione del complesso di 'Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)" si fa inoltre riferimento alle misure di salvaguardia previste dalle vigenti Norme di Attuazione del P.A.I. agli artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11).

Nei casi di sovrapposizione tra aree a pericolosità idraulica perimetrata dal vigente P.A.I. e dal P.S.F.F., e relative a portate con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, si deve fare riferimento cautelativamente all'area a maggiore pericolosità idraulica ed alle relative prescrizioni imposte dalle Norme di Attuazione del P.A.I..

Nel caso del settore investigato, l'opera prevista in progetto **non ricade all'interno delle fasce fluviali perimetrata.**

### 10.3 L'opera in progetto in relazione al P.A.I.

Secondo il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (PAI) che è stato redatto, adottato e approvato ai sensi di diverse norme legislative nazionali e regionali ed ha finalità nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana al

fine di salvaguardia di persone, beni ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici nel territorio comunale in esame, esistono delle aree soggette a pericolosità idraulica.

Il Comune di Olbia ha affidato nel novembre del 2105 l'elaborazione dello studio del territorio extraurbano nell'ambito di quanto previsto dall'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI nonché della Variante al PAI sensi dell'art. 37 delle medesime Norme, così come prescritto dalle NTA del PAI.

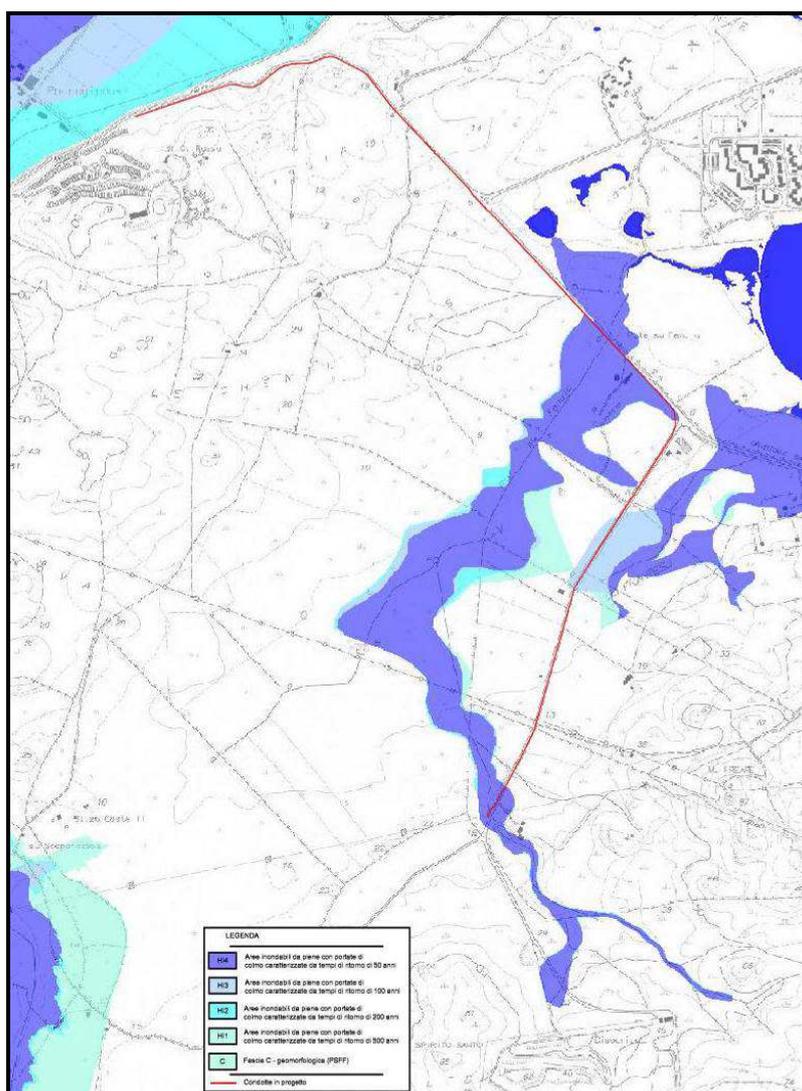


Figura 19 - Stralcio del P.A.I. per la pericolosità idraulica in un territorio con una condotta in progetto. In rosso: la condotta in progetto.

L'intervento in oggetto ricade in zone di pericolosità Hi4 per cui si fa riferimento all'Art. 27 comma 3 delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

*In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:*

- a. gli interventi di manutenzione ordinaria;
- b. gli interventi di manutenzione straordinaria;
- c. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;
- d. gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;
- e. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;
- f. la ricostruzione di infrastrutture a rete distrutte o danneggiate da calamità naturali, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;
- g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;
- h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;**
- i. i nuovi interventi di edilizia cimiteriale purché realizzati nelle porzioni libere interne degli impianti cimiteriali esistenti;
- l. nuove infrastrutture, strutture di servizio ed insediamenti mobili, preferibilmente provvisori, destinati ad attrezzature per il tempo libero, la fruizione occasionale dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto.

L' intervento può essere considerato un nuovo sottoservizio interrato in quanto non presenta opere fuori terra e si sviluppa lungo un tracciato stradale esistente (Strada Provinciale Via dello Spirito Santo e S.S 125 ), per cui è consentito secondo la lettera h) nel pieno rispetto dell'articolo appena esposto.

In riferimento all'Art. 23 comma 9 delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

*Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:*

- a. *migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;*

L'opera prevista non peggiora le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo idrografico e non causa l'aumento del rischio di inondazione in quanto essendo interamente interrata a profondità dell'ordine dei 100 cm e non prevedendo movimenti di terra permanenti che possano apportare, nei tratti di sovrapposizione al reticolo, variazioni della sezione idraulica e/o della pendenza dell'alveo che si possano ripercuotere nei tratti a valle.

- b. *migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;*

L'intervento si sviluppa a lato della rete viabilità comunale esistente e non prevede l'attraversamento di versanti che si trovino allo stato naturale. Pertanto le opere previste non peggiorano le condizioni di equilibrio statico dei versanti.

- c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;*
- d. non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invaso delle aree interessate;*

La rete del gas si sviluppa interrata ad una profondità dell'ordine dei 100 cm. Con queste caratteristiche non sono previste opere o impianti fuori terra che possano costituire nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o alla capacità di invaso.

- e. limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;*

Si prevede di ripristinare le sezioni di posa delle condotte con alla base un letto di sabbia lavata e superiormente con materiale arido di idonea pezzatura al fine di limitare l'impermeabilizzazione dei suoli ma allo stesso tempo garantire la tenuta della sezione ripristinata ricreando le condizioni originarie del terreno.

I lavori di scavo a sezione obbligata in corrispondenza dei tratti a pericolosità idraulica e nei periodi di maggiore precipitazione meteorica, saranno limitati a piccoli tratti rapidamente ripristinati al fine di impedire lo scorrimento delle acque all'interno delle trincee e impedire fenomeni erosivi sulle strutture adiacenti.

- f. favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;*

L'opera, essendo interamente interrata non comporta modificazioni all'assetto morfologico e topografico del settore in esame, pertanto non verranno create nuove aree esondabili o nuove aree permeabili.

- g. salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;*

La realizzazione degli interventi non prevede interazioni dirette con corsi d'acqua che possano interferire con la naturalità e la biodiversità degli stessi. Gli attraversamenti sono previsti in subalveo e pertanto prevedono il ripristino delle condizioni precedenti all'intervento. Tutti gli attraversamenti presenti in aree soggette a pericolosità e rischio idraulico verranno interrati e/o

realizzati in subalveo con posa in trincea e in nessun caso dovranno attraversare le luci costituendo ostacolo al deflusso dell'acqua.

- h. non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;*

La opere essendo completamente interrata non costituiscono nuovi ostacoli agli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile. In fase di realizzazione dei lavori i cantieri saranno realizzati in aree non popolate e rispetteranno i criteri di pianificazione della protezione civile.

- i. adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;*

- j. non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;*

L'intervento previsto non incrementa le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana in quanto interamente interrato.

- k. assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;*

- l. garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;*

- m. garantire coerenza con i piani di protezione civile.*

L'intervento in oggetto può essere considerato pienamente ammissibile e compatibile con quanto prescritto dalle Norme di Attuazione, in quanto lo stato dei luoghi verrà ripristinato a regola d'arte senza peggiorare in alcun modo le condizioni di funzionalità del regime idraulico.

In riferimento all'Art. 23 comma 10 delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

*I singoli interventi consentiti dai successivi articoli 27, 28, 29, 31, 32 e 33 non possono comportare aumenti di superfici o volumi utili entro e fuori terra ovvero incrementi del carico insediativo che non siano espressamente previsti o non siano direttamente e logicamente connaturati alla tipologia degli interventi ammissibili nelle aree rispettivamente disciplinate e non possono incrementare in*

modo significativo le zone impermeabili esistenti se non stabilendo idonee misure di mitigazione e compensazione.

L'intervento in oggetto può essere considerato pienamente ammissibile e compatibile con quanto prescritto dalle Norme di Attuazione, in quanto non comporterà nessun aumento di volume fuori terra e nessun carico insediativo.

In riferimento all'Art. 34 comma delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

*Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione.*

L'intervento in oggetto è configurabile come opere ed infrastrutture a rete e ricade all'interno di aree soggette a pericolosità geomorfologica moderata Hg1. L'opera prevista non peggiora le condizioni di equilibrio statico dei versanti di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili; e non causa l'aumento del rischio di frana in quanto essendo interamente interrata non prevedendo movimenti di terra permanenti che possano apportare variazioni alla situazione attuale.

#### 10.4 Sovrapposizione del P.A.I. con gli interventi in progetto

La rete interrata prevista in progetto è stata sovrapposta alla perimetrazione dello “Studio di maggior dettaglio ai sensi dell’art. 8 comma 2 delle NTA del PAI del territorio extraurbano del Comune di Olbia”.

La macro-area in cui l’opera è inserita è la 6.MM – Murta Maria, che comprende il territorio a SE del bacino del Padrongiano ed include la frazione di Murta Maria e Porto Istana fino a Porto Spurlatto al confine con il Comune di Loiri Porto San Paolo.

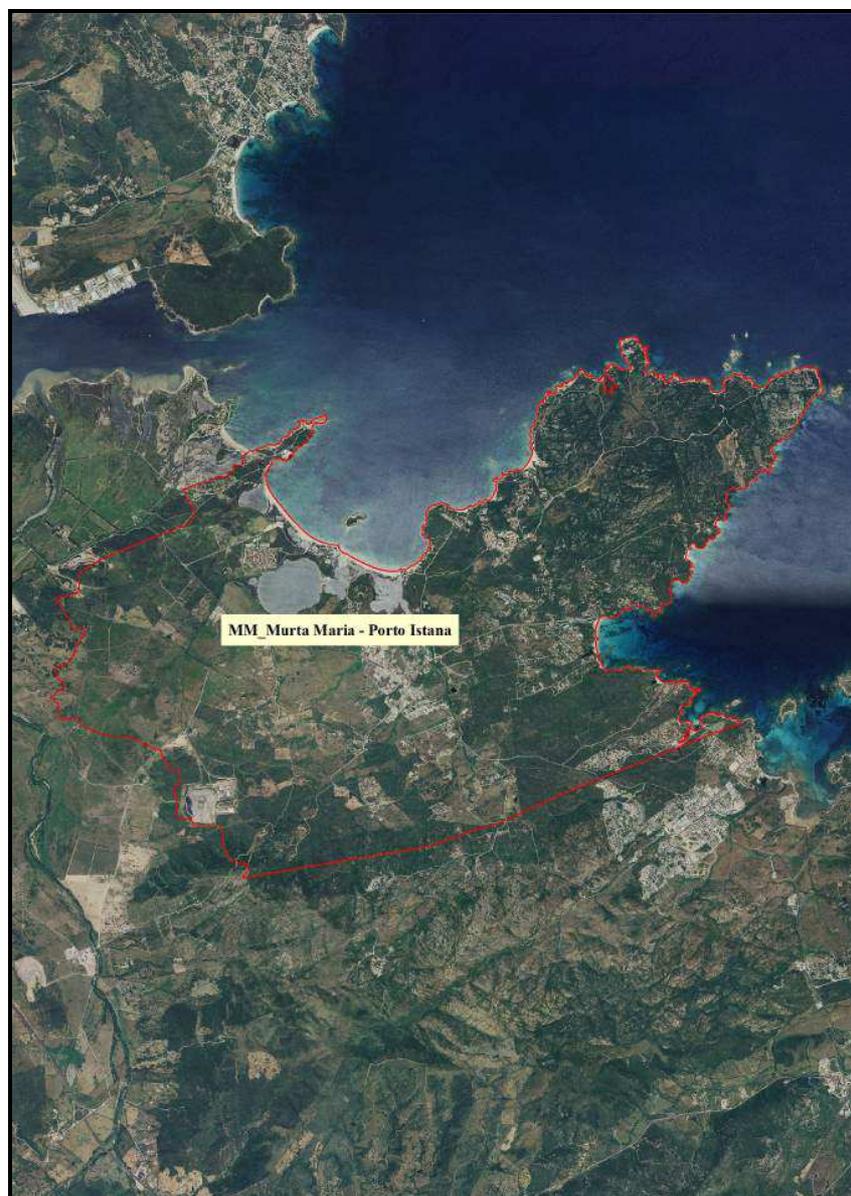


Figura 20 – Rappresentazione della macroarea MM su base ortofoto (Fonte: Studio di maggior dettaglio ai sensi dell’art8c2 delle NTAdel PAI del territorio extraurbano di Olbia).

Le perimetrazioni delle aree di pericolosità complessive sono contenute nelle tavole 5.8.i (Carta aree di pericolosità idraulica inviluppo PAI-PSFF), del già citato studio vigente.

Dalla sovrapposizione delle tavole PAI con la rete prevista in progetto (in magenta), è emerso quanto segue:

### Tronco critico MM TC B1 Tc001

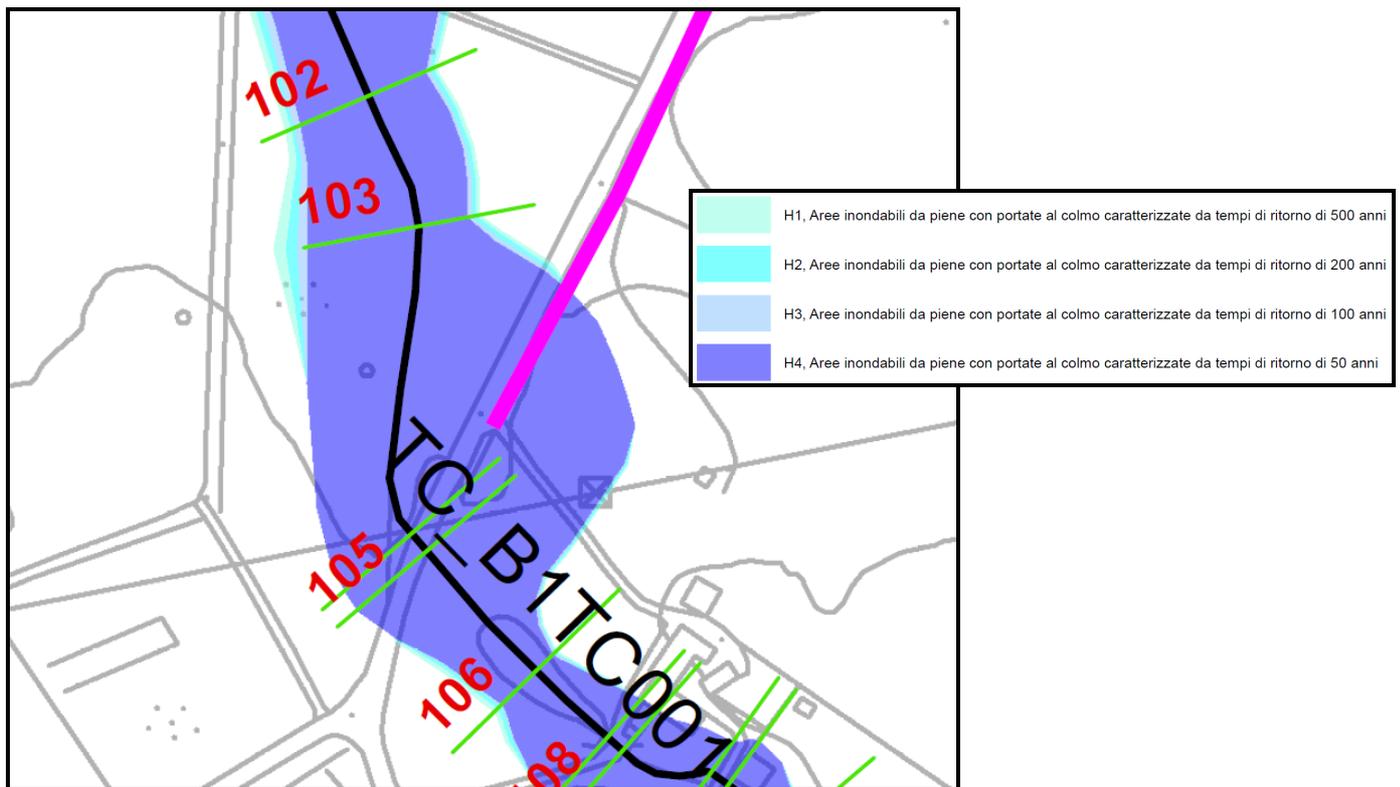


Figura 21 – Sovrapposizione delle aree soggette a pericolosità idraulica con la rete in progetto (in magenta).

Il tratto di rete in progetto (contrassegnato con la linea color magenta nella figura in alto), ricade in area soggetta a pericolosità idraulica **Hi4**.

Le sezioni idrauliche del PAI di riferimento più prossime al tratto di rete ricadente in area PAI sono comprese tra 103 e 105 (come visibile nella figura sovrastante).

Si riportano di seguito i valori tabellari delle altezze d'acqua per le sopracitate sezioni. Nel rettangolo in rosso sono indicati i valori dei tiranti idrici ai differenti tempi di ritorno per le sezioni idrauliche di interesse.

Reach	River Sta		Profile	Length Chnl (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
MM_B1TC001-valle	106	sez. 106	Tr = 50 anni	55.56	12.55	15.50	16.21
MM_B1TC001-valle	106	sez. 106	Tr = 100 anni	55.56	15.32	15.50	16.28
MM_B1TC001-valle	106	sez. 106	Tr = 200 anni	55.56	18.19	15.50	16.34
MM_B1TC001-valle	106	sez. 106	Tr = 500 anni	55.56	22.22	15.50	16.43
MM_B1TC001-valle	105	sez. 105	Tr = 50 anni	8.00	12.55	15.01	15.35
MM_B1TC001-valle	105	sez. 105	Tr = 100 anni	8.00	15.32	15.01	15.39
MM_B1TC001-valle	105	sez. 105	Tr = 200 anni	8.00	18.19	15.01	15.42
MM_B1TC001-valle	105	sez. 105	Tr = 500 anni	8.00	22.22	15.01	15.45
MM_B1TC001-valle	104.5	sez. 104.5		Culvert			
MM_B1TC001-valle	104	sez. 104	Tr = 50 anni	108.46	12.55	14.94	15.33
MM_B1TC001-valle	104	sez. 104	Tr = 100 anni	108.46	15.32	14.94	15.36
MM_B1TC001-valle	104	sez. 104	Tr = 200 anni	108.46	18.19	14.94	15.39
MM_B1TC001-valle	104	sez. 104	Tr = 500 anni	108.46	22.22	14.94	15.43
MM_B1TC001-valle	103	sez. 103	Tr = 50 anni	48.30	12.55	13.24	13.62
MM_B1TC001-valle	103	sez. 103	Tr = 100 anni	48.30	15.32	13.24	13.66
MM_B1TC001-valle	103	sez. 103	Tr = 200 anni	48.30	18.19	13.24	13.70
MM_B1TC001-valle	103	sez. 103	Tr = 500 anni	48.30	22.22	13.24	13.74

Tabella 1 - Stralcio della tabella PAI relativa alle sezioni di interesse (Tronco critico MM\_B1Tc001).

Al fine di verificare la compatibilità delle opere sono state elaborate delle sezioni ortogonali alle opere previste, in corrispondenza del tratto di rete ricadente all'interno delle aree soggette a pericolosità idraulica. Le sezioni sono state elaborate partendo dal modello digitale del terreno con passo 1 m disponibile nel Geoportale della Regione Sardegna.

Successivamente nelle sezioni elaborate sono stati inseriti i valori dei tiranti idrici, ricavati dalle tabelle del PAI, per i differenti tempi di ritorno.

L'elaborazione di tali sezioni risulta utile poiché consente di identificare con maggiore dettaglio il posizionamento dell'opera a rete in rapporto alla sede stradale esistente e consente di verificare i battenti idrici e le velocità.

Nella figura di seguito vengono sovrapposte le sezioni elaborate (Prof\_n, in magenta) con le sezioni del PAI più prossime (in rosso).

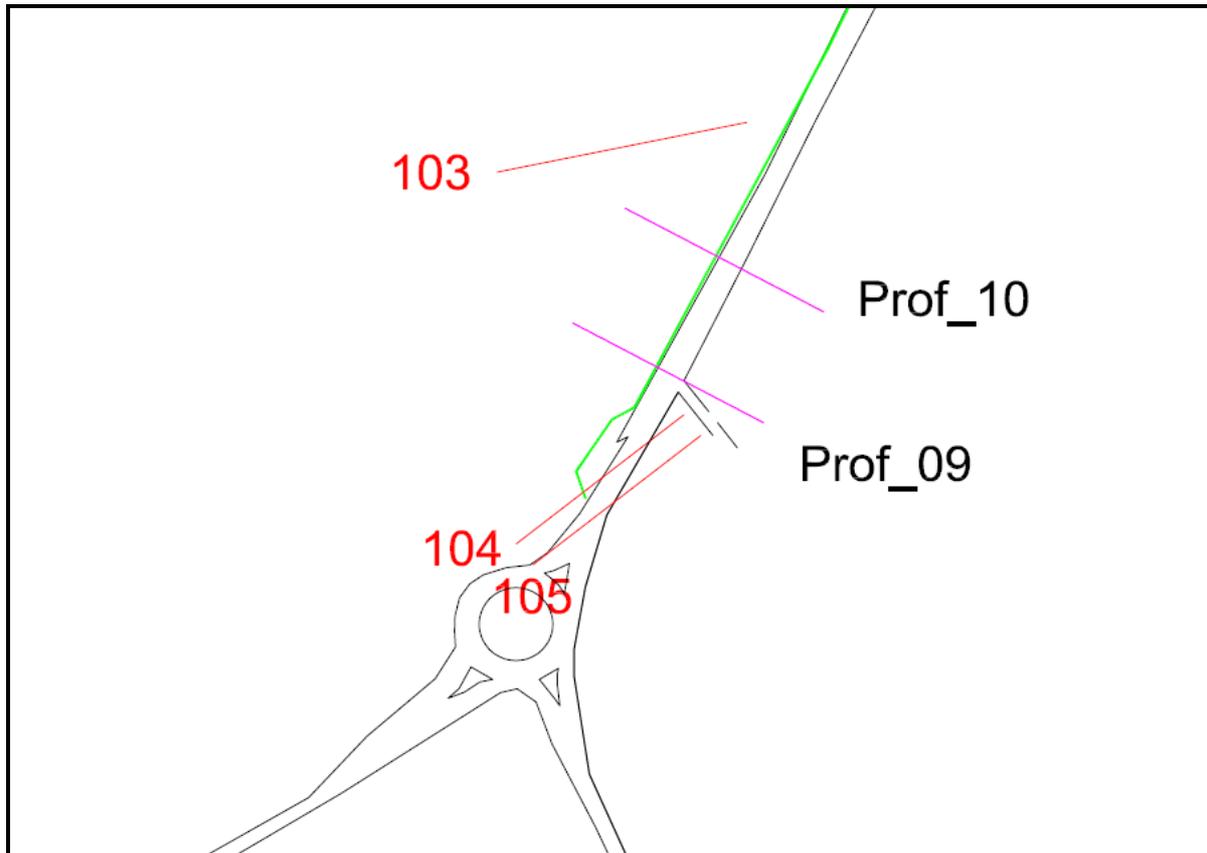


Figura 22 - Sovrapposizione delle sezioni elaborate con le sezioni del PAI vigente (Tronco critico MM\_TC\_B1\_Tc001).

Vengono riportate di seguito le sezioni elaborate dal modello digitale DTM con passo 1 m..



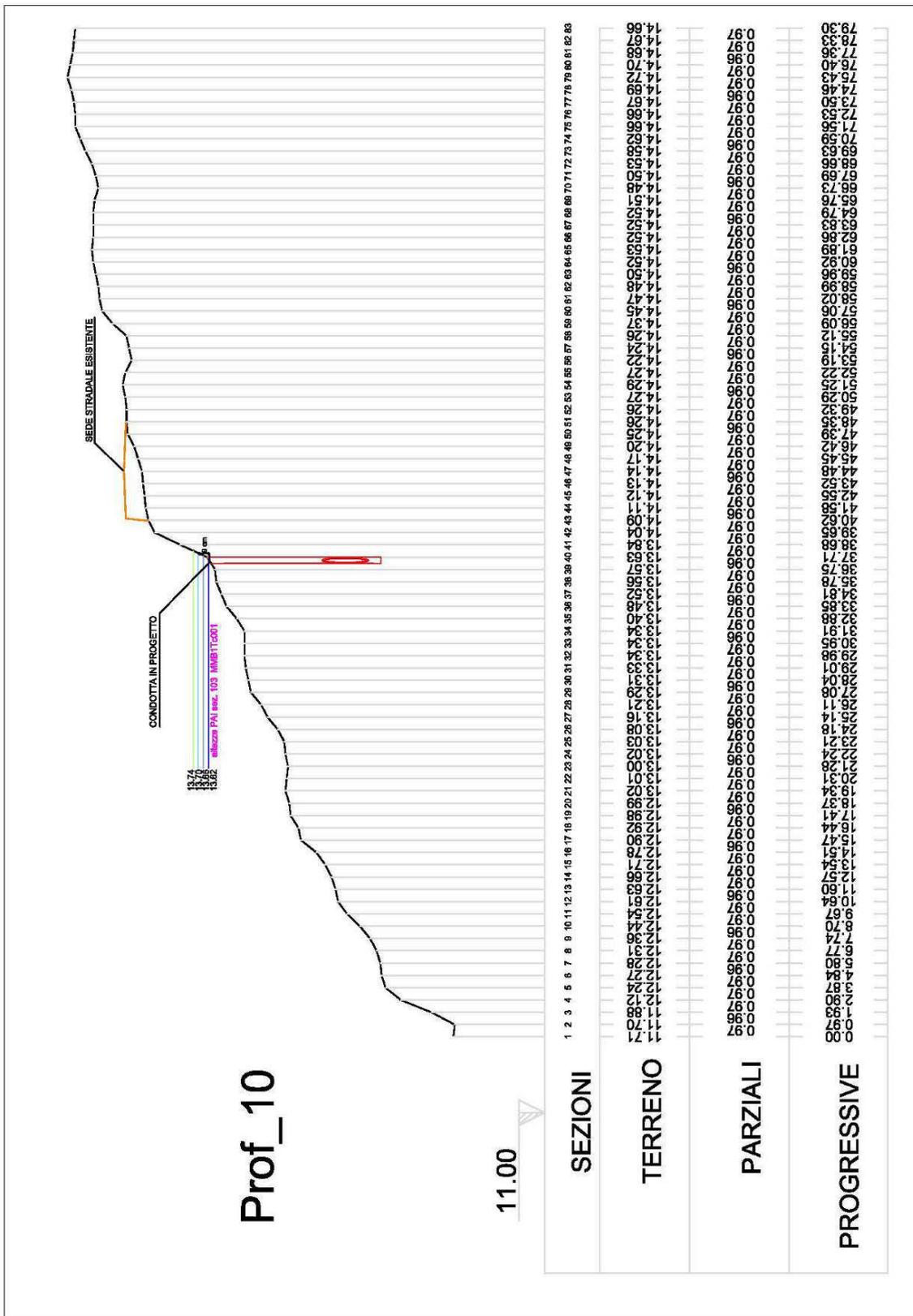


Figura 24 - Stralcio della sezione Prof\_10 allegata alla presente relazione.

Come si evince dalle immagini precedenti i profili 9 e 10 sono caratterizzati da battenti idrici rispettivamente dell'ordine dei 131 cm e dei 9 cm, per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni. Le velocità riferite alle sezioni PAI corrispondenti sono dell'ordine dei 1.21 m/s (rif. sez. 105 del PAI per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni). Si tratta di velocità modeste non in grado di compromettere la resistenza di rinterri eseguiti a regola d'arte alle azioni erosive.

### Tronco critico MM TC B1 Tc001

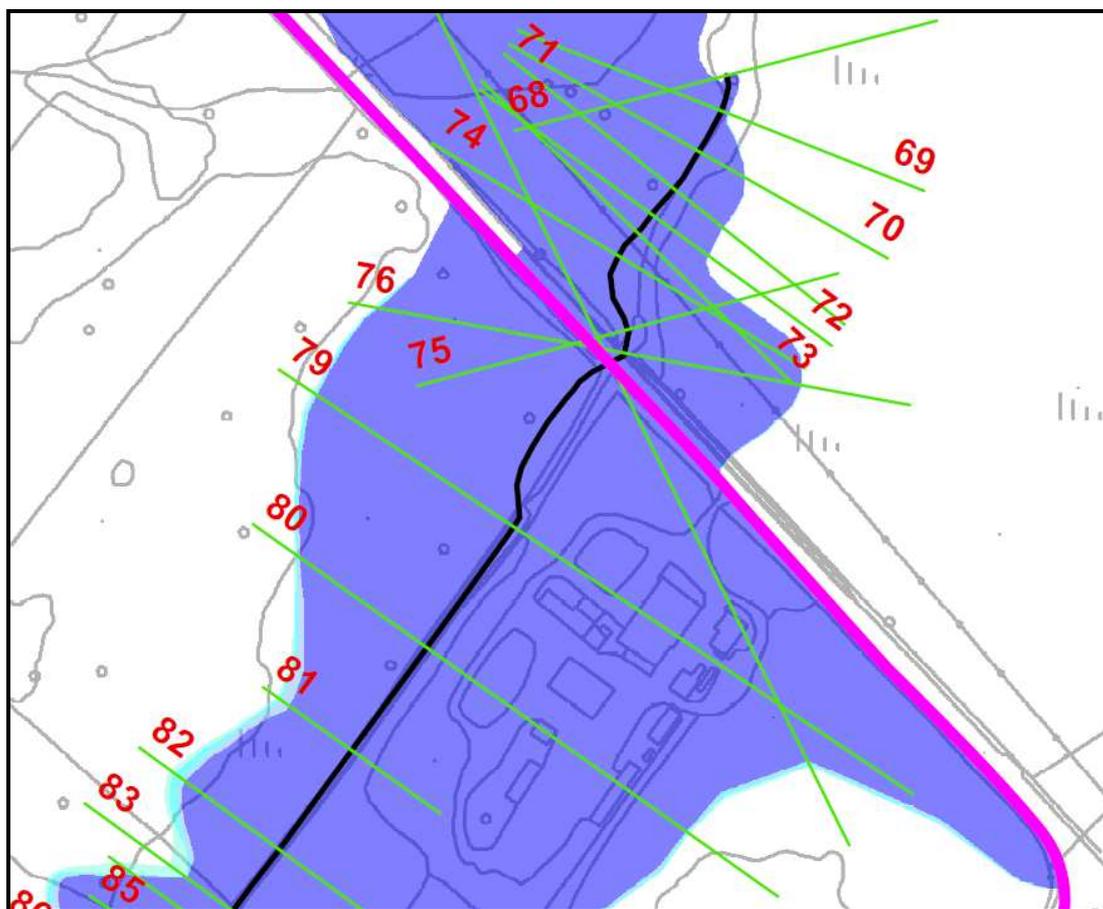


Figura 25 - Sovrapposizione delle aree soggette a pericolosità idraulica con la rete in progetto (in magenta).

Il tratto di rete in progetto (contrassegnato con la linea color magenta nella figura in alto), ricade in area soggetta a pericolosità idraulica **Hi4**.

Le sezioni idrauliche del PAI di riferimento più prossime al tratto di rete ricadente in area PAI sono 75, 76 e 79 (come visibile nella figura sovrastante).

Si riportano di seguito i valori tabellari delle altezze d'acqua per le sopracitate sezioni. Nel rettangolo in rosso sono indicati i valori dei tiranti idrici ai differenti tempi di ritorno per le sezioni idrauliche di interesse.

Reach	River Sta		Profile	Length Chnl (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
MM_B1TC001-valle	80	sez. 80	Tr = 50 anni	68.46	25.32	3.60	5.25
MM_B1TC001-valle	80	sez. 80	Tr = 100 anni	68.46	30.38	3.60	5.29
MM_B1TC001-valle	80	sez. 80	Tr = 200 anni	68.46	35.63	3.60	5.32
MM_B1TC001-valle	80	sez. 80	Tr = 500 anni	68.46	42.80	3.60	5.36
MM_B1TC001-valle	79	sez. 79	Tr = 50 anni	93.30	25.32	2.90	5.24
MM_B1TC001-valle	79	sez. 79	Tr = 100 anni	93.30	30.38	2.90	5.27
MM_B1TC001-valle	79	sez. 79	Tr = 200 anni	93.30	35.63	2.90	5.31
MM_B1TC001-valle	79	sez. 79	Tr = 500 anni	93.30	42.80	2.90	5.34
MM_B1TC001-valle	78	sez. 78	Tr = 50 anni	8.60	25.32	2.75	5.24
MM_B1TC001-valle	78	sez. 78	Tr = 100 anni	8.60	30.38	2.75	5.27
MM_B1TC001-valle	78	sez. 78	Tr = 200 anni	8.60	35.63	2.75	5.30
MM_B1TC001-valle	78	sez. 78	Tr = 500 anni	8.60	42.80	2.75	5.34
MM_B1TC001-valle	77	sez. 77		Culvert			
MM_B1TC001-valle	76	sez. 76	Tr = 50 anni	11.04	25.32	2.70	4.54
MM_B1TC001-valle	76	sez. 76	Tr = 100 anni	11.04	30.38	2.70	4.67
MM_B1TC001-valle	76	sez. 76	Tr = 200 anni	11.04	35.63	2.70	4.90
MM_B1TC001-valle	76	sez. 76	Tr = 500 anni	11.04	42.80	2.70	5.01
MM_B1TC001-valle	75	sez. 75	Tr = 50 anni	36.48	25.32	2.65	4.48
MM_B1TC001-valle	75	sez. 75	Tr = 100 anni	36.48	30.38	2.65	4.61
MM_B1TC001-valle	75	sez. 75	Tr = 200 anni	36.48	35.63	2.65	4.72
MM_B1TC001-valle	75	sez. 75	Tr = 500 anni	36.48	42.80	2.65	4.78

Tabella 2 - Stralcio della tabella PAI relativa alle sezioni di interesse (Tronco critico MM\_B1Tc001).

Al fine di verificare la compatibilità della opere sono state elaborate delle sezioni ortogonali alle opere previste, in corrispondenza del tratto di rete ricadente all'interno delle aree soggette a pericolosità idraulica. Le sezioni sono state elaborate partendo dal modello digitale del terreno con passo 1 m disponibile nel Geoportale della Regione Sardegna.

Successivamente nelle sezioni elaborate sono stati inseriti i valori dei tiranti idrici, ricavati dalle tabelle del PAI, per i differenti tempi di ritorno.

L'elaborazione di tali sezioni risulta utile poiché consente di identificare con maggiore dettaglio il posizionamento dell'opera a rete in rapporto alla sede stradale esistente e consente di verificare i battenti idrici e le velocità.

Nella figura di seguito vengono sovrapposte le sezioni elaborate (Prof\_n, in magenta) con le sezioni del PAI più prossime (in rosso).

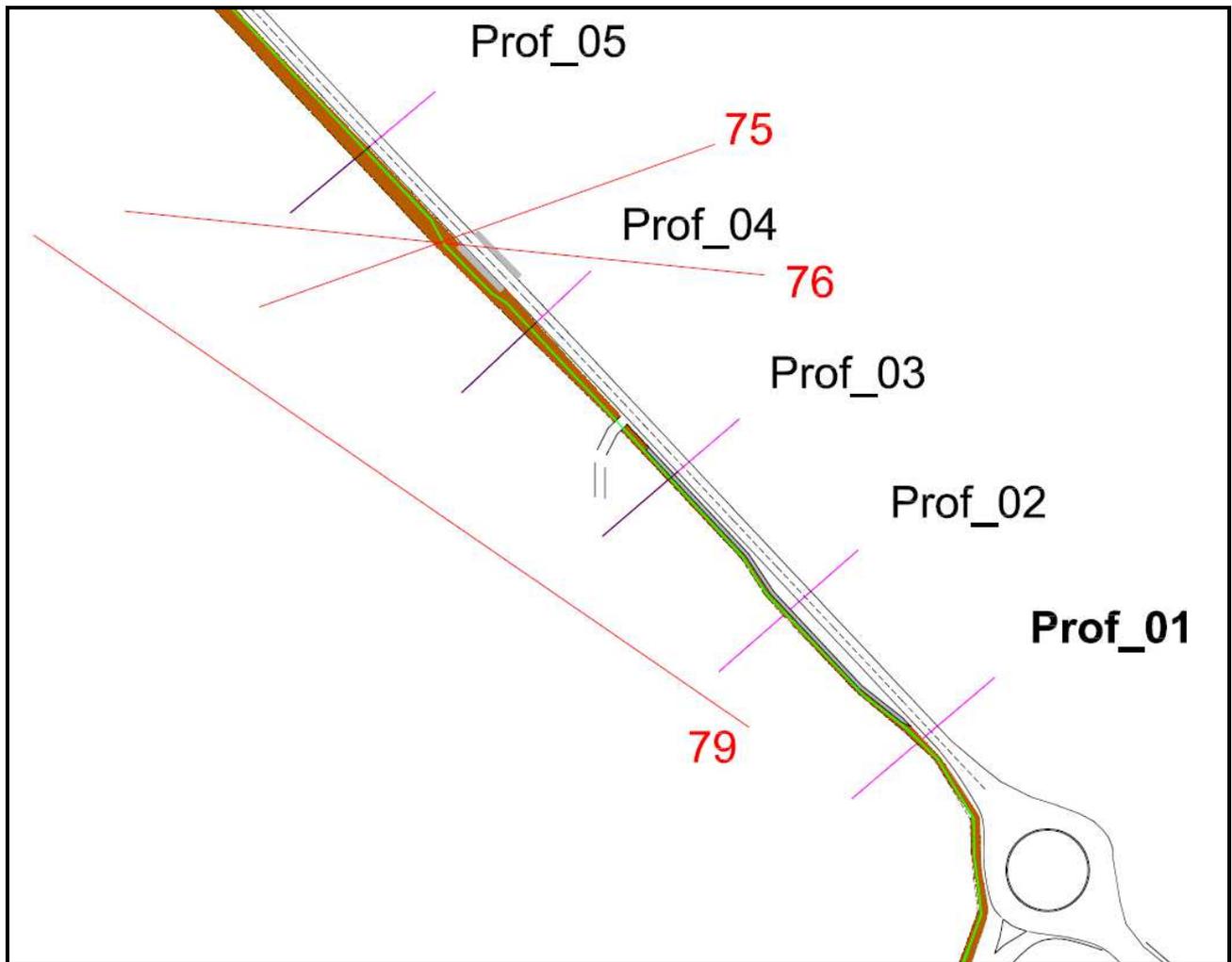


Figura 26 – Sovrapposizione delle sezioni elaborate con le sezioni del PAI vigente (Tronco critico MM\_TC\_B1\_Tc001).

Vengono riportate di seguito le sezioni elaborate dal modello digitale DTM con passo 1 m.

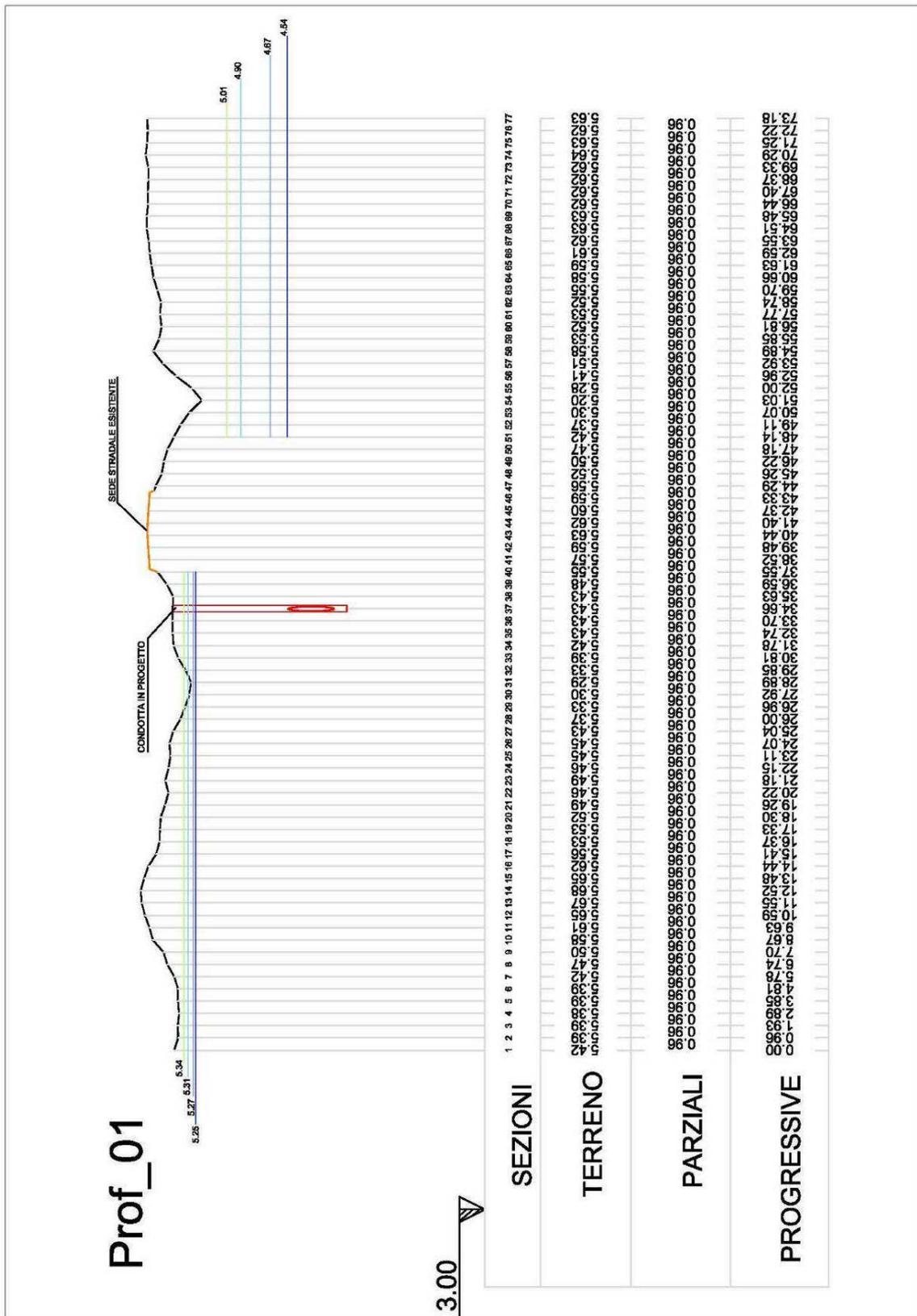


Figura 27 - Stralcio della sezione Prof\_01 allegata alla presente relazione.

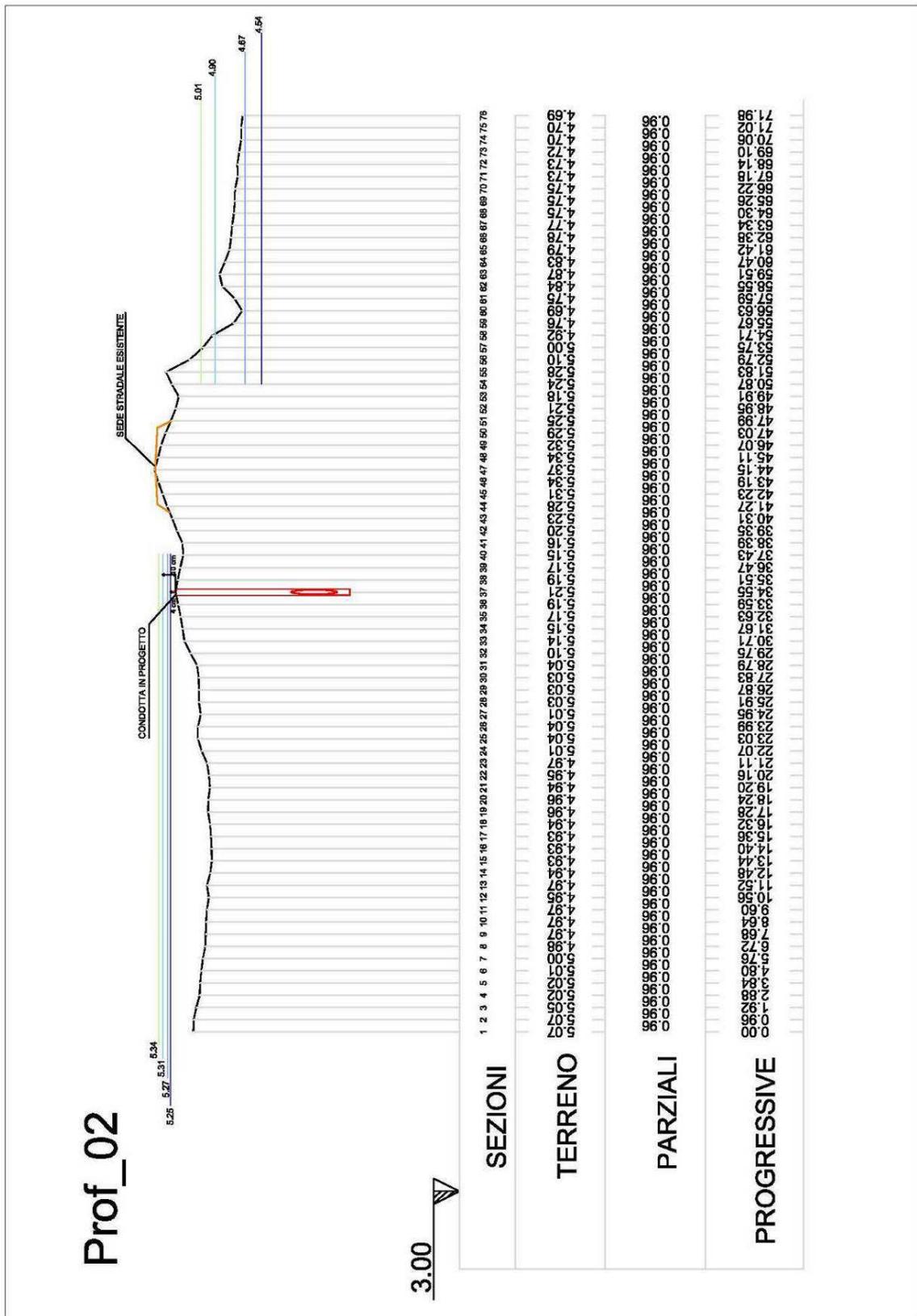
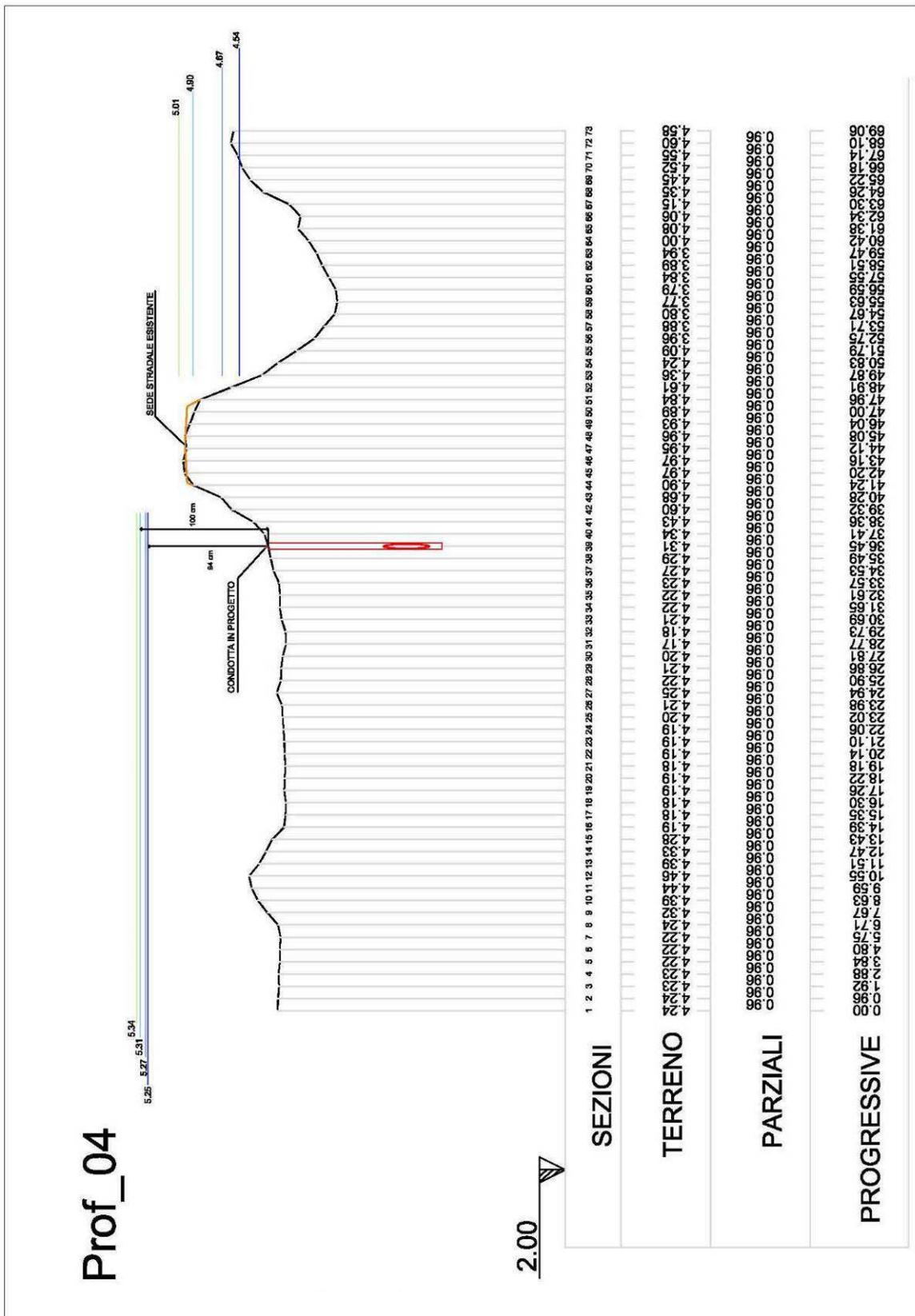


Figura 28 - Stralcio della sezione Prof\_02 allegata alla presente relazione.





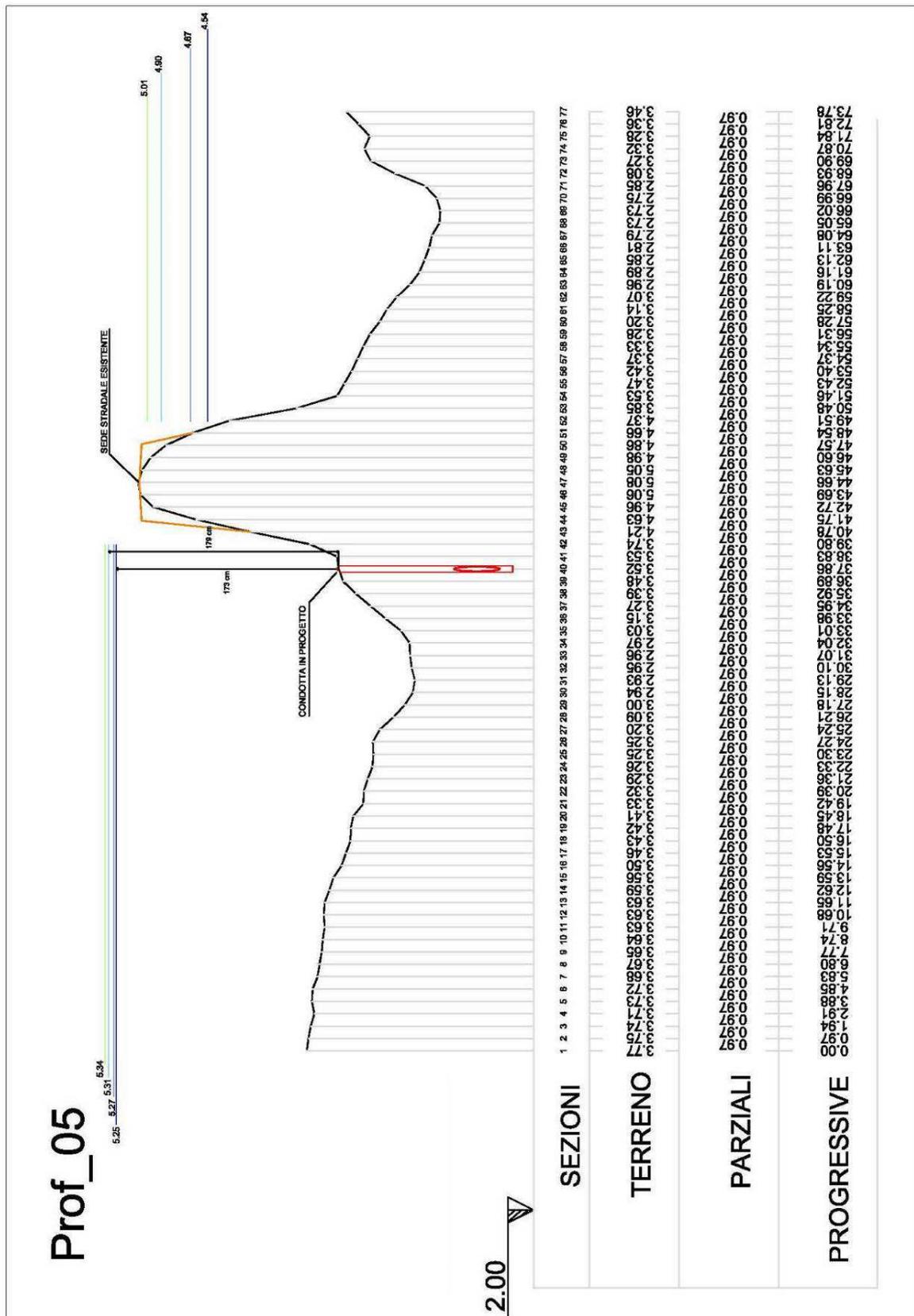


Figura 31 - Stralcio della sezione Prof\_05 allegata alla presente relazione.

Come si evince dalle immagini precedenti i profili 4 e 5 sono caratterizzati da battenti idrici rispettivamente dell'ordine dei 100 cm e dei 179 cm, per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni. Le velocità riferite alle sezioni PAI corrispondenti sono dell'ordine dei 0.87 m/s (rif. sez. 75 del PAI per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni). Si tratta di velocità modeste non in grado di compromettere la resistenza di rinterri eseguiti a regola d'arte alle azioni erosive.

### Tronco critico MM TC B2 Tc001

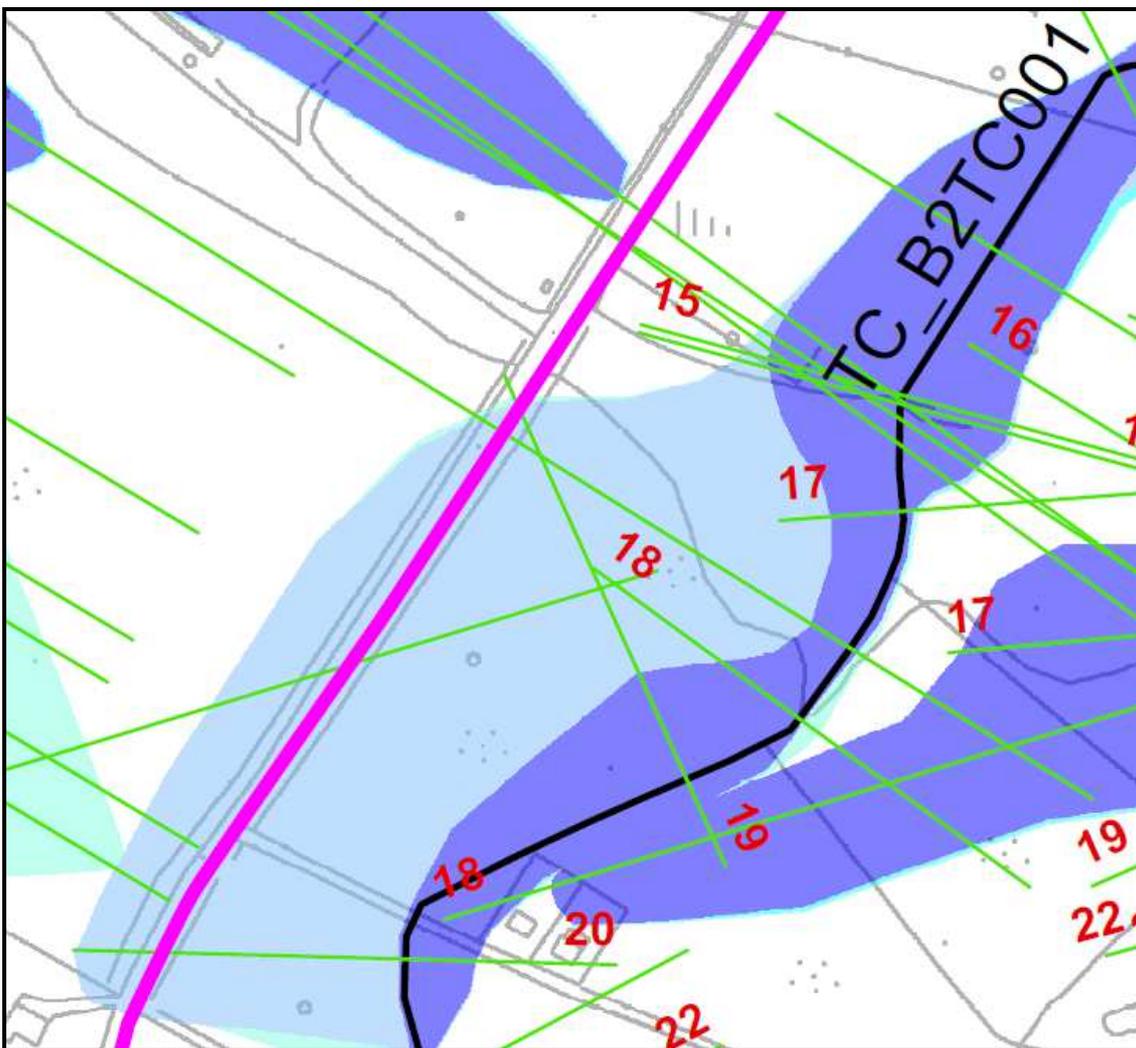


Figura 32 - Sovrapposizione delle aree soggette a pericolosità idraulica con la rete in progetto (in magenta).

Il tratto di rete in progetto (contrassegnato con la linea color magenta nella figura in alto), ricade in aree soggette a pericolosità idraulica **Hi3 e Hi2**.

Le sezioni idrauliche del PAI di riferimento più prossime al tratto di rete ricadente in area PAI sono 19 e 20 (come visibile nella figura sovrastante).

Si riportano di seguito i valori tabellari delle altezze d'acqua per le sopraccitate sezioni. Nel rettangolo in rosso sono indicati i valori dei tiranti idrici ai differenti tempi di ritorno per le sezioni idrauliche di interesse.

Reach	River Sta	Profile	Length Chnl (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
MM_B2TC001	906.5605 sez. 23	Tr = 50 anni	23.65	3.95	9.60	9.87
MM_B2TC001	906.5605 sez. 23	Tr = 100 anni	23.65	4.76	9.60	9.89
MM_B2TC001	906.5605 sez. 23	Tr = 200 anni	23.65	5.60	9.60	9.91
MM_B2TC001	906.5605 sez. 23	Tr = 500 anni	23.65	6.45	9.60	9.94
MM_B2TC001	882.91 sez. 22	Tr = 50 anni	37.37	3.95	8.80	9.06
MM_B2TC001	882.91 sez. 22	Tr = 100 anni	37.37	4.76	8.80	9.06
MM_B2TC001	882.91 sez. 22	Tr = 200 anni	37.37	5.60	8.80	9.06
MM_B2TC001	882.91 sez. 22	Tr = 500 anni	37.37	6.45	8.80	9.06
MM_B2TC001	845.5383 sez. 21	Tr = 50 anni	48.70	3.95	7.80	8.13
MM_B2TC001	845.5383 sez. 21	Tr = 100 anni	48.70	4.76	7.80	8.13
MM_B2TC001	845.5383 sez. 21	Tr = 200 anni	48.70	5.60	7.80	8.13
MM_B2TC001	845.5383 sez. 21	Tr = 500 anni	48.70	6.45	7.80	8.13
MM_B2TC001	796.8405 sez. 20	Tr = 50 anni	129.94	3.95	6.70	7.04
MM_B2TC001	796.8405 sez. 20	Tr = 100 anni	129.94	4.76	6.70	7.06
MM_B2TC001	796.8405 sez. 20	Tr = 200 anni	129.94	5.60	6.70	7.06
MM_B2TC001	796.8405 sez. 20	Tr = 500 anni	129.94	6.45	6.70	7.06
MM_B2TC001	666.8993 sez. 19	Tr = 50 anni	47.80	3.95	5.50	6.19
MM_B2TC001	666.8993 sez. 19	Tr = 100 anni	47.80	4.76	5.50	6.16
MM_B2TC001	666.8993 sez. 19	Tr = 200 anni	47.80	5.60	5.50	6.21
MM_B2TC001	666.8993 sez. 19	Tr = 500 anni	47.80	6.45	5.50	6.24

Tabella 3 - Stralcio della tabella PAI relativa alle sezioni di interesse (Tronco critico MM\_B2TC001).

Al fine di verificare la compatibilità delle opere sono state elaborate delle sezioni ortogonali alle opere previste, in corrispondenza del tratto di rete ricadente all'interno delle aree soggette a pericolosità idraulica. Le sezioni sono state elaborate partendo dal modello digitale del terreno con passo 1 m disponibile nel Geoportale della Regione Sardegna.

Successivamente nelle sezioni elaborate sono stati inseriti i valori dei tiranti idrici, ricavati dalle tabelle del PAI, per i differenti tempi di ritorno.

L'elaborazione di tali sezioni risulta utile poiché consente di identificare con maggiore dettaglio il posizionamento dell'opera a rete in rapporto alla sede stradale esistente e consente di verificare i battenti idrici e le velocità.

Nella figura di seguito vengono sovrapposte le sezioni elaborate (Prof\_n, in magenta) con le sezioni del PAI più prossime (in rosso).

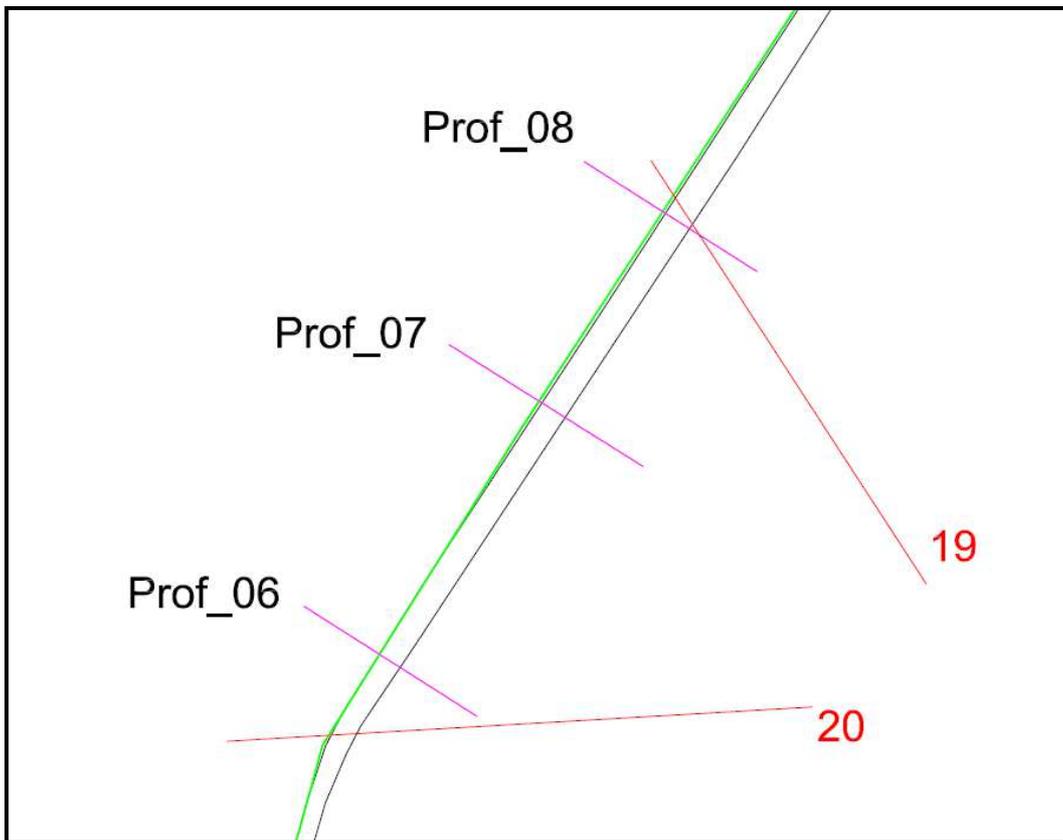


Figura 33 - Sovrapposizione delle sezioni elaborate con le sezioni del PAI vigente (Tronco critico MM\_TC\_B2\_Tc001).

Vengono riportate di seguito le sezioni elaborate dal modello digitale DTM con passo 1 m.

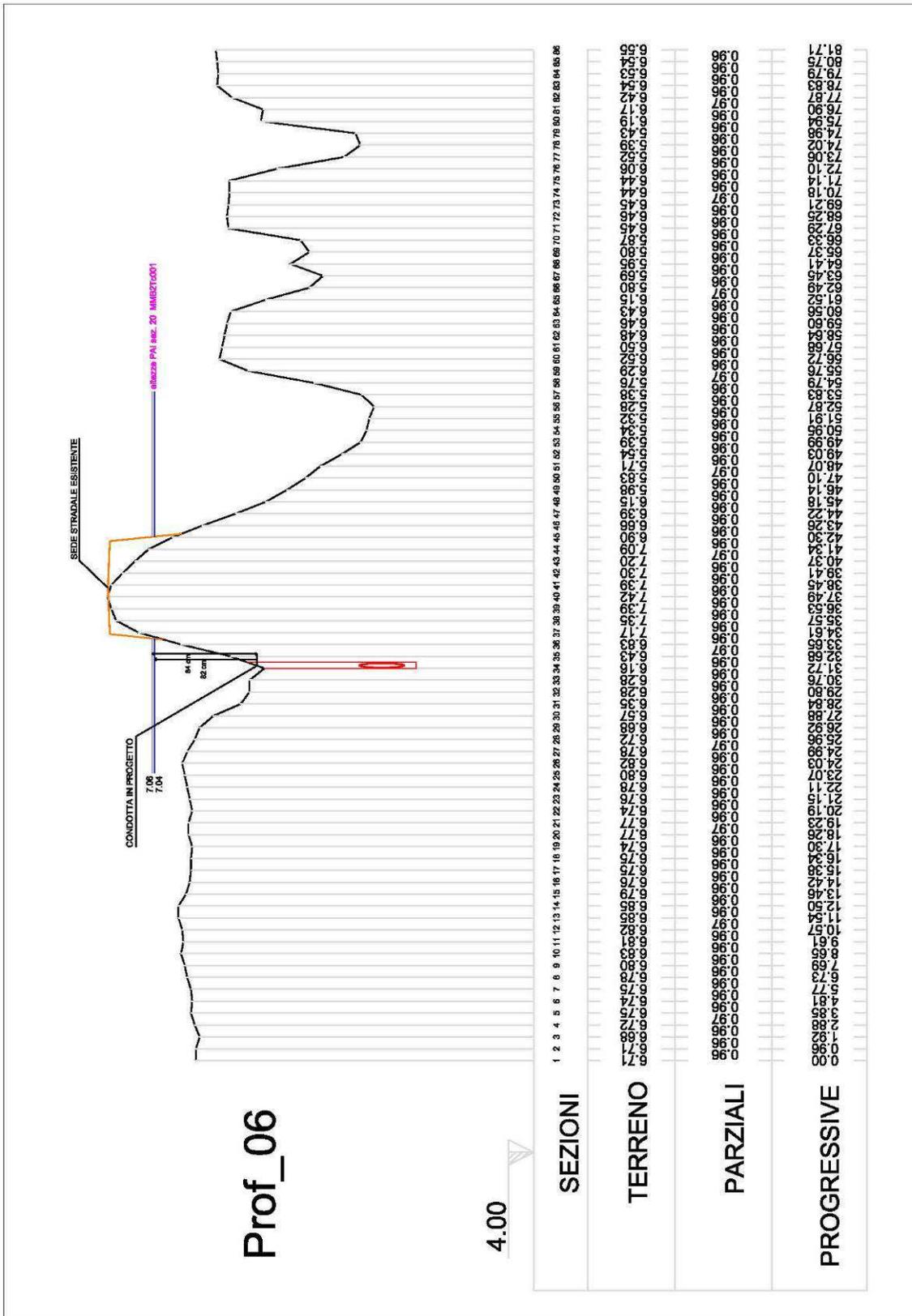


Figura 34 - Stralcio della sezione Prof\_06 allegata alla presente relazione.



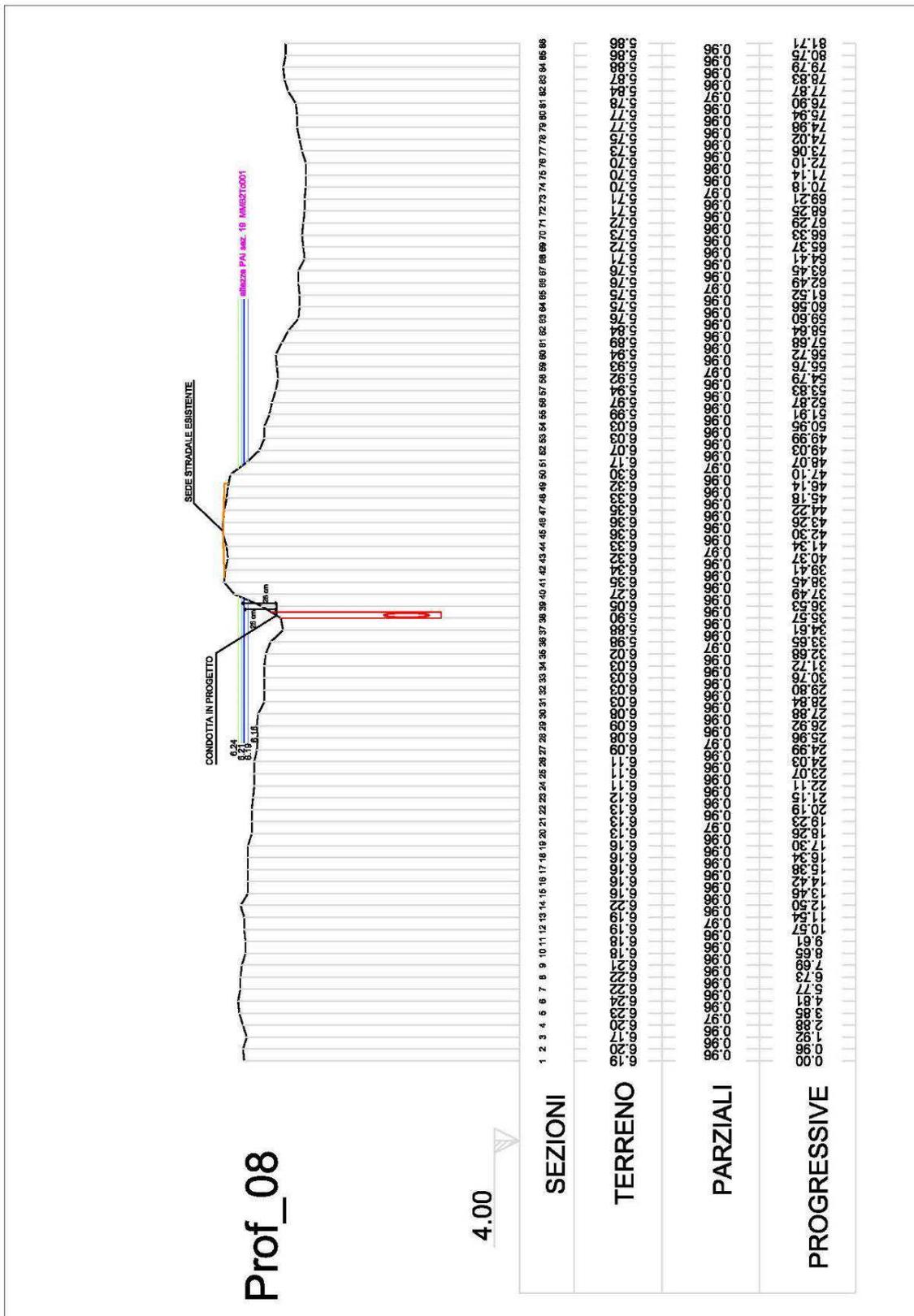


Figura 36 - Stralcio della sezione Prof\_08 allegata alla presente relazione.

Come si evince dalle immagini precedenti i profili 6, 7 e 8 sono caratterizzati da battenti idrici rispettivamente dell'ordine dei 84 cm, 51 cm e dei 28 cm, per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni. Le velocità riferite alle sezioni PAI corrispondenti sono dell'ordine dei 0.12 m/s (rif. sez. 19 del PAI per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni). Si tratta di velocità modeste non in grado di compromettere la resistenza di rinterri eseguiti a regola d'arte alle azioni erosive.

#### 10.5 Coordinamento tra il P.A.I. e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni è redatto in recepimento della direttiva 2007/60/CE e del relativo decreto di recepimento nazionale, D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 - "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni".

In particolare l'articolo 7 del suddetto decreto prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs. 152/2006, sia predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (di seguito indicato come PGRA).

L'obiettivo del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni su salute umana, territorio, beni, ambiente, patrimonio culturale e attività economiche e sociali.

Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. Il PGRA individua strumenti operativi e di *governance* (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

Esso contiene anche una sintesi dei contenuti dei Piani urgenti di emergenza predisposti ai sensi dell'art. 67, c. 5 del D.Lgs 152/2006 ed è pertanto redatto in collaborazione con la Protezione Civile per la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico. Nel PGRA vengono individuate le sinergie interrelazionali con le politiche di pianificazione del territorio e di conservazione della natura e viene pianificato il coordinamento delle politiche relative agli usi idrici e territoriali, in quanto tali politiche possono avere importanti conseguenze sui rischi di alluvioni e sulla gestione dei medesimi.

In questo senso il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è uno strumento trasversale di raccordo tra diversi piani e progetti, di carattere pratico e operativo ma anche informativo, conoscitivo e divulgativo, per la gestione dei diversi aspetti organizzativi e pianificatori correlati con la gestione degli eventi alluvionali in senso lato.

Tutte le misure di prevenzione, preparazione, protezione e ricostruzione post-evento previste dal PGRA si suddividono in misure strutturali, come la realizzazione di opere di protezione, e misure non strutturali, quali azioni conoscitive e di studio, manutenzione attiva del territorio, riqualificazione, delocalizzazione, monitoraggio e prevenzione.

L'art. 6 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni" dispone la predisposizione delle mappe della pericolosità da alluvione e le mappe del rischio di alluvioni, in scala non inferiore a 1:10.000, secondo le indicazioni contenute nello stesso Decreto Legislativo.

Le mappe della pericolosità idraulica identificano le tre classi seguenti:

- P3, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni
- P2, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale a 200 anni;
- P1, ovvero aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

3. Le mappe del rischio di alluvione rappresentano i livelli di rischio derivati dall'incrocio delle tre classi di pericolosità con le classi omogenee di danno potenziale, secondo la seguente matrice:

Classi di Danno Potenziale	Classi di Pericolosità Idraulica		
	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R1
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Le classi omogenee di danno potenziale sono rappresentate da D4 (danno potenziale molto elevato), D3 (danno potenziale elevato), D2 (danno potenziale medio) e D1 (danno potenziale moderato o nullo).

Le classi di rischio da alluvione che sono state definite sono R4 (rischio molto elevato); R3 (rischio elevato); R2 (rischio medio) e R1 (rischio moderato o nullo).

Come riportato nell'art. 41 del P.A.I. (Norme per le aree di pericolosità PAI/PGRA),

Nelle aree P3 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi4, con particolare riferimento all'articolo 27.

Ogni scenario è caratterizzato dai seguenti parametri idraulici:

- estensione dell'inondazione;
- altezza idrica o livello;
- caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Le mappe del rischio di alluvioni prevedono le quattro classi di rischio di cui al DPCM 29.09.1998, espresse in termini di:

- numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole etc);
- beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area potenzialmente interessata;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
- impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate, individuate all'allegato 9 alla parte terza del decreto legislativo n. 152 del 2006;
- altre informazioni considerate utili, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento.

Infine oltre alle mappe di pericolosità e di rischio il PGRA si compone delle mappe del danno potenziale che definiscono la perimetrazione delle aree distinguendole per gravità dei danni attesi in relazione al verificarsi di alluvioni.

La tavola che rappresenta il danno potenziale è fondamentale poiché il rischio, com'è noto è il risultato del prodotto tra pericolosità e vulnerabilità o danno.

Le misure del piano di gestione del rischio di alluvioni devono contemplare e affrontare anche gli aspetti e le azioni necessarie alla corretta gestione in tempo reale degli eventi critici, allo sviluppo e al progressivo miglioramento dei sistemi di monitoraggio idro-meteorologico e di sorveglianza

idraulica, alle procedure di allertamento, di pronto intervento, di supporto e soccorso, nonché quelli legati all'incremento delle capacità reattive delle comunità in occasione di eventi avversi.

Pertanto, in recepimento delle previsioni dell'art. 7, c.3 lett. b) e c.5 del D.Lgs. 49/2010 è stata emanata la Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 febbraio 2015 recante "Indirizzi operativi inerenti la predisposizione della parte dei piani di gestione relativa al sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di protezione civile di cui al decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE", pubblicata sulla GU Serie Generale n.75 del 31-3-2015. A tal proposito la competente Direzione Generale della Protezione Civile regionale ha predisposto l'elaborato denominato Re07\_ "Relazione sul recepimento della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 febbraio 2015" contenente il recepimento di quanto richiesto dalla citata Direttiva in merito alla predisposizione della parte dei piani di gestione relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile; tale documento costituisce un elaborato del Piano di gestione del rischio di alluvioni.

Inoltre, in attuazione degli indirizzi indicati in questa proposta di direttiva, al fine di supportare le misure non strutturali di preparazione, prevenzione e ritorno alla normalità e analisi, il Dipartimento nazionale di protezione civile ha sviluppato una piattaforma informatica (FloodCat) per la catalogazione e la consultazione degli eventi storici di alluvioni. Il PGRA conterrà una descrizione dell'organizzazione del flusso di caricamento e validazione, oltre alle indicazioni operative che verranno fornite alle amministrazioni locali per procedere al caricamento dei dati e all'inoltro ai soggetti competenti.

In attuazione dei requisiti di cui alle lett. a) e b) del comma 5 dell'art. 7, il PGRA effettuerà il necessario coordinamento con quanto previsto dal "Manuale operativo delle allerte ai fini di protezione civile", redatto dalla Protezione Civile regionale e approvato con D.G.R. 44/25 del 7 novembre 2014. In particolare, il suddetto Manuale contiene quanto previsto alle lett. a) e b) del comma 5 dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010.

Inoltre, in attuazione delle previsioni di cui alla lett. c) dello stesso comma, il PGRA comprende il Catasto delle grandi dighe e la ricognizione dei Piani di Laminazione esistenti a livello locale; entrambi gli elaborati sono predisposti e aggiornati in collaborazione con gli enti gestori e la Protezione civile regionale.

Infine, per il recepimento delle previsioni di cui alla lett. d) dello stesso comma, il PGRA realizzerà, in collaborazione con la Protezione Civile regionale, una ricognizione dei piani di emergenza comunali e intercomunali redatti ai sensi dell'art. 15 comma 3 bis della L. 225/1992 come modificato dalla L. 100/2012, relativi al rischio idraulico ed idrogeologico. In particolare, per tale ricognizione, è stata predisposta dalla Protezione civile regionale una scheda sintetica contenente

la verifica delle principali caratteristiche dei piani di emergenza locali a partire da quella predisposta dal Dipartimento Nazionale della protezione civile.

Si prevede che una prima fase di compilazione della scheda possa essere effettuata direttamente dagli enti locali interessati e successivamente validata dalla Protezione civile regionale.

In tale ambito la Protezione Civile regionale mette a disposizione dei Comuni e delle Unioni dei Comuni un software (ZeroGis) che consente l'archiviazione informatica sia di tutte le risorse dedicate alla gestione delle emergenze sia del modello di intervento previsto dai piani di emergenza locale, oltre alla gestione degli eventi emergenziali e di tutte le informazioni correlate, sia a livello locale che regionale.

Tra le misure finalizzate allo sviluppo e al progressivo miglioramento dei sistemi di monitoraggio idro-meteorologico e di sorveglianza idraulica, con l'obiettivo di incrementare l'efficacia delle procedure di allertamento, nell'ambito del PGRA verranno individuate misure per il rafforzamento della rete pluviometrica e idrometrica.

L'intervento in progetto non ricade all'interno della perimetrazione del P.G.R.A., come indicato nella figura sottostante, dove in rosso è indicata l'opera a rete prevista in sovrapposizione con le Tavole Hi-1454 Hi-1475 del PGRA.

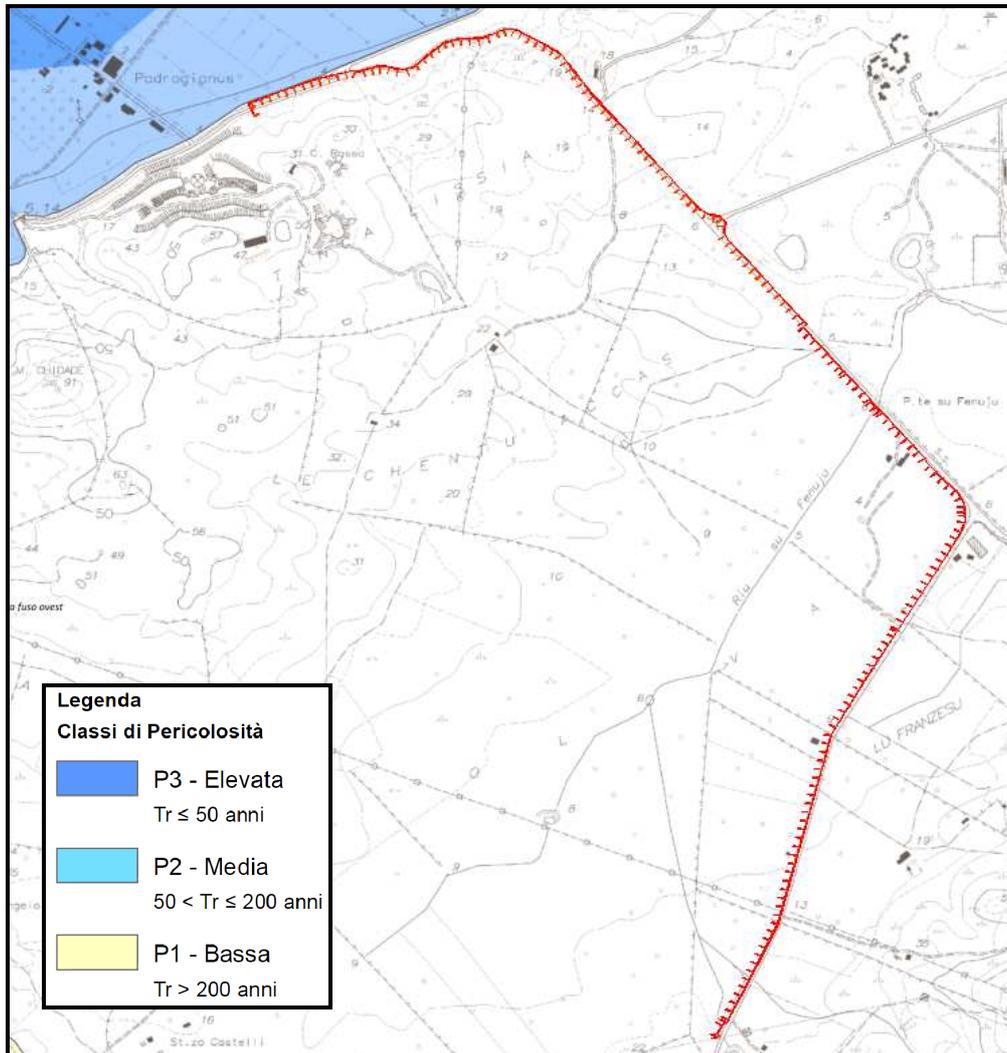


Figura 37 – Stralcio della sovrapposizione dell'intervento previsto con la cartografia del PGRA.

### 10.6 Processi erosivi in alveo

Il trasporto solido si manifesta quantitativamente come:

- trasporto in sospensione;
- trasporto di fondo;

La stima quantitativa e la previsione del tipo di trasporto solido atteso dipendono dai metodi utilizzati.

Secondo la classificazione di Aulitzky vengono distinti in quattro categorie definite per pericolosità crescente:

- colate detritiche;
- correnti iperconcentrate;
- trasporto di fondo;
- trasporto in sospensione.

L'identificazione per la forma del trasporto solido riporta un formulario per l'identificazione di un fattore di pericolosità che sintetizza le informazioni storiche degli eventi più recenti verificatesi in un bacino.

<b>Granulometria</b>	<b>Forza di trascinamento limite (Kg/mq)</b>
sabbia da 0.5 mm	0.24
terra	0.50
sabbia grossolana	0.65
ghiaietto	1.25
ghiaia	1.40 – 2.9
ciottoli	3.2
grossi ciottoli	15

Figura 38 – Forza di trascinamento limite in funzione della granulometria.

Nei corsi d'acqua il trasporto solido è definito dall'azione che la corrente esercita sul fondo e sulle sponde dell'alveo in modo tale che il materiale venga movimentato, a seconda delle caratteristiche chimico-fisiche e dei granuli in relazione alle caratteristiche idrodinamiche.

La stima del volume complessivo di sedimenti che può essere mobilizzato da un torrente e/o dal suo reticolo, in occasione di un evento alluvionale estremo assume una importanza fondamentale nella progettazione di interventi di sistemazione idraulico-forestale. Tale valutazione deve essere però preceduta dalla previsione sulla forma di trasporto solido atteso dall'evento di progetto, in quanto da essa dipendono i metodi che verranno successivamente applicati nella stima quantitativa del trasporto solido collegato a questo evento. Infatti diventa preminente al fine di una corretta individuazione delle opere caratterizzare il trasporto solido onde evitare un effetto boomerang durante eventi precipitativi di breve durata e forte intensità

Riprendendo una nota classificazione proposta da Aulitzky (1973, 1982) e frequentemente utilizzata in campo sistematorio, si possono distinguere quattro categorie di trasporto solido torrentizio, che vengono di seguito sinteticamente descritte in ordine di pericolosità decrescente.

Le colate detritiche ("**debris-flow**" o "*mud-debris flow*"), anche definite "trasporto di massa", sono manifestazioni parossistiche legate al trasporto impulsivo e gravitativo di sedimenti grossolani. La colata (nella quale vengono coinvolti di frequente anche massi di dimensione ciclopica) è costituita da una concentrazione volumetrica dei sedimenti compresa, generalmente, fra il 30 ed il 70%. Questi valori di concentrazione solida fanno sì che il fluido, ad alta viscosità, non possa più considerarsi di tipo newtoniano. I debris flow avvengono lungo la rete idrografica secondaria, principalmente di ordine I e II (la superficie dei bacini interessati supera di rado i 30 kmq) e influiscono in misura rilevante sulla evoluzione geomorfologica dei fondovalle, essendo responsabili dei processi di accumulo sui coni di deiezione e dell'ingresso, per ovvie ragioni della mutazione della pendenza dell'asta fluviale, di sedimenti nelle aste idrografiche di ordine superiore.

Per la rapidità con cui possono manifestarsi e la forza di impatto connessa al trasporto ingente di materiali litoidi a velocità non trascurabili (non sono rare velocità di 3-4 m s<sup>-1</sup>), le colate detritiche possono determinare effetti distruttivi e danni notevoli su zone abitate ed infrastrutture.

Le correnti iperconcentrate ("**debris flood**") sono flussi di massa solida ed acqua con concentrazione volumetrica dei sedimenti compresa, in genere, fra il 20 ed il 30%. Il fenomeno, pur venendo ancora mobilizzata nel corso di un evento una notevolissima quantità di sedimenti, non ha le caratteristiche distruttive e l'impatto territoriale di una colata; il processo di deposizione non si localizza infatti su di un'area ristretta come per i *debris flow*. Il fluido, per la più ridotta percentuale dei sedimenti contenuti nell'acqua, può essere considerato di tipo newtoniano.

Il trasporto di fondo ("**bedload**") è il classico moto dei sedimenti per scorrimento del letto. La traslazione verso valle dei sedimenti avviene per rotolamento, strisciamento e saltazione in vicinanza del fondo dell'alveo o sul fondo stesso. Il fenomeno è innescato dal superamento di determinati valori di soglia della velocità della corrente in prossimità al fondo (od anche dello sforzo tangenziale medio sul contorno bagnato della sezione).

Si raggiungono molto raramente portate solide dei sedimenti trasportati che eccedono il 15-20% delle portate liquide. Anche questo tipo di trasporto può determinare, se protratto nel tempo, la movimentazione di notevoli volumi di materiale e la alterazione morfologica di tratti d'alveo a fondo mobile.

Nel trasporto in sospensione prevalente ("**flood creek**") il trasporto di materiale in sospensione prevale rispetto al trasporto di fondo (che risulta trascurabile). Le piene sono caratterizzate da un

basso potenziale di trasporto e dalla mobilizzazione di sedimenti a granulometria fine (sabbia, limo, argilla). La pericolosità degli eventi è trascurabile.

Nell'identificazione dei processi di trasporto nel settore oggetto di studio è necessario precisare che la morfologia dominante è costituita dai litotipi intrusivi e dai prodotti di alterazione degli steei in matrice sabbiosa eterometrica e ben classata. Ciò comporta abbondanza di trasporto solido.

I corsi d'acqua investigati sono essenzialmente ruscelli a carattere torrentizio stagionale e i volumi delle portate risultano coincidenti con gli eventi idrometeorici.

Le soluzioni tecniche adottate, come detto, per la realizzazione degli attraversamenti in subalveo tengono conto di tale situazione morfologica e sono pertanto previsti come segue:

Al fine di proteggere l'opera in progetto, la condotta che attraversa un canale in subalveo dovrà essere protetta da:

- **un controtubo in acciaio lungo tutta la lunghezza dell'attraversamento più 1.00 m aggiuntivo dalla spalle della sponda su ogni lato;**
- **un getto in cls posato sia superiormente che inferiormente rispetto al controtubo del letto dell'alveo, con spessore minimo di 10 cm su ogni lato;**
- **una rete elettrosaldata immersa nel getto di cls, nella parte superiore al controtubo e lungo i tratti di condotta in corrispondenza delle sponde.**

#### 10.7 Considerazioni conclusive

Considerate le caratteristiche tecniche e progettuali della porzione di progetto ricadente in area ad elevata pericolosità, si ritiene che l'opera in oggetto sia compatibile con le previsioni del PAI (art 23 "Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica", comma 9 "allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI) in quanto:

- **L'opera prevista non peggiora le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo idrografico e non causa l'aumento del rischio di inondazione in quanto essendo interamente interrata a profondità dell'ordine dei 100 cm e non prevedendo movimenti di terra permanenti che possano apportare, nei tratti di sovrapposizione al reticolo, variazioni della sezione idraulica e/o della pendenza dell'alveo che si possano ripercuotere nei tratti a valle.**

- **L'intervento si sviluppa ripercorrendo la rete stradale comunale esistente e non prevede l'attraversamento di suoli o versanti che si trovino allo stato naturale, se non nel caso degli attraversamenti in subalveo.**
- **In nessun caso gli interventi previsti modificheranno interferiranno con gli interventi mirati alla riduzione e/o l'eliminazione delle cause di pericolosità.**
- **Come evidenziato in precedenza, la rete del gas si sviluppa interrata ad una profondità dell'ordine dei 100 cm. Con queste caratteristiche non sono previste opere o impianti fuori terra che possano costituire nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o alla capacità di invaso.**
- **L'intervento è concepito in maniera tale da non interferire con i corsi d'acqua e quindi con la naturalità e la biodiversità di questi.**
- **Nei tratti di attraversamento di strade sterrate, il ripristino degli scavi deve essere tale da impedire l'infiltrazione delle acque e potenziali fenomeni erosivi da dilavamento.**
- **Tutti gli attraversamenti presenti in aree soggette a pericolosità e rischio idraulico verranno interrati e/o realizzati in subalveo con posa in trincea e in nessun caso dovranno attraversare le luci costituendo ostacolo al deflusso dell'acqua.**
- **I lavori di scavo a sezione obbligata in corrispondenza dei tratti a pericolosità idraulica e nei periodi di maggiore precipitazione meteorica, saranno limitati a piccoli tratti rapidamente ripristinati al fine di impedire lo scorrimento delle acque all'interno delle trincee e impedire fenomeni erosivi sulle strutture adiacenti.**
- **Per quanto detto in precedenza si traggono le seguenti conclusioni con espresso riferimento alle Norme di attuazione. In particolare, per quanto riguarda l'Art. 23 delle NTA del P.A.I., le opere previste:**
  - non peggiorano "le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle";

- non compromettono "la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime";
  - non aumentano "il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate".
- Per quanto sopra detto l'area considerata nel presente lavoro è ritenuta, con gli adeguati accorgimenti progettuali, idonea e compatibile con la realizzazione dell'opera.

Si allegano le sovrapposizioni delle fasce di inondabilità (P.S.F.F.) e di pericolosità idraulica del P.A.I. con l'opera prevista in progetto nelle condizioni ex-ante ed ex-post (Elaborati B.7, B.8 e B.9).

## 11. BIBLIOGRAFIA

Servizio Geologico d'Italia – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:250.000 (2008).*

*Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Siena, Centro di GeoTecnologie – Firenze*

Servizio Geologico Nazionale – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:200.000 – Firenze (2001)*

Servizio Geologico Nazionale – *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Vol. LX (2001) – Roma.*

Prof. Ing. Marco Mancini - *Studio di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia – 2014*

Comune di Olbia - *Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'Art. 8 comma 2 delle NTA del P.A.I. del territorio extraurbano del comune di Olbia. – NOV 2015*

## ALLEGATI

- Sovrapposizione sezioni stradali e altezze idriche PAI in scala 1:500/50

### I TECNICI

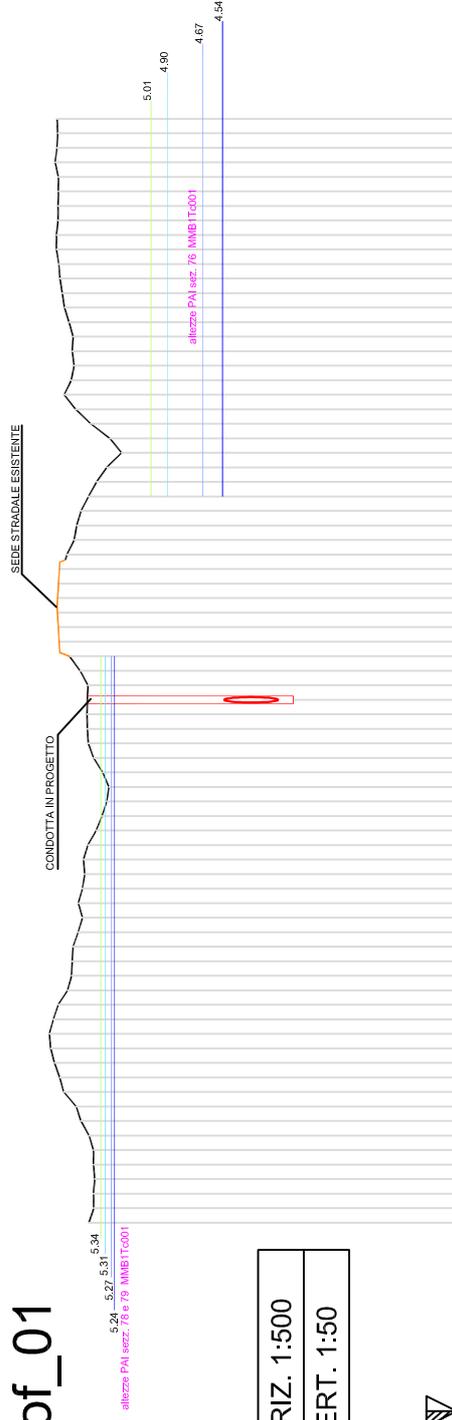
**Dott. Ing. Giuseppe Delitala**



**Dott. Geol. Alberto Gorini**



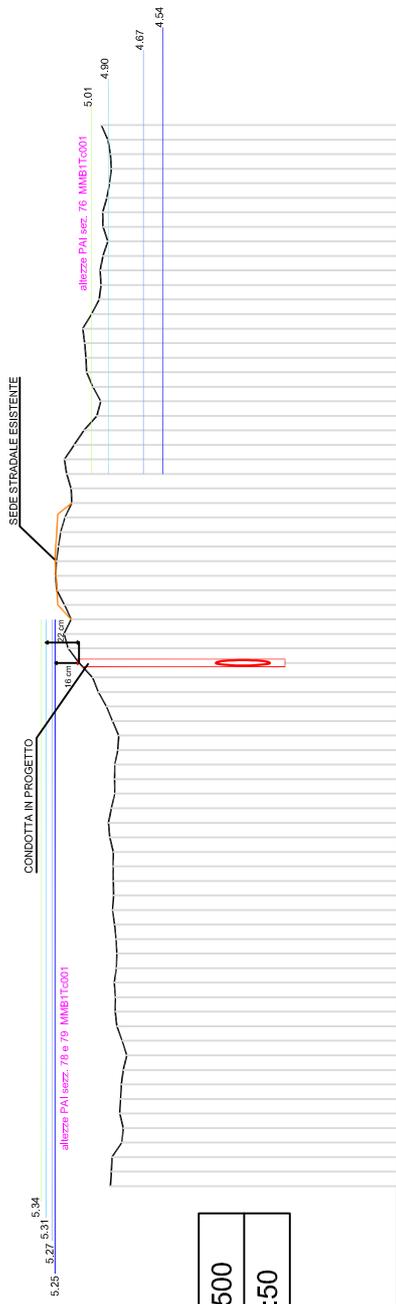
# Prof\_01



SEZIONI	TERRENO	PARZIALI	PROGRESSIVE
1	0.00	0.00	0.00
2	0.96	0.96	1.96
3	0.96	0.96	2.93
4	0.96	0.96	3.89
5	0.96	0.96	4.85
6	0.96	0.96	5.81
7	0.96	0.96	6.78
8	0.96	0.96	7.74
9	0.96	0.96	8.70
10	0.96	0.96	9.67
11	0.96	0.96	10.63
12	0.96	0.96	11.59
13	0.96	0.96	12.55
14	0.96	0.96	13.52
15	0.96	0.96	14.48
16	0.96	0.96	15.44
17	0.96	0.96	16.41
18	0.96	0.96	17.37
19	0.96	0.96	18.33
20	0.96	0.96	19.30
21	0.96	0.96	20.26
22	0.96	0.96	21.23
23	0.96	0.96	22.19
24	0.96	0.96	23.15
25	0.96	0.96	24.12
26	0.96	0.96	25.08
27	0.96	0.96	26.04
28	0.96	0.96	27.01
29	0.96	0.96	27.97
30	0.96	0.96	28.93
31	0.96	0.96	29.90
32	0.96	0.96	30.86
33	0.96	0.96	31.82
34	0.96	0.96	32.79
35	0.96	0.96	33.75
36	0.96	0.96	34.71
37	0.96	0.96	35.68
38	0.96	0.96	36.64
39	0.96	0.96	37.60
40	0.96	0.96	38.57
41	0.96	0.96	39.53
42	0.96	0.96	40.50
43	0.96	0.96	41.46
44	0.96	0.96	42.42
45	0.96	0.96	43.39
46	0.96	0.96	44.35
47	0.96	0.96	45.31
48	0.96	0.96	46.28
49	0.96	0.96	47.24
50	0.96	0.96	48.20
51	0.96	0.96	49.17
52	0.96	0.96	50.13
53	0.96	0.96	51.10
54	0.96	0.96	52.06
55	0.96	0.96	53.02
56	0.96	0.96	53.99
57	0.96	0.96	54.95
58	0.96	0.96	55.91
59	0.96	0.96	56.88
60	0.96	0.96	57.84
61	0.96	0.96	58.80
62	0.96	0.96	59.77
63	0.96	0.96	60.73
64	0.96	0.96	61.69
65	0.96	0.96	62.66
66	0.96	0.96	63.62
67	0.96	0.96	64.58
68	0.96	0.96	65.54
69	0.96	0.96	66.51
70	0.96	0.96	67.47
71	0.96	0.96	68.43
72	0.96	0.96	69.40
73	0.96	0.96	70.36
74	0.96	0.96	71.32
75	0.96	0.96	72.29
76	0.96	0.96	73.25
77	0.96	0.96	74.21
78	0.96	0.96	75.18
79	0.96	0.96	76.14
80	0.96	0.96	77.10



# Prof\_03

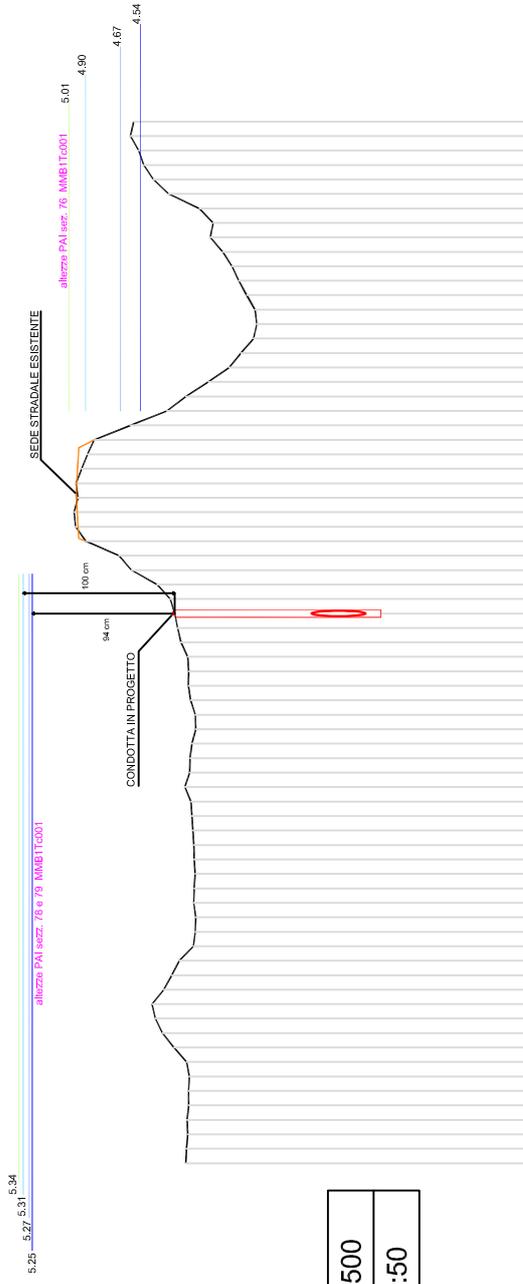


SCALA	ORIZ. 1:500
	VERT. 1:50

3.00 

SEZIONI	TERRENO	PARZIALI	PROGRESSIVE
1	4.98	0.00	70.34
2	4.98	0.00	69.38
3	4.98	0.00	68.41
4	4.98	0.00	67.45
5	4.98	0.00	66.49
6	4.98	0.00	65.52
7	4.98	0.00	64.56
8	4.98	0.00	63.60
9	4.98	0.00	62.63
10	4.98	0.00	61.67
11	4.98	0.00	60.70
12	4.98	0.00	59.74
13	4.98	0.00	58.78
14	4.98	0.00	57.81
15	4.98	0.00	56.85
16	4.98	0.00	55.89
17	4.98	0.00	54.92
18	4.98	0.00	53.96
19	4.98	0.00	53.00
20	4.98	0.00	52.03
21	4.98	0.00	51.07
22	4.98	0.00	50.11
23	4.98	0.00	49.14
24	4.98	0.00	48.18
25	4.98	0.00	47.21
26	4.98	0.00	46.25
27	4.98	0.00	45.29
28	4.98	0.00	44.32
29	4.98	0.00	43.36
30	4.98	0.00	42.40
31	4.98	0.00	41.43
32	4.98	0.00	40.47
33	4.98	0.00	39.51
34	4.98	0.00	38.54
35	4.98	0.00	37.58
36	4.98	0.00	36.62
37	4.98	0.00	35.65
38	4.98	0.00	34.69
39	4.98	0.00	33.72
40	4.98	0.00	32.76
41	4.98	0.00	31.80
42	4.98	0.00	30.83
43	4.98	0.00	29.87
44	4.98	0.00	28.91
45	4.98	0.00	27.94
46	4.98	0.00	26.98
47	4.98	0.00	26.02
48	4.98	0.00	25.05
49	4.98	0.00	24.09
50	4.98	0.00	23.13
51	4.98	0.00	22.16
52	4.98	0.00	21.20
53	4.98	0.00	20.23
54	4.98	0.00	19.27
55	4.98	0.00	18.31
56	4.98	0.00	17.34
57	4.98	0.00	16.38
58	4.98	0.00	15.42
59	4.98	0.00	14.45
60	4.98	0.00	13.49
61	4.98	0.00	12.53
62	4.98	0.00	11.56
63	4.98	0.00	10.60
64	4.98	0.00	9.64
65	4.98	0.00	8.67
66	4.98	0.00	7.71
67	4.98	0.00	6.74
68	4.98	0.00	5.78
69	4.98	0.00	4.82
70	4.98	0.00	3.85
71	4.98	0.00	2.89
72	4.98	0.00	1.93
73	4.98	0.00	0.96
74	4.98	0.00	0.00

# Prof\_04



SCALA	ORIZ. 1:500
	VERT. 1:50

2.00 

SEZIONI	TERRENO	PARZIALI	PROGRESSIVE
1	4.24	0.96	0.00
2	4.24	0.96	0.96
3	4.24	0.96	1.92
4	4.24	0.96	2.88
5	4.24	0.96	3.84
6	4.24	0.96	4.80
7	4.24	0.96	5.76
8	4.24	0.96	6.72
9	4.24	0.96	7.68
10	4.24	0.96	8.64
11	4.24	0.96	9.60
12	4.24	0.96	10.56
13	4.24	0.96	11.52
14	4.24	0.96	12.48
15	4.24	0.96	13.44
16	4.24	0.96	14.40
17	4.24	0.96	15.36
18	4.24	0.96	16.32
19	4.24	0.96	17.28
20	4.24	0.96	18.24
21	4.24	0.96	19.20
22	4.24	0.96	20.16
23	4.24	0.96	21.12
24	4.24	0.96	22.08
25	4.24	0.96	23.04
26	4.24	0.96	24.00
27	4.24	0.96	24.96
28	4.24	0.96	25.92
29	4.24	0.96	26.88
30	4.24	0.96	27.84
31	4.24	0.96	28.80
32	4.24	0.96	29.76
33	4.24	0.96	30.72
34	4.24	0.96	31.68
35	4.24	0.96	32.64
36	4.24	0.96	33.60
37	4.24	0.96	34.56
38	4.24	0.96	35.52
39	4.24	0.96	36.48
40	4.24	0.96	37.44
41	4.24	0.96	38.40
42	4.24	0.96	39.36
43	4.24	0.96	40.32
44	4.24	0.96	41.28
45	4.24	0.96	42.24
46	4.24	0.96	43.20
47	4.24	0.96	44.16
48	4.24	0.96	45.12
49	4.24	0.96	46.08
50	4.24	0.96	47.04
51	4.24	0.96	48.00
52	4.24	0.96	48.96
53	4.24	0.96	49.92
54	4.24	0.96	50.88
55	4.24	0.96	51.84
56	4.24	0.96	52.80
57	4.24	0.96	53.76
58	4.24	0.96	54.72
59	4.24	0.96	55.68
60	4.24	0.96	56.64
61	4.24	0.96	57.60
62	4.24	0.96	58.56
63	4.24	0.96	59.52
64	4.24	0.96	60.48
65	4.24	0.96	61.44
66	4.24	0.96	62.40
67	4.24	0.96	63.36
68	4.24	0.96	64.32
69	4.24	0.96	65.28
70	4.24	0.96	66.24
71	4.24	0.96	67.20
72	4.24	0.96	68.16
73	4.24	0.96	69.12

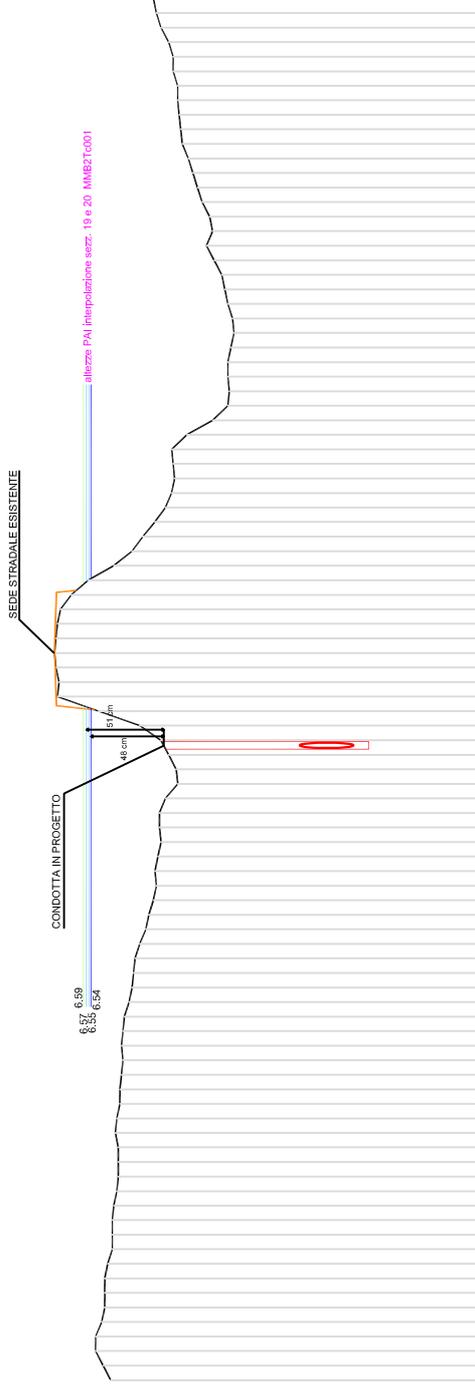




# Prof\_07

SCALA	ORIZ. 1:500
	VERT. 1:50

4.00

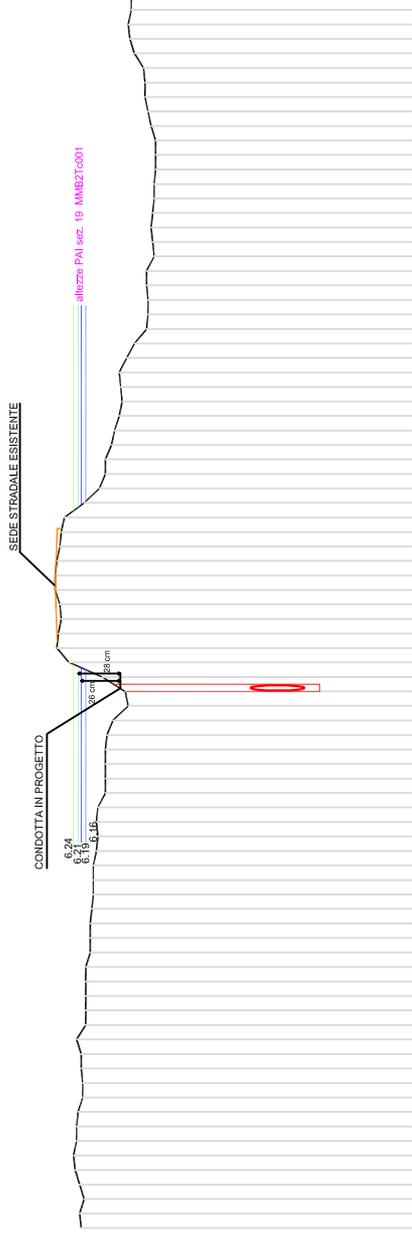


SEZIONI	TERRENO	PARZIALI	PROGRESSIVE
1	0.96	0.96	0.96
2	0.97	0.96	1.98
3	0.97	0.96	2.98
4	0.97	0.96	3.98
5	0.97	0.96	4.98
6	0.97	0.96	5.98
7	0.97	0.96	6.98
8	0.97	0.96	7.98
9	0.97	0.96	8.98
10	0.97	0.96	9.98
11	0.97	0.96	10.98
12	0.97	0.96	11.98
13	0.97	0.96	12.98
14	0.97	0.96	13.98
15	0.97	0.96	14.98
16	0.97	0.96	15.98
17	0.97	0.96	16.98
18	0.97	0.96	17.98
19	0.97	0.96	18.98
20	0.97	0.96	19.98
21	0.97	0.96	20.98
22	0.97	0.96	21.98
23	0.97	0.96	22.98
24	0.97	0.96	23.98
25	0.97	0.96	24.98
26	0.97	0.96	25.98
27	0.97	0.96	26.98
28	0.97	0.96	27.98
29	0.97	0.96	28.98
30	0.97	0.96	29.98
31	0.97	0.96	30.98
32	0.97	0.96	31.98
33	0.97	0.96	32.98
34	0.97	0.96	33.98
35	0.97	0.96	34.98
36	0.97	0.96	35.98
37	0.97	0.96	36.98
38	0.97	0.96	37.98
39	0.97	0.96	38.98
40	0.97	0.96	39.98
41	0.97	0.96	40.98
42	0.97	0.96	41.98
43	0.97	0.96	42.98
44	0.97	0.96	43.98
45	0.97	0.96	44.98
46	0.97	0.96	45.98
47	0.97	0.96	46.98
48	0.97	0.96	47.98
49	0.97	0.96	48.98
50	0.97	0.96	49.98
51	0.97	0.96	50.98
52	0.97	0.96	51.98
53	0.97	0.96	52.98
54	0.97	0.96	53.98
55	0.97	0.96	54.98
56	0.97	0.96	55.98
57	0.97	0.96	56.98
58	0.97	0.96	57.98
59	0.97	0.96	58.98
60	0.97	0.96	59.98
61	0.97	0.96	60.98
62	0.97	0.96	61.98
63	0.97	0.96	62.98
64	0.97	0.96	63.98
65	0.97	0.96	64.98
66	0.97	0.96	65.98
67	0.97	0.96	66.98
68	0.97	0.96	67.98
69	0.97	0.96	68.98
70	0.97	0.96	69.98
71	0.97	0.96	70.98
72	0.97	0.96	71.98
73	0.97	0.96	72.98
74	0.97	0.96	73.98
75	0.97	0.96	74.98
76	0.97	0.96	75.98
77	0.97	0.96	76.98
78	0.97	0.96	77.98
79	0.97	0.96	78.98
80	0.97	0.96	79.98
81	0.97	0.96	80.98
82	0.97	0.96	81.98
83	0.97	0.96	82.98
84	0.97	0.96	83.98
85	0.97	0.96	84.98
86	0.97	0.96	85.98
87	0.97	0.96	86.98
88	0.97	0.96	87.98
89	0.97	0.96	88.98
90	0.97	0.96	89.98
91	0.97	0.96	90.98
91.59	0.96	0.96	91.59

# Prof\_08

SCALA	ORIZ. 1:500
	VERT. 1:50

4.00



## SEZIONI

### TERRENO

81.71 80.75 79.83 78.87 77.88 76.90 75.94 74.99 74.05 73.06 72.10 71.14 70.18 69.21 68.25 67.29 66.33 65.37 64.41 43.44 42.44 41.44 39.40 38.37 37.33 36.35 35.36 34.33 33.33 32.33 29.29 28.27 27.24 26.22 25.20 24.19 23.21 22.23 21.22 20.21 19.20 18.19 17.18 16.17 15.16 14.15 13.14 12.13 11.12 10.11 9.10 8.09 7.08 6.07 5.06 4.05 3.04 2.03 1.02 0.01

### PARZIALI

96.00 95.00 94.00 93.00 92.00 91.00 90.00 89.00 88.00 87.00 86.00 85.00 84.00 83.00 82.00 81.00 80.00 79.00 78.00 77.00 76.00 75.00 74.00 73.00 72.00 71.00 70.00 69.00 68.00 67.00 66.00 65.00 64.00 63.00 62.00 61.00 60.00 59.00 58.00 57.00 56.00 55.00 54.00 53.00 52.00 51.00 50.00 49.00 48.00 47.00 46.00 45.00 44.00 43.00 42.00 41.00 40.00 39.00 38.00 37.00 36.00 35.00 34.00 33.00 32.00 31.00 30.00 29.00 28.00 27.00 26.00 25.00 24.00 23.00 22.00 21.00 20.00 19.00 18.00 17.00 16.00 15.00 14.00 13.00 12.00 11.00 10.00 9.00 8.00 7.00 6.00 5.00 4.00 3.00 2.00 1.00 0.00

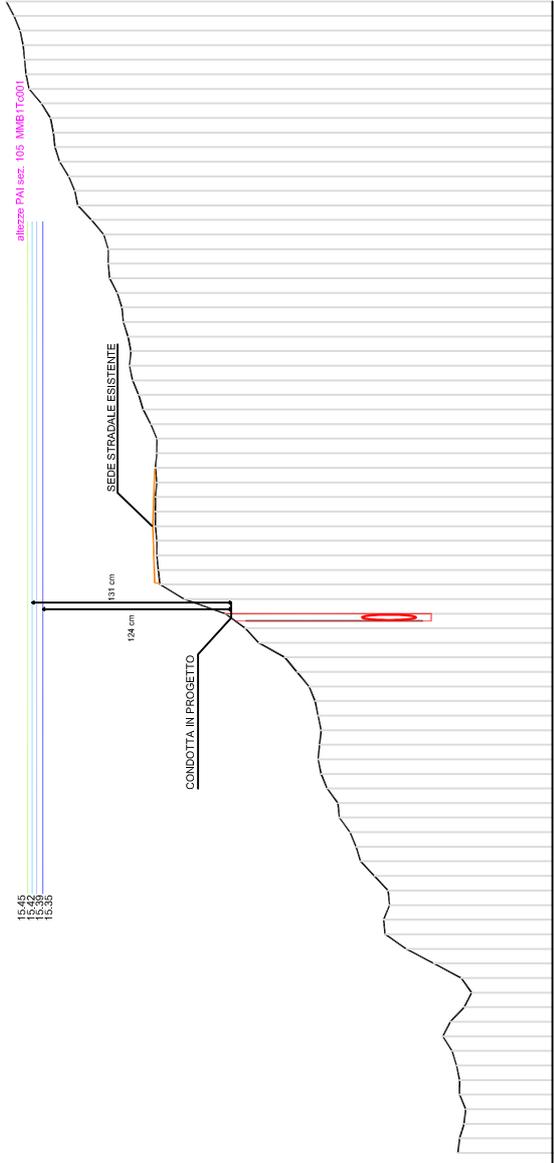
### PROGRESSIVE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86

# Prof\_09

SCALA	ORIZ. 1:500
	VERT. 1:50

12.00

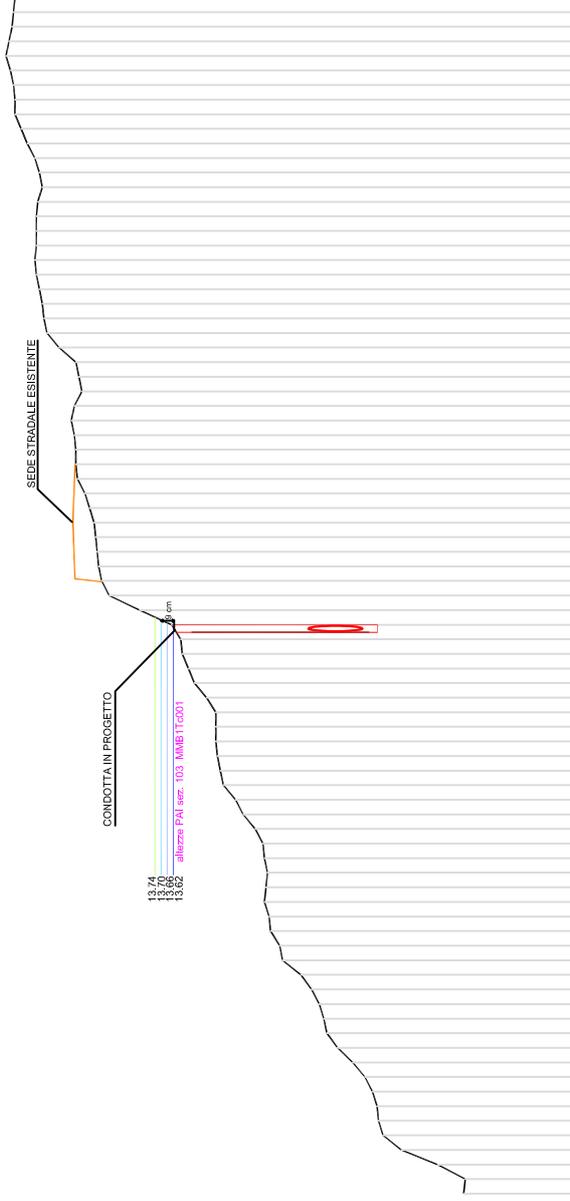


SEZIONI	TERRENO	PARZIALI	PROGRESSIVE
1	12.92	0.97	0.00
2	12.92	0.97	0.00
3	12.92	0.97	0.00
4	12.92	0.97	0.00
5	12.92	0.97	0.00
6	12.92	0.97	0.00
7	12.92	0.97	0.00
8	12.92	0.97	0.00
9	12.92	0.97	0.00
10	12.92	0.97	0.00
11	12.92	0.97	0.00
12	12.92	0.97	0.00
13	12.92	0.97	0.00
14	12.92	0.97	0.00
15	12.92	0.97	0.00
16	12.92	0.97	0.00
17	12.92	0.97	0.00
18	12.92	0.97	0.00
19	12.92	0.97	0.00
20	12.92	0.97	0.00
21	12.92	0.97	0.00
22	12.92	0.97	0.00
23	12.92	0.97	0.00
24	12.92	0.97	0.00
25	12.92	0.97	0.00
26	12.92	0.97	0.00
27	12.92	0.97	0.00
28	12.92	0.97	0.00
29	12.92	0.97	0.00
30	12.92	0.97	0.00
31	12.92	0.97	0.00
32	12.92	0.97	0.00
33	12.92	0.97	0.00
34	12.92	0.97	0.00
35	12.92	0.97	0.00
36	12.92	0.97	0.00
37	12.92	0.97	0.00
38	12.92	0.97	0.00
39	12.92	0.97	0.00
40	12.92	0.97	0.00
41	12.92	0.97	0.00
42	12.92	0.97	0.00
43	12.92	0.97	0.00
44	12.92	0.97	0.00
45	12.92	0.97	0.00
46	12.92	0.97	0.00
47	12.92	0.97	0.00
48	12.92	0.97	0.00
49	12.92	0.97	0.00
50	12.92	0.97	0.00
51	12.92	0.97	0.00
52	12.92	0.97	0.00
53	12.92	0.97	0.00
54	12.92	0.97	0.00
55	12.92	0.97	0.00
56	12.92	0.97	0.00
57	12.92	0.97	0.00
58	12.92	0.97	0.00
59	12.92	0.97	0.00
60	12.92	0.97	0.00
61	12.92	0.97	0.00
62	12.92	0.97	0.00
63	12.92	0.97	0.00
64	12.92	0.97	0.00
65	12.92	0.97	0.00
66	12.92	0.97	0.00
67	12.92	0.97	0.00
68	12.92	0.97	0.00
69	12.92	0.97	0.00
70	12.92	0.97	0.00
71	12.92	0.97	0.00
72	12.92	0.97	0.00
73	12.92	0.97	0.00
74	12.92	0.97	0.00
75	12.92	0.97	0.00
76	12.92	0.97	0.00
77	12.92	0.97	0.00
78	12.92	0.97	0.00
79	12.92	0.97	0.00
80	12.92	0.97	0.00

# Prof\_10

SCALA	ORIZ. 1:500
	VERT. 1:50

11.00



SEZIONI	TERRENO	PARZIALI	PROGRESSIVE
1	14.66	0.97	0.00
2	14.07	0.97	1.97
3	14.68	0.96	3.90
4	14.72	0.97	5.84
5	14.70	0.97	7.77
6	14.69	0.96	9.67
7	14.67	0.97	11.54
8	14.66	0.97	13.36
9	14.66	0.97	15.12
10	14.62	0.96	16.84
11	14.58	0.97	18.51
12	14.50	0.97	20.14
13	14.50	0.97	21.72
14	14.48	0.96	23.25
15	14.47	0.97	24.74
16	14.48	0.97	26.18
17	14.48	0.97	27.58
18	14.48	0.96	28.94
19	14.47	0.97	30.26
20	14.47	0.97	31.54
21	14.47	0.97	32.78
22	14.47	0.97	34.00
23	14.47	0.97	35.18
24	14.47	0.97	36.33
25	14.47	0.97	37.44
26	14.47	0.97	38.51
27	14.47	0.97	39.54
28	14.47	0.97	40.54
29	14.47	0.97	41.50
30	14.47	0.97	42.43
31	14.47	0.97	43.32
32	14.47	0.97	44.18
33	14.47	0.97	45.00
34	14.47	0.97	45.78
35	14.47	0.97	46.53
36	14.47	0.97	47.25
37	14.47	0.97	47.94
38	14.47	0.97	48.59
39	14.47	0.97	49.21
40	14.47	0.97	49.80
41	14.47	0.97	50.36
42	14.47	0.97	50.89
43	14.47	0.97	51.39
44	14.47	0.97	51.86
45	14.47	0.97	52.30
46	14.47	0.97	52.72
47	14.47	0.97	53.11
48	14.47	0.97	53.48
49	14.47	0.97	53.83
50	14.47	0.97	54.16
51	14.47	0.97	54.47
52	14.47	0.97	54.76
53	14.47	0.97	55.03
54	14.47	0.97	55.28
55	14.47	0.97	55.51
56	14.47	0.97	55.72
57	14.47	0.97	55.91
58	14.47	0.97	56.08
59	14.47	0.97	56.23
60	14.47	0.97	56.36
61	14.47	0.97	56.48
62	14.47	0.97	56.58
63	14.47	0.97	56.67
64	14.47	0.97	56.74
65	14.47	0.97	56.80
66	14.47	0.97	56.84
67	14.47	0.97	56.87
68	14.47	0.97	56.89
69	14.47	0.97	56.90
70	14.47	0.97	56.91
71	14.47	0.97	56.91
72	14.47	0.97	56.91
73	14.47	0.97	56.91
74	14.47	0.97	56.91
75	14.47	0.97	56.91
76	14.47	0.97	56.91
77	14.47	0.97	56.91
78	14.47	0.97	56.91
79	14.47	0.97	56.91
80	14.47	0.97	56.91
81	14.47	0.97	56.91
82	14.47	0.97	56.91