



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

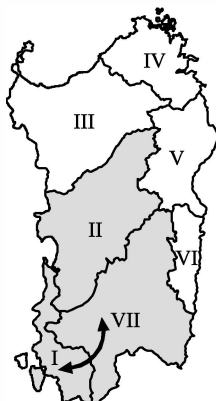
Assessoradu de sos traballos pùblicos
Assessorato dei lavori pubblici



Ente acque della Sardegna

INTERCONNESSIONE DEI SISTEMI IDRICI
COLLEGAMENTO TIRSO-FLUMENDOSA 4° LOTTO
COLLEGAMENTO SULCIS - IGLESIENTE

(Delibera Giunta Regionale n. 44/23 del 07.11.2014 - Convenzione RAS-ENAS del 22.12.2014)



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

LINEE DI INTERVENTO A E C

**PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE
AMBIENTALE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO
ESCLUSE DALLA DISCIPLINA DEI RIFIUTI**

Allegato:

SI.3.2

scala:

Redatto da

Mandataria:



Ing. Alberto Galli
Resp. Integrazione Prestazioni Specialistiche
SGI Studio Galli Ingegneria S.r.l.

Mandanti:



Dott. Andrea Soriga
Criteria S.r.l.

MCE
The Milan Company Srl

Ing. Federico Repossi
MCE-The Milan Company S.r.l.



Ente acque della Sardegna

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Dina Cadoni



Ing. Domenico Castelli
STECI S.r.l.



Ing. Umberto Pautasso
Sardegna Ingegneria S.c.a.r.l.

REVISIONE	MODIFICA	DATA	TECNICO	CONTROLLO
rev. 00	prima emissione	giugno 2019	M.B.	A.S.
rev. 01	per validazione	sett. 2019	M.B.	A.S.

RTI:

SGI Studio Galli Ingegneria S.r.l.- Steci Srl –Sardegna Ingegneria Scarl – Criteria Srl – MCE Srl

Studio di Impatto Ambientale

PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO ESCLUSE DALLA DISCIPLINA DEI RIFIUTI

Redazione a cura:



Coordinamento del SIA

Dott. geol. Andrea Soriga

Elaborazione tecnica del Piano di utilizzo TRS

Dott. geol. Maria Luisa Biggio

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3. DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE OPERE DA REALIZZARE	7
3.1. IL TRACCIATO PLANO-ALTIMETRICO E SEZIONI TIPO	9
3.1.1. IL TRATTI OGGETTO D'INTERVENTO.....	9
3.2. SEZIONI TIPO DI SCAVO	12
3.2.1. CONDIZIONI DI TERRENO SENZA PARTICOLARI DIFFICOLTÀ OPERATIVE.....	13
3.2.2. TERRENO CON PRESENZA DI FALDA	14
3.2.3. ATTRAVERSAMENTO STRADE STERRATE	15
3.2.4. TERRENI ACCLIVI PRIIVI DI VIABILITÀ ESISTENTE	16
3.2.5. ATTRAVERSAMENTO STRADE ASFALTATE	17
3.2.6. ATTRAVERSAMENTO CORSI D'ACQUA PRINCIPALI.....	18
3.2.7. ATTRAVERSAMENTO STRADE PRINCIPALI E FF.SS	18
3.2.8. ALTERNATIVA PROGETTUALE A.1.1D – SEZIONE TIPO DI SCAVO PASSAGGIO CONDOTTA SUB-LACUALE	20
3.3. LE OPERE PRINCIPALI	22
3.3.1. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI	22
3.3.2. PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS.....	22
3.3.3. VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS	23
3.3.4. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS	24
3.3.5. VASCA DI CARICO CAMPANASSISSA	24
3.3.6. OPERE DI IMMISSIONE E DI PRESA LAGO BAU PRESSIU	25
3.3.7. CENTRALE IDROELETTRICA	25
3.3.8. TORRE DI PRESA	26
3.3.9. COLLEGAMENTI A MONTE PRANU	27
3.3.10. SISTEMA POMPAGGIO TURBINAGGIO "MONTE PRANU"	28
3.3.11. L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	29
3.4. INFRASTRUTTURE PROVVISORIE	30
4. INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO	31
4.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	31
4.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	31
4.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	32
4.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	35
4.5. DESTINAZIONE D'USO DELLE AREE ATTRAVERSATE	37
4.6. RICOGNIZIONE DEI SITI A RISCHIO POTENZIALE DI INQUINAMENTO	37
5. PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE	39

5.1. GESTIONE DEI CAMPIONI ED ANALISI DI LABORATORIO 45

1. PREMESSA

Nell'ambito delle elaborazioni analitiche e valutative del progetto denominato "Interconnessione dei sistemi idrici - Collegamento Tirso Flumendosa 4 lotto - Collegamento Sulcis– Iglesiente - (Delibera Giunta Regionale n. 44/23 del 07.11.2014 - convenzione RAS-ENAS del 22.12.2014)", il presente documento descrive una proposta di piano di caratterizzazione ambientale avente l'obiettivo di accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo che saranno movimentate per la realizzazione delle opere, secondo i criteri indicati dall'allegato 4 del DPR 120/2017.

L'intervento costituisce il completamento dell'interconnessione tra i bacini idrografici dell'area del Centro Sud della Sardegna, e per la complessità del sistema interconnesso, per l'entità dei volumi idrici da trasferire e per l'entità dei costi di realizzazione delle opere riveste una importanza strategica nel complesso sistema di approvvigionamento idrico dell'area meridionale della Sardegna.

L'ENAS ha completato nel marzo 2016 la redazione dello Studio di Fattibilità dell'intervento denominato "Interconnessione dei sistemi Idrici: Collegamento Tirso Flumendosa Campidano 4° lotto. Collegamento Sulcis Iglesiente" (nel seguito "Studio di Fattibilità ENAS). Lo Studio di Fattibilità ha definito una proposta d'intervento complessiva di importo pari a circa € 107.500.000, suddivisa in tre linee distinte:

- la linea di intervento "A – Collegamenti infrastrutturali", per un importo stimato di € 83.600.000;
- la linea di intervento "B – Perdite dall'Invaso di Monte Pranu", per un importo stimato di € 10.000.000;
- la linea di intervento "C – Valorizzazione idroelettrica dello schema di collegamento Tirso-Flumendosa - Campidano-Sulcis", per un importo stimato di € 13.900.000.

Le infrastrutture per il collegamento al Sulcis-Iglesiente sono state proposte nell'ambito della linea di intervento "A – Collegamenti infrastrutturali", che costituisce perciò la linea di intervento principale dello Studio di fattibilità. Nell'ambito dello Studio di Fattibilità sono state studiate diverse alternative (linea nodo Cixerri – Medau Zirimilis – Bau Pressiu – Monte Pranu e Medau Zirimilis – Punta Gennarta – soluzione scelta; linea diretta Nodo Cixerri – Monte Pranu con Bypass degli invasi; linea diretta nodo Cixerri – Iglesiente - Sulcis). In aggiunta allo Studio di Fattibilità, l'ENAS ha poi elaborato e proposto all'Ass. LL.PP. RAS, in occasione della riunione del tavolo tecnico di coordinamento del "Piano Sulcis", tenutasi in data 23.05.2016, la soluzione tecnica delle opere da realizzare con il finanziamento complessivo previsto di € 60.000.000, ed il relativo quadro economico.

Lo Studio di Fattibilità ENAS è stato approvato con Determinazione del Direttore del Servizio Opere Idriche e Idrogeologiche LL.PP. RAS prot. n. 29553 rep. n. 919 in data 01.08.2016, con la quale è stato contestualmente approvato il quadro economico relativo alla soluzione tecnica per la realizzazione del 1° lotto funzionale (totale finanziamento € 60.000.000) proposta dall'ENAS.

Con la Deliberazione n. 46/5 del 18.08.2016 la Giunta Regionale ha poi preso atto del "Patto per lo sviluppo della Sardegna" stipulato in data 29.07.2016 fra la Regione Sardegna e la Presidenza del Consiglio dei Ministri, che ripartisce le risorse destinate alla Regione nell'ambito della Programmazione

FSC 2014/2020, e ha finanziato il 1° lotto funzionale dell'intervento citato per l'importo di € 59.000.000. In data 27.07.2017 è stata quindi stipulata la Convenzione LL.PP. RAS - ENAS per l'attuazione dell'intervento "Interconnessione dei sistemi Idrici: Collegamento Tirso Flumendosa Campidano 4° lotto. Collegamento Sulcis Iglesiasiente – Progettazione definitiva, esecutiva e realizzazione opere", nei limiti del predetto finanziamento di € 59.000.000. Detta Convenzione è stata poi approvata con Determinazione del Direttore del Servizio Opere Idriche e Idrogeologiche LL.PP. RAS prot. n.32062 rep. n. 1174 in data 08.08.2017.

Al fine di dar corso all'attuazione dell'opera secondo il cronoprogramma procedurale e finanziario predisposto nel rispetto delle tempistiche imposte dal programma di finanziamento, l'ENAS ha inteso quindi procedere con le fasi di progettazione dell'intervento articolate secondo il programma seguente: progettazione di fattibilità tecnico-economica e Studio d'impatto ambientale (SIA) di tutte le infrastrutture necessarie per la realizzazione del collegamento tra i sub-sistemi idrici multisettoriali Tirso – Flumendosa -Campidano e Sulcis – Iglesiasiente; progettazione definitiva e progettazione esecutiva e il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione del 1° lotto funzionale delle infrastrutture necessarie per la realizzazione del collegamento tra i sub-sistemi idrici multisettoriali Tirso – Flumendosa -Campidano e Sulcis - Iglesiasiente, in coerenza con gli obiettivi e le priorità della proposta tecnica presentata dall'ENAS in data 23.05.2016, di importo presunto dei lavori pari a circa € 42.300.000,00.

Contestualmente allo sviluppo delle attività progettuali, con Determina del Direttore del Servizio Progetti e Costruzioni n. 1699 del 12.12.2018, il servizio di Progettazione di fattibilità, redazione dello SIA e di tutti gli elaborati necessari per l'ottenimento della VIA/Provvedimento Unico Ambientale, veniva esteso anche alla linea "C – Valorizzazione idroelettrica dello schema di collegamento Tirso Flumendosa – Campidano – Sulcis" come definita nello Studio di Fattibilità redatto da ENAS nel 2016

L'intervento rientrerebbe tra quelli da sottoporre a procedura di Verifica di assoggettabilità di competenza statale, essendo le opere previste ricomprese all'interno dell' Allegato II-bis della Parte Seconda del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 ssmii, punto 2, lettera d) "acquedotti con una lunghezza superiore ai 20 km".

Risultando però una porzione del tracciato interna al Sito di Interesse Comunitario (SIC) ITB041105 "Foresta di Monte Arcosu", nonché all'interno del Parco Regionale di Gutturu Mannu, l'intervento è da assoggettare direttamente alla procedura di V.I.A. di competenza statale ai sensi dell' articolo 6, comma 7, lett. b del D.Lgs. n. 152/2006 ssmii.

Peraltro l'impianto fotovoltaico compreso all'interno della proposta progettuale (Linea C), rientra all'interno dell' Allegato IV del D.lgs. 152/06, punto2, lettera b) "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1 MW", risultando perciò tra i progetti da sottoporre alla Verifica di assoggettabilità di competenza regionale. Gli obblighi valutativi sono nel caso in questione inclusi all'interno dell'unico procedimento di competenza statale

In una prima fase di valutazione della preferibilità delle differenti alternative strategiche per la realizzazione di tutte le infrastrutture necessarie per la realizzazione del collegamento tra i sub-sistemi idrici multisettoriali Tirso – Flumendosa -Campidano e Sulcis – Iglesiasiente e per la definizione delle opere

prioritarie di 1° lotto funzionale da realizzarsi nei limiti del predetto finanziamento di € 59.000.000, è stata individuata selezionata la soluzione progettuale denominata A1.1. Quest'ultima prevede uno schema distributivo in grado di alimentare dall'invaso di Cixerri con una portata massima di 1 m³/s, oltre all'invaso terminale di Monte Pranu, anche quelli di Medau Zirimillis e Bau Pressiu con le dotazioni idriche pianificate a valenza potabile così come, mediante una direttrice settentrionale, le utenze di Ponte Murdas e dell'Iglesiente.

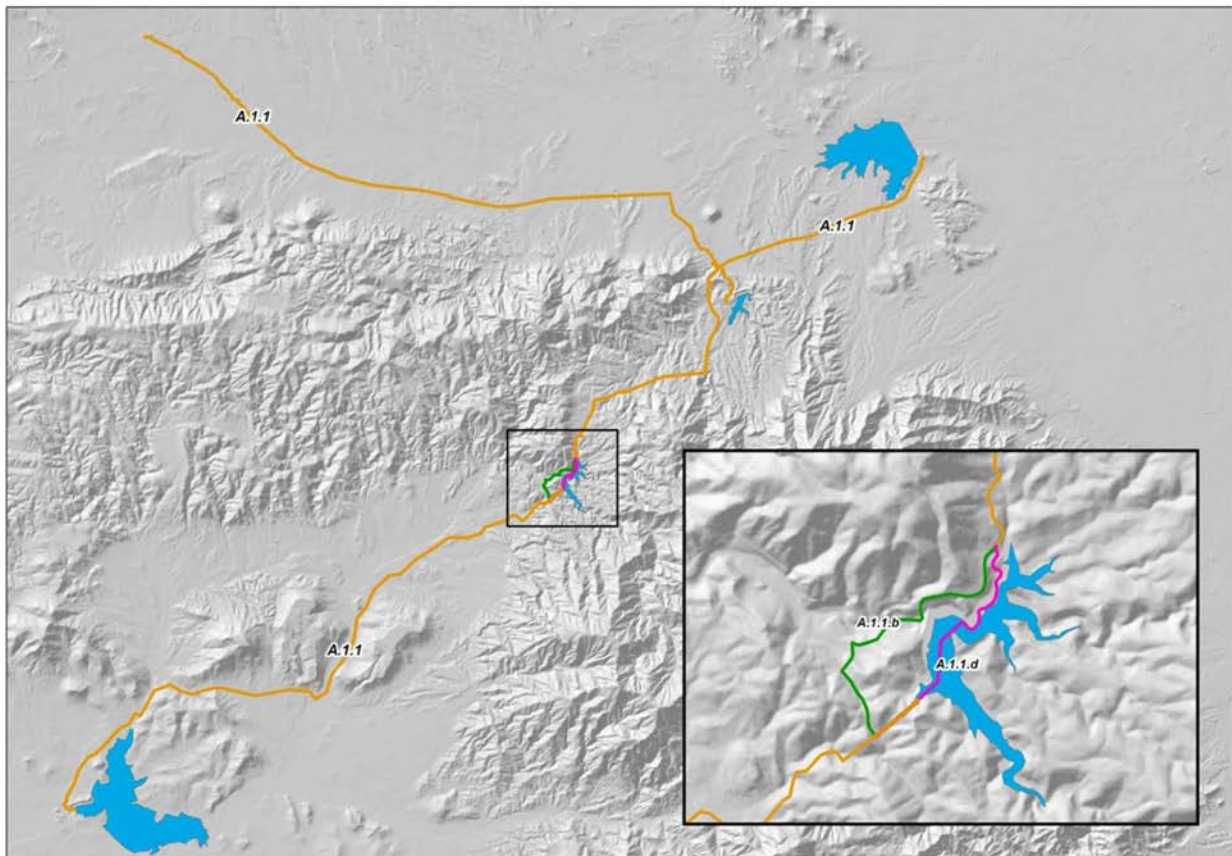
Mentre l'invaso di Medau Zirimillis sarà solamente sussidiato da Cixerri, quello di Bau Pressiu verrà collegato direttamente al sistema di trasferimento idrico e potrà contribuire con la propria capacità d'accumulo ad incrementare la flessibilità gestionale dell'interconnessione dei subsistemi. La condotta nel tratto tra la diga di Bau Pressiu e quella di Monte Pranu potrà quindi usufruire anche del contributo idrico della prima fino alla portata massima di 2 m³/s per sussidiare, tra l'altro, mediante una dotazione di soccorso anche il comparto agricolo della piana del Sulcis con una derivazione diretta lungo il tracciato.

Un primo sollevamento di circa 150 m dalla centrale di Cixerri raggiungerà il nuovo serbatoio di Medau Zirimillis di capacità pari a circa 500 m³ laddove una condotta a gravità di diametro pari a 1000 mm prima e 900 mm poi potrà raggiungere l'Iglesiente ed un rilancio di ulteriori 155 m destinerà, attraverso il serbatoio di disconnessione idraulica di Campanasissa di volume analogo a quello di Medau Zirimillis, la risorsa verso il Sulcis e Monte Pranu, eventualmente previa integrazione dall'accumulo della diga di Bau Pressiu.

Come intuibile il nodo di Bau Pressiu rappresenta un passaggio piuttosto problematico del trasferimento idrico verso la diga di Monte Pranu, sia per quanto riguarda gli aspetti morfologici di quella porzione di territorio, sia per quanto riguarda le alternative d'interconnessione che si vogliono riservare al bacino artificiale di Bau Pressiu ed alla sua utenza potabile.

In rapporto al superamento di tale nodo sono state analizzate in sede progettuale diverse potenziali varianti delle quali due in particolare sono state valutate come preferibili.

Di seguito si riporta una planimetria generale dello sviluppo del progetto con evidenziazione del settore in cui sono contemplate le soluzioni alternative: A1.1b e A1.1d



La subalternativa A1.1b prende in considerazione il passaggio della condotta in progetto lungo pista forestale esistente sul lato destro della strada statale 293 fino ad un centinaio di metri prima della casa di guardia per poi deviare lungo una vallecchia presente in destra orografica. Questo tracciato, superando il piccolo colle posto a quota 295 m.s.m., consente di aggirare l'impervio sperone roccioso di imposta della spalla destra della diga di Bau Pressiu e quindi ridiscendere fino ad intercettare nuovamente la S.S. 293 circa 120 metri a valle del coronamento diga sfruttando, quale tracciato, il piccolo impluvio esistente. Il sottopasso della strada statale avverrà mediante tecnologia no-dig (presumibilmente con semplice spingitubo) perforando l'elevato rilevato presente in sponda sinistra della profonda incisione prodotta dall'impluvio seguito nell'attraversamento della strada, ricollegandosi poi subito a valle del sedime stradale al tracciato già seguito dall'attuale condotta di alimentazione del potabilizzatore discendendo l'esistente rampa verso l'alveo del rio Mannu.

La subalternativa A1.1d esplora la possibilità di svincolarsi dalle problematiche geomorfologiche legate all'aggiramento dello sperone roccioso costituente la spalla destra della diga ripercorrendo l'antico tracciato di fondo valle della S.S. 293 antecedente alla costruzione dell'invaso artificiale.

Stante l'evidenza dei sondaggi forniti dall'Amministrazione che dimostrano la presenza di uno spessore minimo di sedimenti sul fondo del lago, si è optato di provvedere alla posa della tubazione sub-lacuale con semplice scavo di in trincea e successivo ritombamento, avendo avuto cura di realizzare l'ideale numero di blocchi d'ancoraggio in conglomerato cementizio per contrastare la spinta al galleggiamento in caso di svuotamento della condotta.

Se sono chiari i vantaggi che la scelta di questa subalternativa comporta nel confronto con le altre, occorre porre in evidenza anche la presenza di alcune incognite che potrebbero incidere, anche molto negativamente, sul bilancio complessivo della scelta.

In primis qualche perplessità, sebbene di modesta entità, può derivare dalle condizioni di conservazione del vecchio tracciato stradale nella porzione sommersa in avvicinamento al fondo lago (tratto sottostante la casa di guardia) che si sviluppava a mezza costa in roccia. Quest'eventualità sarebbe comunque superabile con un'adeguata progettazione geotecnica allorché si potesse rilevare la reale condizione dei luoghi.

Secondariamente qualche preoccupazione desta la possibilità di rinvenire sul fondo del lago porzioni di tracciato in cui i sedimenti si presentino in spessori differenti da quelli emersi dalle indagini messe a disposizione dall'Amministrazione (15-20 centimetri). Tale possibilità è da considerarsi più realistica laddove il tracciato è più prossimo all'opera di ritenuta, posizione sicuramente propensa ad accumulare il trasporto solido (poco) presente nelle acque dell'invaso. In tal senso, però, le valutazioni formulate di provvedere allo smaltimento nelle discariche all'uopo autorizzate dei primi 40 cm dello scavo a sezione ristretta per la posa della condotta subacquea possono considerarsi idonee a mettere al riparo da tale eventualità.

Entrambe queste perplessità progettuali potranno essere compiutamente analizzate ed eventualmente sciolte allorché, nei prossimi mesi, ENAS provvederà al completo svasso della diga di Bau Pressiu in ragione di esigenze manutentive dell'opera di sbarramento.

Gli elementi di incertezza che attualmente si pongono sotto il punto di vista operativo ed economico relativamente alla sub alternativa A.1.1d hanno indotto attualmente ad adottare in sede progettuale quale preferibile l'alternativa A1.1b, che sebbene leggermente più onerosa appare più certa.

In tal senso la configurazione in termini di consistenza geometrica ed idraulica dei collegamenti è riepilogata nella seguente tabella.

ALTERNATIVA A1.1.b				
TRATTO	Q [mc/s]	Sollevamento [m]	DN [mm]	L [m]
A_B (Sollevamento Cixerri-Partitore Medau Zirimilis)	1,0	145	1000	7529
B_E (Partitore Medau Zirimilis-Vasca carico Medau Zirimilis)	1,0		1000	886
E_D (Partitore Medau Zirimilis_Sollevamento ponte Murtas)	0,6		900	20418
B-F (Partitore Medau Zirimilis-Diga Medau Zirimilis)	1,0		1000	1549
B_C (condotta Medau Zirimilis_Sollevamento Medau Zirimilis)	1,0		1000	10
C_G (Sollevamento Medau Zirimilis_Vasca carico Campanasissa)	1,0	162	1000	7547
G_H (Vasca carico Campanasissa-Partitore H)	1,0		800	2135
H_H' (Partitore H-Punto rilascio centrale idroelettrica)	1,0		800	65
H_I (Partitore H-Galleria Bau Pressiu)	1,0		800	2460
L_M (Galleria diga Bau Pressiu - diga monte Pranu)	2,0		1000	21724

In generale, le terre e rocce da scavo movimentate all'interno del cantiere di cui all'opera in progetto e considerate all'interno del presente documento, sono quelle che possono ipotizzarsi in questa fase escluse dalla disciplina dei rifiuti in quanto prevedibilmente conformi ai disposti dell'Art. 24 del D.P.R n. 120/17 "Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti", ai sensi del

comma 1 che recita: “*ai fini dell’esclusione dell’ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all’articolo 185 comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione. Fermo restando quanto previsto dall’articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, la non contaminazione è verificata ai sensi dell’allegato 4 del presente regolamento*”.

Non risultano in questi termini oggetto del presente piano i sedimenti di fondo lago connessi alla subalternativa A.1.1d subalucuale. Come accennato precedentemente la previsione progettuale per la gestione di tali depositi superficiali, assimilati a rifiuto, prevede lo smaltimento secondo norma in discarica autorizzata.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative di riferimento attinenti il progetto in esame sono le seguenti:

- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n.120 *Regolamento recante la disciplina della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164;*
- Decreto del Ministero dell’Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10 agosto 2012, n.161 *Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e rocce da scavo;*
- Legge 9 agosto 2013, n.98 - *Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 21 giugno 2013 n.69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell’economia (Decreto del Fare);*
- Legge 11 novembre 2014 n. 164 - *Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 12 settembre 2014 n.133, recante misure urgenti per l’apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l’emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive (Decreto Sblocca Italia);*
- D.Lgs.152/2006 e s.m.i. *Norme in materia ambientale.*

3. DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE OPERE DA REALIZZARE

L'individuazione della migliore soluzione atta a realizzare il trasferimento idrico dai sub-sistemi idrici multisettoriali Tirso-Flumendosa-Campidano a quelli del Sulcis-Iglesiente è transitata attraverso la valutazione e lo studio di diverse alternative. Al termine di tale processo valutativo preliminare è stata individuata quale soluzione più idonea a rispondere alle esigenze progettuali e di fattibilità tecnico-economico-finanziaria quella denominata A1.1.

La soluzione individuata prevede una connessione idraulica tra l'invaso di Cixerri posto alla quota di 40 m.s.m. circa nella media valle dell'omonimo fiume, ricettore dei contributi integrativi del sistema idrico Tirso-Flumendosa-Campidano nella misura media di 22.500.000 di metri cubi all'anno, ed i comprensori irrigui del Sulcis-Iglesiente.

Tale dotazione idrica raggiungerà il comprensorio di Iglesias con circa 6.500.000 m³ d'acqua all'anno trasferiti al serbatoio di distribuzione di Ponte Murtas ed il vasto comprensorio del Sulcis con circa 16.000.000 di m³ all'anno trasferiti all'invaso di Monte Pranu raccogliendo lungo il percorso l'opportunità di poter concentrare fino a 2 m³/s la portata di punta trasferita grazie all'apporto compensativo garantito dall'invaso di Bau Pressiu.

Lo schema distributivo della soluzione selezionata prevede:

- una prima stazione di sollevamento che trasferirà l'intero volume idrico ad una vasca di carico nei pressi della diga di Medau Zirimillis (161 m.s.m.);
- una condotta alimentata a gravità dal serbatoio di Medau Zirimillis fino alla vasca di Ponte Murtas nei pressi di Iglesias per il servizio irriguo di quel comprensorio;
- una seconda stazione di sollevamento nei pressi della diga di Medau Zirimillis che dalla vasca raggiunga una seconda vasca di carico in località Campanasissa (310 m.s.m.) che rappresenta lo spartiacque verso la costa occidentale;
- una condotta che dalla vasca di Campanasissa raggiungerà a gravità il serbatoio artificiale di Monte Pranu (45 m.s.m.) per l'integrazione della dotazione irrigua già a servizio di quel comprensorio. Tale condotta lungo il tracciato integrerà la dotazione potabile dell'invaso di Bau Pressiu e potrà fornire una dotazione irrigua di soccorso ai comprensori agricoli dei territori di Narcao, Nuxis e Villaperuccia grazie ad apposite derivazioni.

Sebbene l'alternativa di tracciato A.1.1 nella sua variante A.1.1.b sia risultata, in sede progettuale, alla luce delle analisi di convenienza formulate, la soluzione più performante, nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale è stata analizzata, in termini di potenziali impatti sull'ambiente, anche la variante A1.1.d.

Come descritto precedentemente, il SIA e tutti gli elaborati necessari per l'ottenimento della VIA/Provvedimento Unico Ambientale, è stato esteso anche alla linea "C – Valorizzazione idroelettrica dello schema di collegamento Tirso Flumendosa – Campidano – Sulcis" come definita nello Studio di Fattibilità redatto da ENAS nel 2016.

Per ciò che concerne le costruzioni in progetto, esse sono sostanzialmente caratterizzate da manufatti principalmente adibiti alla regolazione idrica e al contenimento d'acqua, parzialmente interrati, realizzate in c.c.a. gettato in opera e prefabbricato e contraddistinte da un'organizzazione strutturale di tipo scatolare e a platea e pareti / setti collaboranti e con vincolo di incastro e con tipologia strutturale a pareti singole o accoppiate o mista a telaio-pareti ai sensi del paragrafo 7.4.3.1 delle NTC-2018.

Gli interventi, dal punto di vista strutturale, in riferimento alla categoria prevalente di opere strutturali (opere in c.c.a. di nuova costruzione), possono essere principalmente classificati quali interventi di nuova costruzione – opere in c.c.a. per contenimento liquidi non aggressivi e manufatti di regolazione idraulica, ai sensi del paragrafo 4.1 del D.M. 17.01.2018. Saranno, inoltre, previste opere geotecniche di sostegno (muri e paratie provvisorie in micropali a sostegno dei fronti scavo) per la cui progettazione si dovrà fare riferimento principalmente al paragrafo 6.5 delle N.T.C.-2018.

Le fondazioni dei vari manufatti faranno, altresì, generalmente riferimento alle opere di fondazione superficiali di tipo diretto, ai sensi del paragrafo 6.4.2 delle N.T.C.-2018.

Potranno essere localmente previsti anche sistemi di fondazione di tipo misto, con l'inserimento di pali o micropali di fondazione, ai sensi del paragrafo 6.4.3. delle N.T.C.-2018.

Per la progettazione nei confronti delle azioni sismiche si farà, infine, principalmente riferimento ai paragrafi 7.4 (costruzioni di calcestruzzo) e 7.11 (opere e sistemi geotecnici) delle N.T.C.-2018.

Le costruzioni caratterizzate da una maggiore rilevanza strutturale e sulle quali, nelle successive fasi di progettazione, verranno condotte le opportune verifiche e dimensionamenti strutturali e geotecnici saranno, quindi, costituite dalle seguenti opere, riportate in ordine da monte verso valle:

- Stazione di sollevamento di Cixerri;
- Vasca di carico e compenso idraulico di Medau Zirimilis;
- Stazione di sollevamento di Medau Zirimilis;
- Vasca di carico e compenso idraulico di Campanasissa;
- Centrale idroelettrica di Bau Pressiu;
- Torre di presa e immissione in corrispondenza dell'invaso di Bau Pressiu, con galleria per la posa delle condotte da realizzarsi in *microtunneling*;
- Edificio di sollevamento e turbinaggio di Monte Pranu

Sono, infine, previste opere secondarie caratterizzate da una minore rilevanza strutturale, quali pozzetti di regolazione e partizione idraulica e manufatti analoghi, per i quali potrà essere ritenuta più che sufficiente e consona l'assunzione di sezioni e armature compatibili con le percentuali minime previste da normativa e conformi a dettagli costruttivi delle N.T.C. (capitoli 4 e 7). Si farà, inoltre, riferimento a comprovate esperienze costruttive assunte nella progettazione e direzione lavori di manufatti analoghi per forma, dimensioni, azioni agenti e funzionalità.

Per ciò che concerne la posa della condotta, la costruzione dell'opera prevista dal progetto prevede la successione delle seguenti fasi lavorative:

- Apertura dell'area di cantiere
- Realizzazione della pista di cantiere

- Scavo della condotta
- Eventuale allontanamento del materiale di risulta dagli scavi al sito di stoccaggio più vicino
- Trasporto e posa della condotta
- Trasporto del materiale di risulta dagli scavi e/o di nuovo apporto per operazioni di rinterro
- Rinterro e sistemazioni finali

3.1. IL TRACCIATO PLANO-ALTIMETRICO E SEZIONI TIPO

3.1.1. IL TRATTO OGGETTO D'INTERVENTO

L'individuazione dei tracciati delle condotte è stata eseguita a partire dalla impostazione iniziale dello Studio di fattibilità redatto dalla Stazione Appaltante. Il tracciato è stato sostanzialmente confermato, affinando alcuni tratti sulle basi delle viste satellitari disponibili gratuitamente in rete (Google Earth) e dei sopralluoghi effettuati sui tratti più critici e sulle aree individuate per la realizzazione delle opere puntuali (centrali di sollevamento,

vasche). I tracciati sono stati altresì valutati dal punto di vista dell'inquadramento naturalistico e soprattutto degli aspetti archeologici, in modo da evitare o limitare il più possibile l'interessamento o anche il semplice avvicinamento ad aree potenzialmente problematiche ai fini della realizzabilità delle opere.

In generale, si è cercato di seguire la viabilità esistente e di mantenersi ai margini delle proprietà principali, limitando il più possibile l'interessamento di terreni ospitanti coltivazioni di pregio.

Nel seguito si descrivono i tratti oggetto di intervento.

Tratto Cixerri – Medau Zirimilis (tratto A-B, picchetti dal n.1 al n.108)

Il tracciato ha origine dalla stazione di sollevamento Cixerri in progetto, situata ad una quota di circa 30 m s.l.m., in adiacenza alle centrali di sollevamento già esistenti in prossimità della diga. Per questa centrale di sollevamento è stata valutata una potenza di circa 1,9 MW, prevedendo una prevalenza di circa 150 m; questo primo tratto di sollevamento raggiunge il nuovo serbatoio di Medau Zirimilis mediante una condotta, in acciaio, di diametro DN 1000 mm. La condotta premente in arrivo dal Sollevamento Cixerri giunge in un partitore – denominato “Partitore Medau Zirimilis” – dal quale, oltre all'ultimo tratto di condotta sino alla vasca, ha origine un apposito tratto di condotta per il rilascio diretto all'invaso di Medau Zirimilis.

Il tratto di condotta premente dal Sollevamento Cixerri al Partitore Medau Zirimilis (tratto A-B), in acciaio DN 1000 mm, ha una lunghezza pari a circa 7,71 km. La prima parte del tracciato si sviluppa in affiancamento alla viabilità di accesso alla diga e alla viabilità esistente; in prossimità della località “Guardia Lada” il tracciato prosegue seguendo una direzione pressoché rettilinea sino al Partitore in progetto, attraversando diversi rii (tra cui il Rio Canixedda, Rio Salamida, Rio Bega Deretta, Rio De Sa Terreda, Rio De Su Casteddu), la Strada Provinciale n.2, e diverse strade secondarie e di penetrazione agraria.

Dal Partitore di Medau Zirimilis, situato ad una quota di circa 93 m s.l.m., si dirama una condotta in

direzione della Diga e una condotta in direzione della Vasca di carico di Medau Zirimilis.

La prima diramazione (tratto B-F) è una premente in acciaio del diametro DN 1000 mm e ha una lunghezza pari a circa 1,43 km; si sviluppa per circa 900 m in affiancamento alla condotta del Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale, per poi proseguire in direzione sud-ovest, intersecando il Rio Pittu. L'ultima parte del tracciato attraversa un piccolo colle mediante un tratto microtunneling di circa 180 m (compreso tra i picchetti n. 33 e 35). L'immissione in invaso è effettuata mediante una idrovalvola regolatrice di pressione, ad una quota di circa 138 m s.l.m. Tale quota è stata prevista per permettere l'alimentazione a gravità dall'Acquedotto Mulargia Cagliari, qualora venisse realizzata una condotta di collegamento tra detto acquedotto e la nuova centrale del Cixerri, che verrebbe quindi bypassata; a tal fine sono state compiute le necessarie verifiche idrauliche preliminari da parte di Enas.

La seconda diramazione (tratto B-E) è una premente in acciaio del diametro DN 1000 mm e ha una lunghezza pari a circa 700 m; il tracciato segue la direzione sud-ovest per circa 550 m (sino al picchetto 8) e poi prosegue in direzione sud-est sino all'area individuata per la realizzazione della Vasca di carico di Medau Zirimilis, posta ad una quota di circa 161 m s.l.m.

alla Vasca parte una condotta a gravità di circa 880 m (tratto E-C), in acciaio del diametro DN 1000 mm, che si sviluppa in affiancamento al tratto B-E sino al picchetto 9, e poi prosegue in direzione nord-ovest sino all'area individuata per la realizzazione della Centrale di Sollevamento Medau Zirimilis.
Tratto Medau Zirimilis – Vasca di carico Campanasissa (tratto C-G, picchetti dal n.1 al n. 151)

La centrale di sollevamento di Medau Zirimilis, posta ad una quota di circa 99 m s.l.m., risulta accessibile senza grosse difficoltà dalla viabilità esistente. Tale centrale può essere alimentata anche dall'invaso di Medau Zirimilis (tramite collegamento all'adduttore irriguo in uscita dalla diga, per il quale è prevista una derivazione nella parte nord dell'impianto).

Per questa centrale di sollevamento è stata prevista una prevalenza di circa 165 m, in modo da poter alimentare la Vasca di carico di Campanasissa. La condotta premente ha una lunghezza pari a circa 7,5 km ed è in acciaio del diametro DN 1000 mm. Il tracciato del tratto C-G si sviluppa nella parte iniziale, per circa 800 m, in affiancamento al tratto E-C; in corrispondenza della vasca di carico di Medau Zirimilis, il tracciato prosegue in direzione sud per circa 3 km (sino al picchetto n. 84), intersecando il rio Pittu e alcuni rii minori, sino ad affiancarsi alla condotta Enas esistente (collegamento Cixerri-Sulcis). Le condotte proseguono in parallelo per circa 3,2 km (sino al picchetto n.142) intersecando diversi rii (Rio Mannu, Rio de Su Sarmentu, Rio Linnamini, Rio Su Burdoni), dopodiché il tracciato taglia la SS.293 in direzione ovest sino a raggiungere l'area individuata per la realizzazione della Vasca di Campanasissa.

Tratto Vasca di carico Campanasissa – Bau Pressiu (Tratto G-H-I, picchetto dal n. 1 al n. 126)

La Vasca di carico di Campanasissa, posta ad una quota di circa 310 m s.l.m., è accessibile senza necessità di nuova viabilità. La condotta a gravità, in acciaio del diametro DN 800 mm, ha una lunghezza pari a circa 4,2 km. Il primo tratto procede in direzione sud per circa 400 m; a valle della casa Cantoniera di Campanasissa (picchetto n.9), il tracciato prosegue in parallelo alla SS.293 percorrendo, dal picchetto n.21, la fascia tagliafuoco presente sul lato nord della strada, intersecando diversi rii minori.

In corrispondenza del picchetto n.61, è previsto l'inserimento di un tratto di by-pass di Bau Pressiu, dalla derivazione per il rilascio in coda all'invaso sino al ricollegamento alla nuova presa dall'invaso di cui si dirà nel proseguo; si prevede la realizzazione di pozzetti partitori collegati mediante attraversamento della statale 293 alla Centrale Idroelettrica Bau Pressiu, posta sul lato ovest dell'invaso in corrispondenza dell'accesso alla casa di guardia della diga dalla S.S. 293.

Il nodo di Bau Pressiu rappresenta un passaggio piuttosto problematico, per il quale sono state sviluppate due subalternative (le quali sono meglio dettagliate nel paragrafo successivo).

La prima ipotesi prevede il passaggio della condotta in progetto lungo la pista forestale esistente, seguendo il colle sino ad una quota di circa 295 m s.l.m., e quindi ridiscendere fino ad intercettare, a circa 120 metri a valle del coronamento diga, nuovamente la S.S. 293, che verrà attraversata mediante tecnologia no-dig (presumibilmente con semplice spingitubo). Il tracciato prosegue in affiancamento all'esistente condotta idrica che alimenta il potabilizzatore di Bau Pressiu gestito da Abbanoa S.p.A., sottopassando l'alveo del Rio Mannu; la condotta segue quindi la viabilità a servizio del potabilizzatore, per poi proseguire in direzione sud-est (parallelamente alla viabilità esistente) sino ad intercettare la prevista galleria di Bau Pressiu, alla quale si ricollega, infine, mediante un pozzo intermedio di interconnessione (picchetto n. 126 del tratto G-H-I e picchetto n.2 del tratto di L-L1).

La seconda ipotesi prevede il passaggio in modalità sublacuale all'interno dell'invaso Bau Pressiu, ripercorrendo l'antico tracciato di fondo valle della S.S. 293 antecedente alla costruzione dell'invaso artificiale. In questo caso, la condotta termina nell'opera di presa in progetto.

Si è altresì ipotizzato che l'esistente collegamento Cixerri-Sulcis resti normalmente riservato all'alimentazione integrativa dell'impianto di potabilizzazione di Bau Pressiu. Di conseguenza, per il rilascio all'invaso di Bau Pressiu delle portate provenienti dal Sollevamento Medau Zirimilis, potrà essere valutato il riutilizzo dell'opera di rilascio dalla condotta esistente.

Tratto Bau Pressiu – Monte Pranu (tratto L-L1 dal picchetto n.1 al picchetto n.120 e tratto L1-M dal picchetto n.1 al picchetto n.130).

La condotta dalla nuova opera di presa dall'invaso di Bau Pressiu sino alla diga di Monte Pranu ha una lunghezza totale di circa 21,1 km ed è prevista in acciaio del diametro nominale DN 1000 mm.

Nell'invaso di Bau Pressiu è prevista la realizzazione di un'opera di presa (Torre di presa Bau Pressiu) localizzata sulla sponda sud dell'invaso. Nel primo tratto è prevista la posa in sotterraneo della condotta entro un microtunnelling sub-orizzontale di lunghezza pari a circa 580 m (picchetto n. 3). Il tracciato prosegue parallelamente alla S.S. 293, affiancando e intersecando il Rio S'Ega de Su Pendueu, sino ad incrociare la S.P. 78 (picchetto n. 31), che segue in parallelismo e infine attraversa in prossimità del picchetto n.43, proseguendo quindi in direzione sud-ovest. Da questo punto il tracciato segue un andamento pressoché rettilineo, tagliando terreni agricoli e seguendo, ove possibile, la viabilità secondaria e di penetrazione agraria. In questo tratto il tracciato attraversa inoltre numerosi rii (Rio Bassedori, Rio Cuxira, Rio S. Lucia, Rio Cappedda, Rio Aiferus), affluenti del Rio Mannu, al quale la condotta si affianca in parallelismo (dal picchetto n.133 del tratto L-L1) e infine attraversa in prossimità del picchetto n. 3 (tratto L1-M).

Il tracciato quindi segue una direzione ovest, intersecando la Strada Provinciale n.80, il Rio Montessa,

il Rio di Bavenu e la Strada Provinciale n.79, alla quale si affianca per circa 3 km. Il tracciato devia in direzione sud- ovest (in posizione mediana rispetto al nuraghe Sessini e il nuraghe Frassu) per un tratto di circa 500 m, per poi seguire la direzione sud, parallelamente dapprima al Riu Gutturu Ponti (attraversato in prossimità del picchetto n.88) e successivamente alla Strada Provinciale n.77, da cui si discosta in prossimità dell'invaso della diga Monte Pranu sino a raggiungere l'area individuata per la realizzazione del campo fotovoltaico, posto ad una quota di circa 30 m s.l.m..

3.2. SEZIONI TIPO DI SCAVO

La cantierizzazione per la posa delle tubazioni privilegerà la velocità di esecuzione e sarà tale da consentire un agevole sfilamento e movimentazione delle tubazioni, mediante la realizzazione di una pista di cantiere a lato dello scavo.

La posa si differenzierà in funzione del tipo di territorio attraversato e dell'acclività del tracciato ed in conseguenza di ciò potrà impegnare fasce di terreno diverse. In conseguenza delle condizioni operative si renderà necessario un differente approccio con i mezzi meccanici che ovviamente determinerà costi operativi di posa delle tubazioni anche sensibilmente differenti.

Il tracciato precedentemente trattato, si sviluppa lungo diverse tipologie di terreno, come si evidenzia negli elaborati allegati alla presente fase progettuale.

Pertanto, come riportato nell'elaborato tecnico di riferimento di cui sopra, si sono individuate le seguenti tipologie di scavo in relazione alle caratteristiche del terreno incontrato:

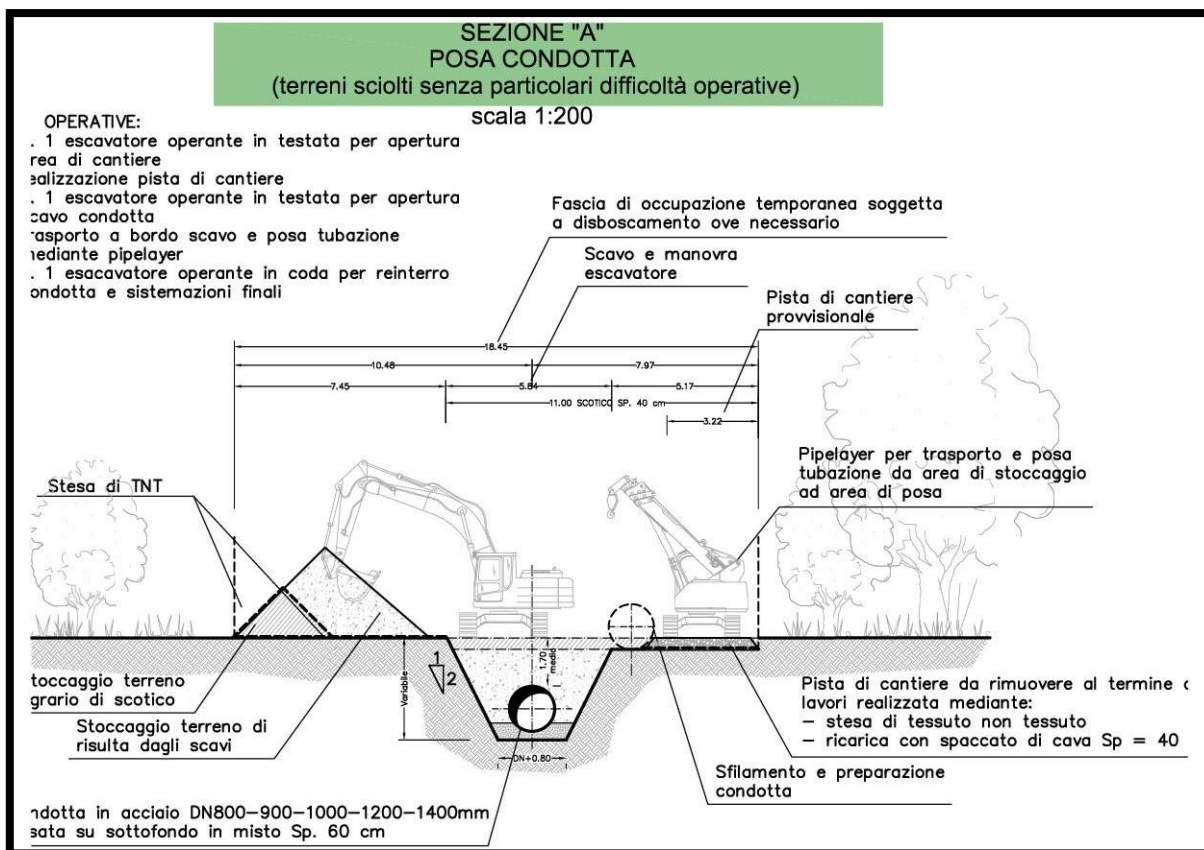
- Tipologia di scavo A - scavo in terreno sciolto;
- Tipologia di scavo B - scavo con presenza di roccia tenera;
- Tipologia di scavo C - scavo con presenza di roccia dura;
- Tipologia di scavo Q - scavo in galleria;
- Tipologia di scavo H - scavo in terreno sciolto con aggettamento;
- Tipologia di scavo P - scavo con presenza di roccia tenera su versante;
- Tipologia di scavo R - scavo con presenza di roccia dura su versante;
- Tipologia di scavo N - scavo con presenza di roccia dura su strada;
- Tipologia di scavo S - posa in sub-lacuale.

3.2.1. CONDIZIONI DI TERRENO SENZA PARTICOLARI DIFFICOLTÀ OPERATIVE

La fase di scavo prevede inizialmente la rimozione dello strato colturale da ripristinare a fine lavori, pertanto la posa della tubazione avverrà secondo le seguenti fasi operative:

- escavatore operante per l'apertura dell'area di cantiere;
- realizzazione pista di cantiere;
- escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- trasporto a bordo scavo e posa tubazione mediante pipelayer;
- escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali.

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.



La fase successiva delle operazioni di reinterro, prevede il ripristino dello stato dei luoghi con il materiale inizialmente stoccato.

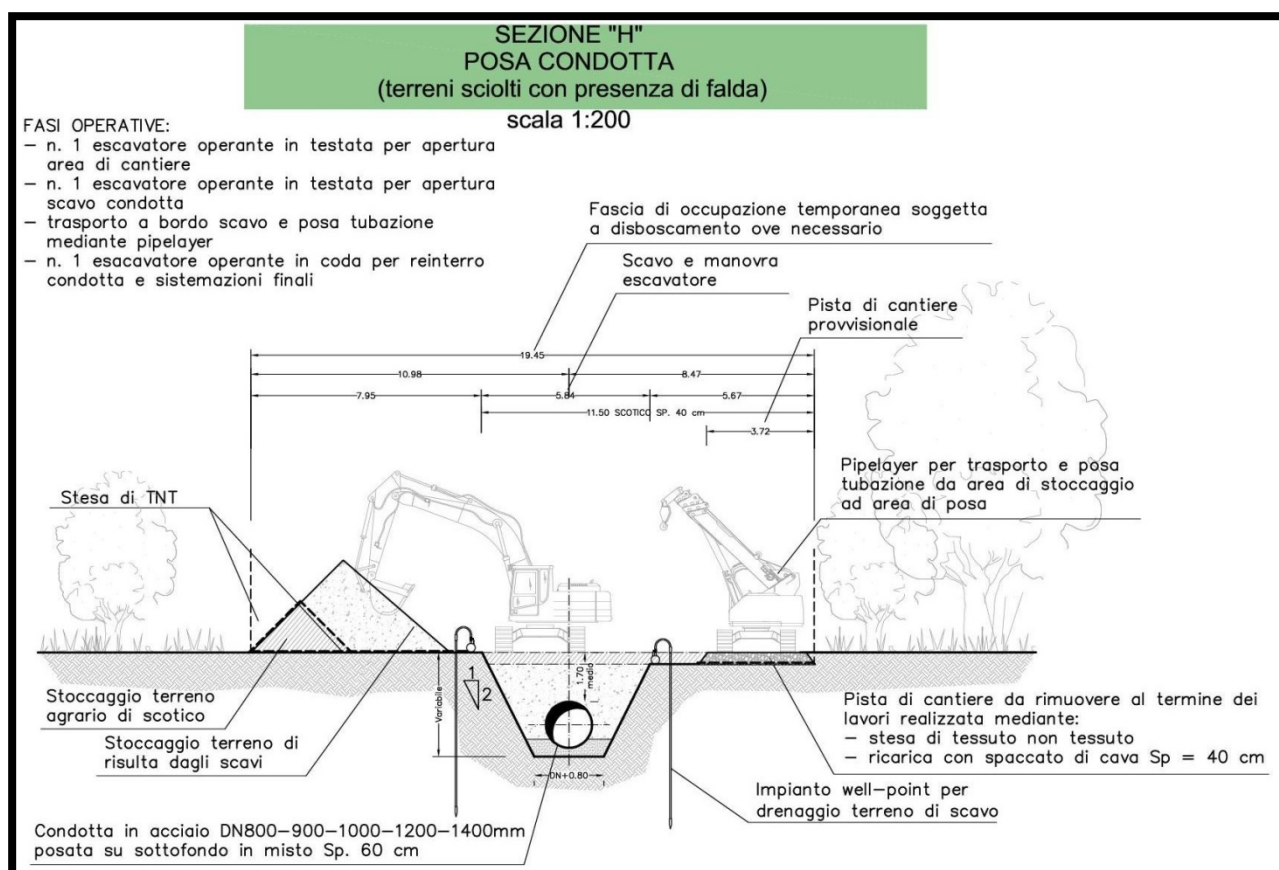
3.2.2. TERRENO CON PRESENZA DI FALDA

La posa della tubazione in condizioni di presenza di falda, prevede prima dell'inizio delle operazioni di scavo, l'installazione di un impianto well-point per deprimere il livello della falda.

Eliminata la presenza di acqua dalla zona interessata dagli scavi si procederà con le seguenti fasi di posa:

- escavatore operante per l'apertura dell'area di cantiere;
- realizzazione pista di cantiere;
- escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- trasporto a bordo scavo e posa tubazione mediante pipelayer;
- escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali.

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.



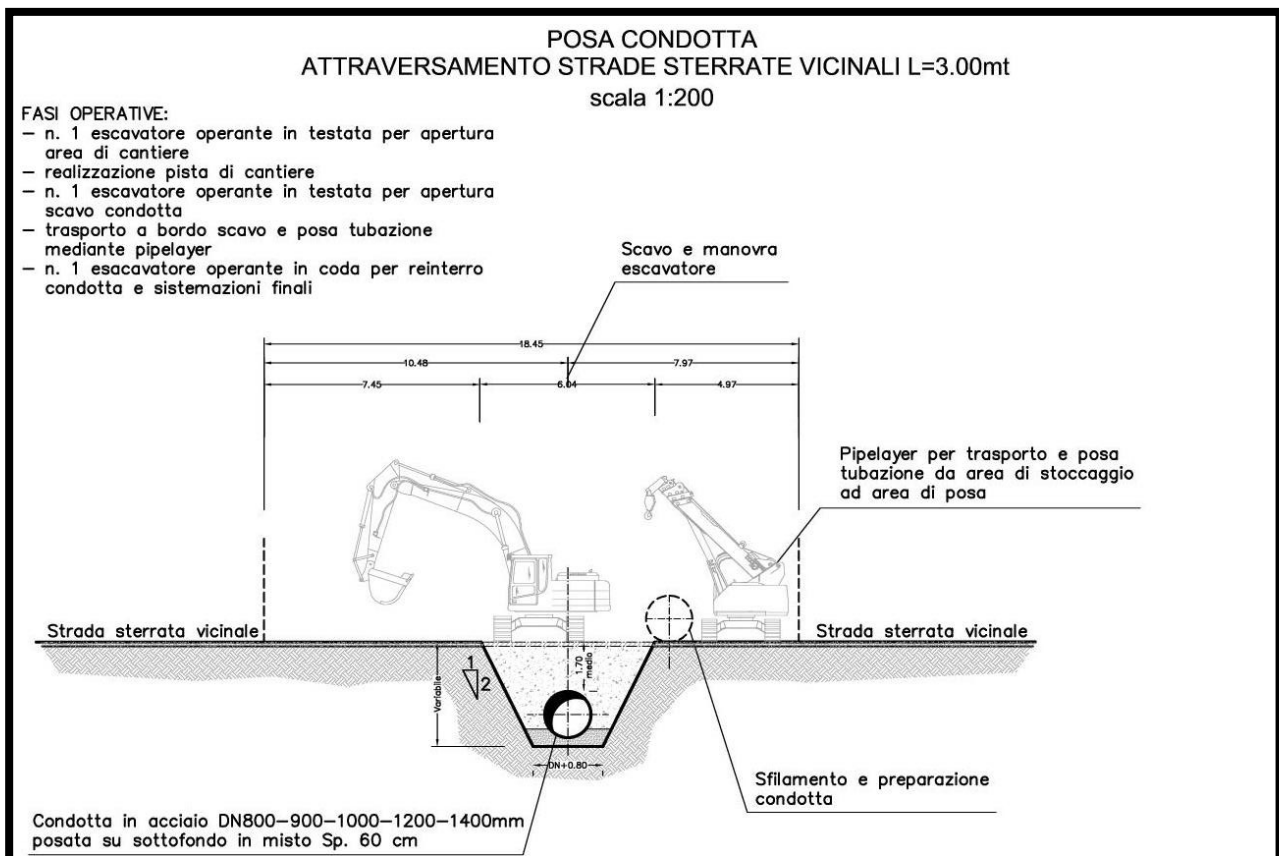
Come precedentemente descritto a valle delle operazioni di reinterro si ripristinerà lo stato dei luoghi con il materiale inizialmente stoccato.

3.2.3. ATTRAVERSAMENTO STRADE STERRATE

L'attraversamento di strade sterrate prevede l'apertura della strada in scavo aperto con la posa della condotta su letto in misto di spessore 60 cm ed una profondità di 1,70 cm dal piano strada alla parte sommitale del tubo di secondo le fasi operative di seguito riportate:

- escavatore operante per l'apertura dell'area di cantiere;
- realizzazione pista di cantiere;
- escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- allontanamento del materiale di risulta dagli scavi con autocarro al sito di stoccaggio più vicino;
- trasporto a bordo scavo e posa tubazione mediante pipelayer;
- escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.



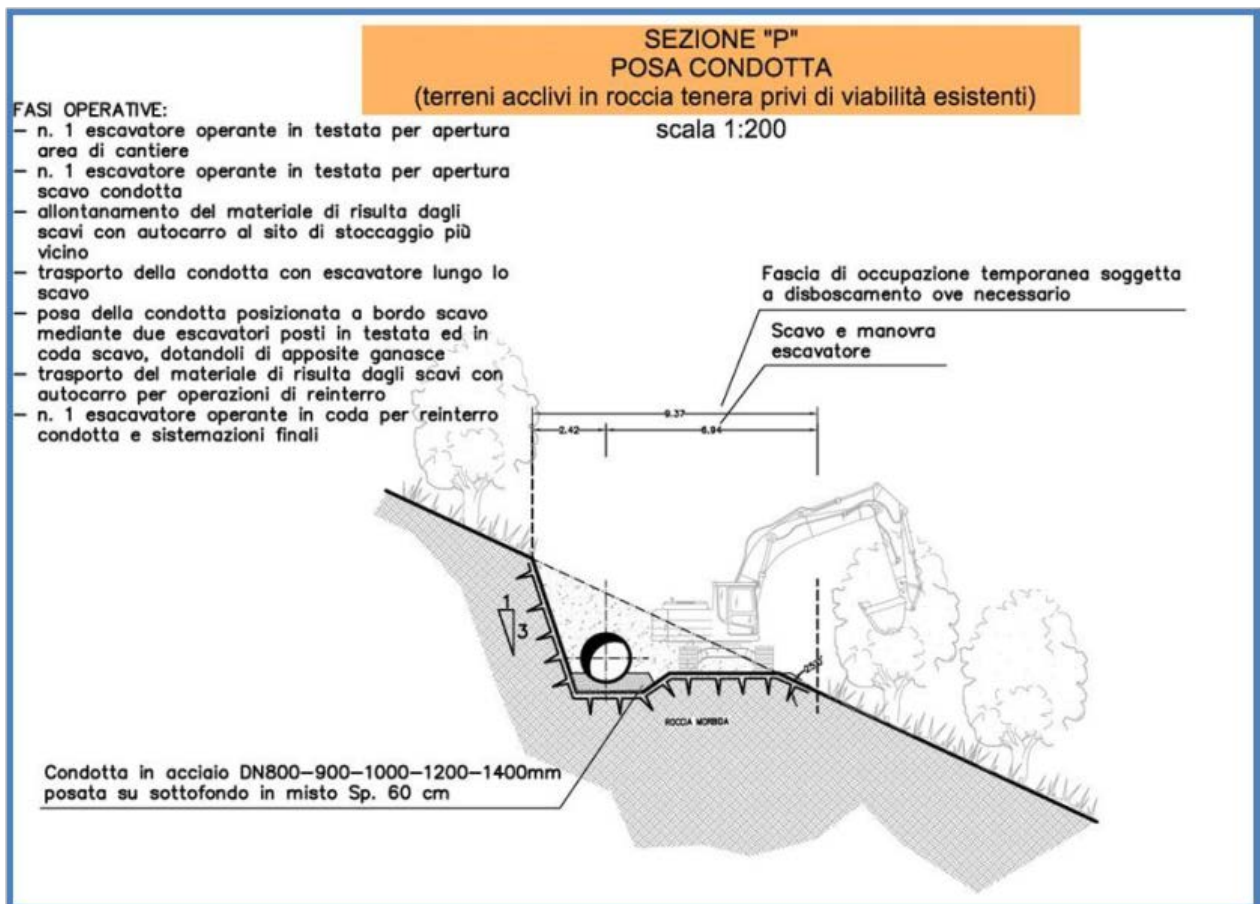
Dopo le fasi di reinterro della condotta si procederà al ripristino della viabilità attraversata con la stesa di uno strato di spaccato di cava di spessore di 30 cm ed uno strato di misto stabilizzato dello spessore di 15 cm.

3.2.4. TERRENI ACCLIVI PRIVI DI VIABILITÀ ESISTENTE

Su terreni acclivi privi di viabilità esistente, occorrerà ricavare una pista di cantiere per permettere il passaggio dei mezzi da lavoro, pertanto la sezione di scavo prevederà la realizzazione di un piano per la sua realizzazione.

Si riportano di seguito le fasi operative di cantiere:

- escavatore operante in testata per apertura area di cantiere;
- escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- allontanamento del materiale di risulta dagli scavi con autocarro al sito di stoccaggio più vicino;
- trasporto della condotta con escavatore lungo lo scavo;
- posa della condotta posizionata a bordo scavo mediante due escavatori posti in testata ed in coda scavo, dotandoli di apposite ganasce;
- trasporto con autocarro del materiale di nuovo apporto per operazioni di reinterro;
- escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali.

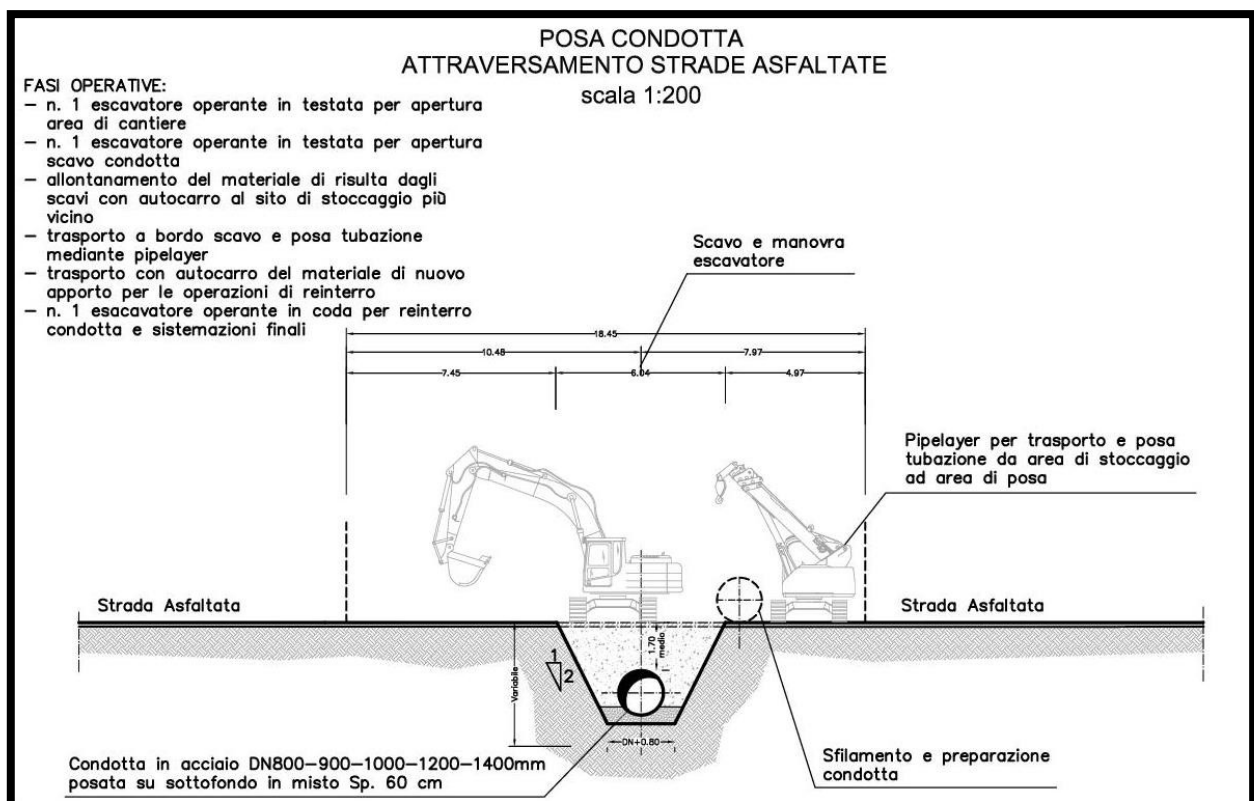


3.2.5. ATTRAVERSAMENTO STRADE ASFALTATE

L'attraversamento di strade sterrate prevede l'apertura della strada in scavo aperto con la posa della condotta su letto in misto di spessore 60 cm ed una profondità di 1,70 cm dal piano strada alla parte sommitale del tubo di secondo le fasi operative di seguito riportate:

- escavatore operante in testata per apertura area di cantiere;
- escavatore operante in testata per apertura scavo condotta;
- allontanamento del materiale di risulta dagli scavi con autocarro al sito di stoccaggio più vicino;
- trasporto della condotta con escavatore lungo lo scavo;
- posa della condotta posizionata a bordo scavo mediante due escavatori posti in testata ed in coda scavo, dotandoli di apposite ganasce;
- trasporto con autocarro del materiale di nuovo apporto per operazioni di reinterro;
- escavatore operante in coda per reinterro condotta e sistemazioni finali.

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.



Il ripristino della pavimentazione stradale consisterà in:

- ✓ Riempimento della sezione di scavo con materiale di nuovo apporto (spaccato di cava);
- ✓ Strato di base spessore 40 cm;

- ✓ Conglomerato bituminoso spessore 10 cm;
- ✓ Binder spessore 6 cm;
- ✓ Tappetino d'usura spessore 3 cm

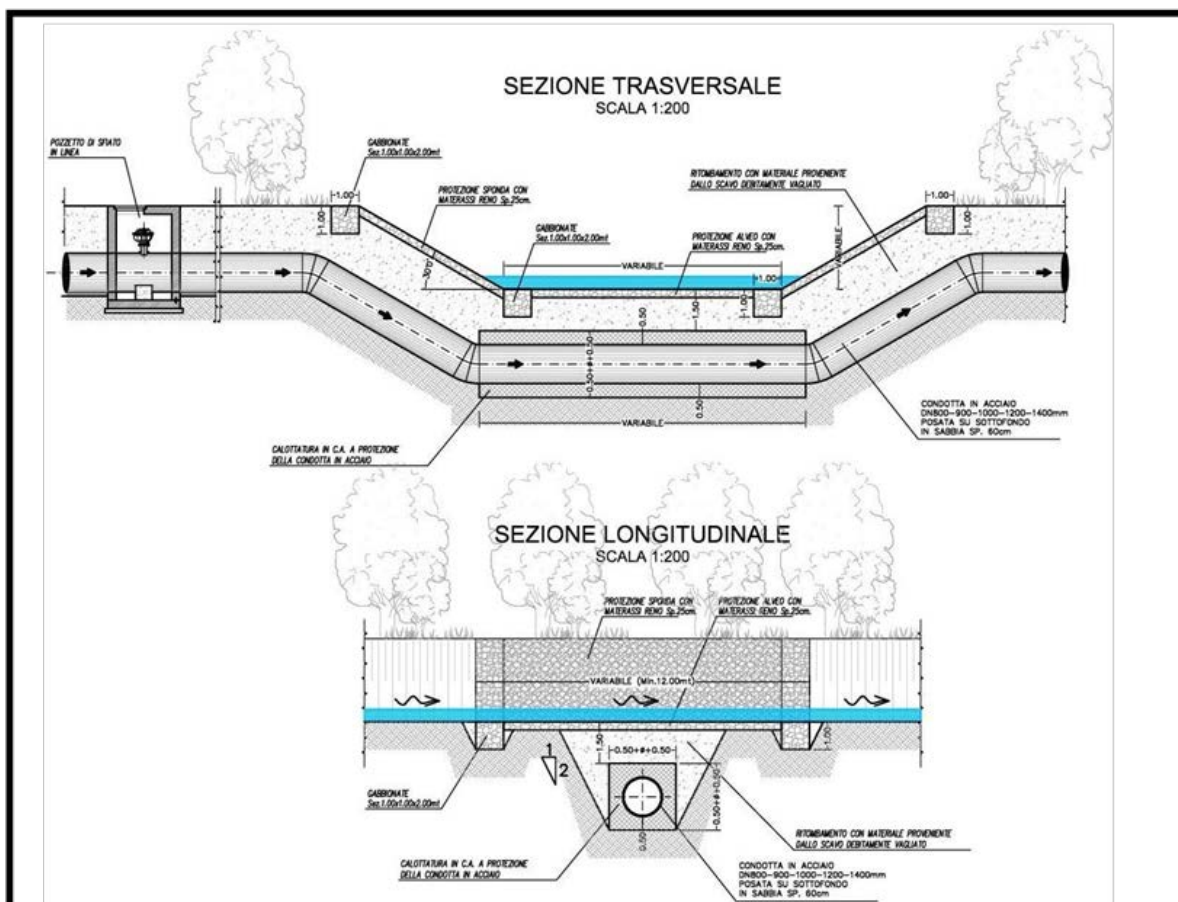
3.2.6. ATTRAVERSAMENTO CORSI D'ACQUA PRINCIPALI

L'attraversamento dei corsi d'acqua principali avverrà in scavo aperto, mediante la realizzazione di opere provvisorie, quali ture o savanelle, per deviare le acque durante le fasi di scavo e ripristino.

Realizzato il pozzetto di sfiato a monte, si procederà all'apertura dello scavo e posa della condotta dove a protezione della stessa e per tutta la lunghezza del fondo alveo, sarà realizzata una calottatura in c.a.

Le fasi di reinterro avverranno con materiale di risulta dagli scavi debitamente vagliato e costipato, successivamente sarà previsto un rivestimento a protezione delle sponde e del fondo con materassi Reno dello spessore di 25 cm, con realizzazione in testa ed al piede delle sponde di gabbionate.

Si riporta di seguito un esempio schematico della sezione tipo e delle operazioni teste descritte.



3.2.7. ATTRAVERSAMENTO STRADE PRINCIPALI E FF.SS

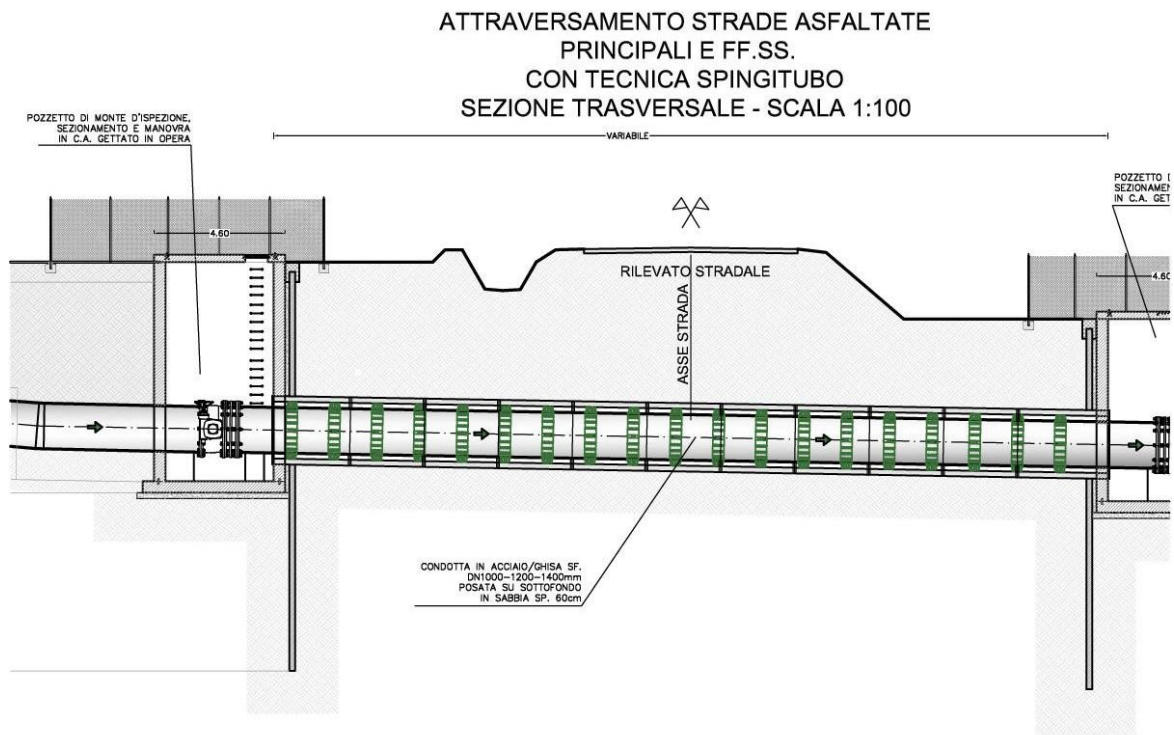
L'attraversamento di questa tipologia di strade e rilevati (nel caso di attraversamenti ferroviari), avverrà

con la tecnica dello spingitubo, dove sarà realizzata una camera di spinta e sarà posata una tubazione di idoneo diametro, all'interno della quale sarà infilata la tubazione di progetto previo infilaggio dei collari di posa.

Al fine di ridurre l'ampiezza dell'area di scavo, per la realizzazione della camera di spinta e del pozzetto di arrivo della tubazione si prevedrà il confinamento degli scavi mediante paratia in micropali.

In corrispondenza della camera di spinta e del pozzetto di arrivo saranno realizzati i pozzetti finali di monte e di valle, contenenti le valvole di sezionamento e manovra per le eventuali operazioni di manutenzione.

Si riporta in figura uno stralcio di quanto riportato nell'elaborato di riferimento allegato al progetto.

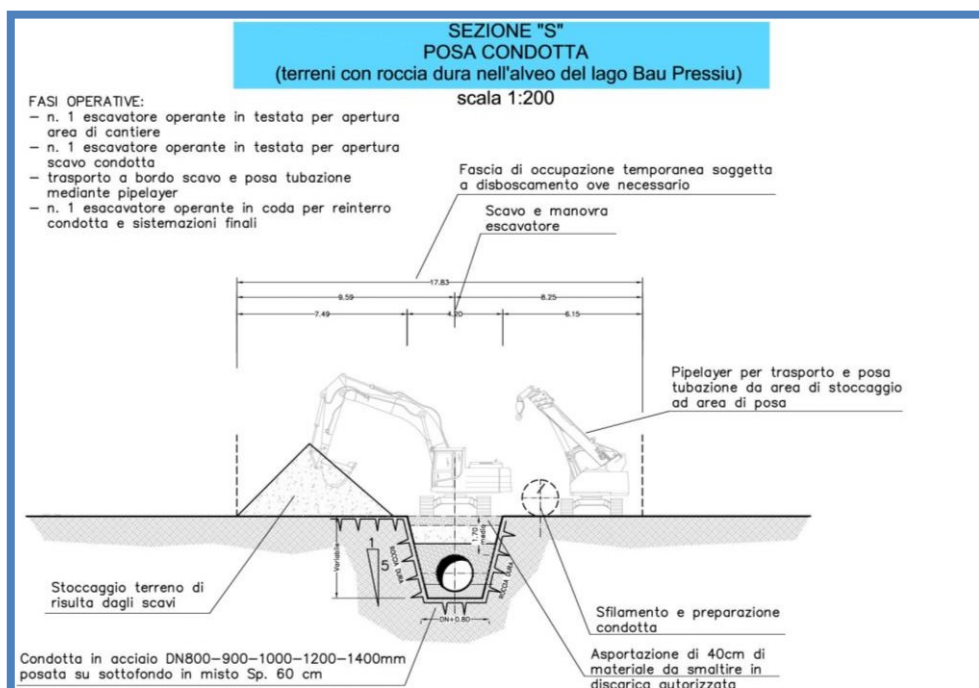


3.2.8. ALTERNATIVA PROGETTUALE A.1.1D – SEZIONE TIPO DI SCAVO PASSAGGIO CONDOTTA SUB-LACUALE

La subalternativa sublacuale del nodo di Bau Pressiu, già ampiamente trattato nel capitolo delle alternative progettuali, considera la possibilità di ripercorrere l'antico tracciato di fondo valle della S.S. 293 antecedente alla costruzione dell'invaso artificiale.

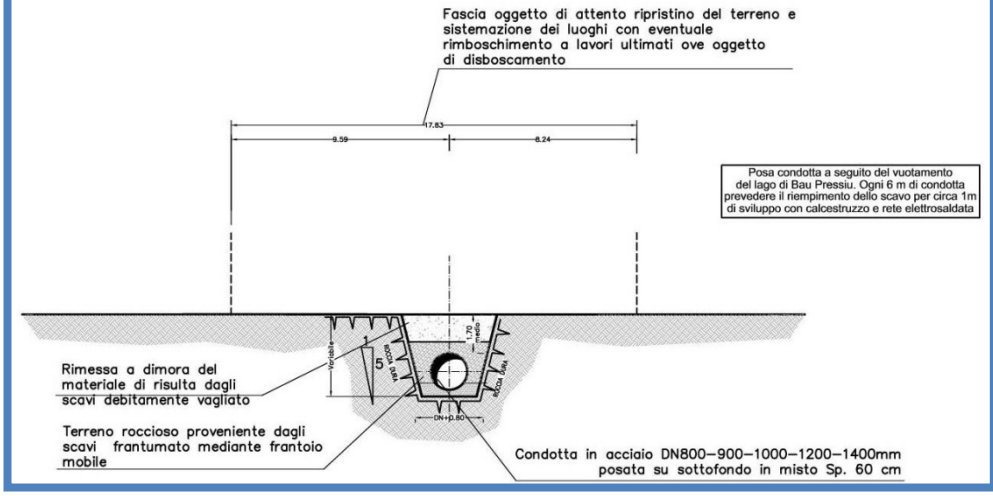
Stante l'evidenza dei sondaggi forniti dall'Amministrazione che dimostrano la presenza di uno spessore minimo di sedimenti sul fondo del lago, si è optato di procedere alla posa della tubazione sub-lacuale con semplice scavo di in trincea e successivo ritombamento, prevedendo la realizzazione di un numero di blocchi d'ancoraggio in conglomerato cementizio atti a contrastare la spinta al galleggiamento in caso di svuotamento della condotta.

Si riporta nella figura di seguito la sezione durante la fase di scavo di scavo



Si riporta nella figura di seguito la sezione durante la fase di reinterro e sistemazione finale

SEZIONE "S"
 SISTEMAZIONE FINALE
 (terreni con roccia dura nell'alveo del lago Bau Pressiu)
 scala 1:200



3.3. LE OPERE PRINCIPALI

La soluzione progettuale denominata A.1.1 prevede uno schema distributivo in grado di alimentare dall'invaso di Cixerri con una portata massima di 1 m³/s, oltre all'invaso terminale di Monte Pranu, anche quelli di Medau Zirimillis e Bau Pressiu con le dotazioni idriche pianificate a valenza potabile così come, mediante una direttrice settentrionale, le utenze di Ponte Murdas e dell'Iglesiente.

Ciò detto, si descriverà di seguito gli edifici principali e quelli minori sviluppati nella presente fase progettuale.

3.3.1. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO CIXERRI

L'impianto di sollevamento di Cixerri, posizionato al piede dello sbarramento in terra nelle immediate vicinanze dell'esistente stazione di sollevamento ad uso potabile verso il potabilizzatore di Bau Pressiu, sarà ospitato in un apposito edificio a struttura prefabbricata avente una superficie di circa 1.200 metri quadrati.

Qui, il sollevamento meccanico della portata massima di progetto pari a 1.000 l/s, sarà assicurato da 5 + 1 elettropompe a battente ad asse orizzontale dotate di motore elettrico a variazione di giri con modulazione elettronica (inverter) aventi portata nominale di 200 l/s ciascuna. Il battente idraulico sull'asse girante è assicurato dalla quota (6-8 metri) dell'esistente vasca di carico interposta tra la diga e la stazione di sollevamento. La quota altimetrica composta tra la quota terreno dell'impianto di sollevamento ed il carico idrostatico di tale vasca è pari a 27,50 m.s.m

Le elettropompe, oltre che dalla presenza degli inverter, saranno protette dai transitori idraulici che potrebbero instaurarsi per effetto di anomalie di funzionamento anche mediante autoclavi idoneamente dimensionati.

Si tratta di una centrale tecnologicamente dotata delle apparecchiature idrauliche e dei connessi sistemi d'interfacciamento per il completo monitoraggio dei parametri gestionali di tipo idraulico (portata, pressione) e dello stato di funzionamento.

Il sollevamento di Cixerri è progettato per rilanciare una portata fino ad 1 m³/s alla prima vasca di carico posizionata nei pressi della diga di Medau Zirimillis a quota 161,00 m.s.m.

3.3.2. PARTITORE MEDAU ZIRIMILIS

Il presente manufatto sarà ubicato in prossimità della viabilità sterrata esistente di accesso alla diga di Medau Zirimillis, consisterà in una vasca interrata di dimensioni esterne 7,40m x 7,40m per una profondità di circa 2,50m.

La funzione principale del partitore sarà quella di intercettare e convogliare la portata di 1 m³/s, in arrivo dal sollevamento di Cixerri verso l'invaso di Medau Zirimillis, o in prosecuzione verso la vasca di carico di Medau Zirimillis.

Pertanto all'interno del manufatto, la linea in arrivo sarà suddivisa in due linee di diametro ridotto, passando quindi da una tubazione in acciaio Dn1000 mm in arrivo a due linee Dn700 mm, una diretta alla vasca di carico ed una verso l'invaso.

Si prevedrà inoltre la predisposizione per una terza linea di futura realizzazione con possibilità di convogliare la portata verso il sollevamento di Ponte Murtas.

Il manufatto come si evince dalle figure sotto riportata, sarà composto da due camere in asciutta utilizzate per l'installazione delle apparecchiature idrauliche elettrificate, dove in una si prevede l'installazione di due valvole a fuso regolatrici di portata (una per ogni linea di progetto) con i relativi giunti di smontaggio, nell'altra saranno installati, due misuratori di portata elettromagnetici.

3.3.3. VASCA DI CARICO MEDAU ZIRIMILIS

Dal sollevamento di Cixerri, passando attraverso il pozzetto partitore citato nel paragrafo precedente, si raggiungerà il nuovo serbatoio di Medau Zirimillis di capacità pari a circa 500 m³, laddove una condotta in acciaio Dn 1000 mm, raggiungerà a caduta la stazione di sollevamento di Medau Zirimillis, per essere rilanciata in pompaggio verso il serbatoio di disconnessione idraulica di Campanasissa (paragrafo 10.5) di volume analogo a quello di Medau Zirimillis.

La presente vasca, realizzata in conglomerato cementizio armato, sarà composta da due comparti interrati, uno di 500 m³ di accumulo ed un comparto in asciutta, sempre interrato nel quale saranno installate le apparecchiature idrauliche.

Il comparto interrato di accumulo, avrà dimensioni interne pari a circa 20 m x 13 m ed una altezza complessiva di circa 3 m, con l'ultimo metro di franco per arrivare alla soletta della vasca.

Per evitare la formazione di volume morto di accumulo è stato creato uno scivolo, creando un abbassamento di circa 1m in prossimità delle tubazioni di immissione e presa della vasca.

Nella parte sommitale della vasca, sarà posizionata una tubazione che garantirà lo sfioro di sicurezza della vasca, mentre sul fondo della stessa ci sarà una tubazione per lo scarico, da utilizzare per le operazioni di manutenzione.

Nel comparto in asciutta, nel quale saranno presenti la tubazione in ingresso dal partitore, quella in uscita verso il sollevamento di Medau Zirimillis nonché il by pass del comparto di accumulo, sarà di dimensioni interne circa di 4,50m x 6m ed una altezza di circa 5.,0m ed ospiterà le tubazioni in ingresso ed uscita con le relative apparecchiature idrauliche ed i relativi giunti di smontaggio.

Quest'ultime consistono sostanzialmente in valvole di chiusura motorizzate, del diametro delle tubazioni presenti nel comparto, che al fine di limitare le dimensioni dello stesso sono state ridotte da Dn1000 mm a Dn700 mm.

Nella parte sommitale del presente comparto, si eleverà l'edificio di servizio contenete i quadri elettrici e di controllo delle apparecchiature installate, tale edificio sarà realizzato in blocchi portanti in cls, di dimensioni di circa 7m x 8m ed altezza al colmo pari a circa 4m.

Al fine di garantire la manutenzione nonché la movimentazione delle valvole, del sottostante comparto, il pavimento sarà composto da un grigliato carrabile amovibile, mentre per la zona su cui saranno installati i quadri, il pavimento coinciderà con la soletta in c.a. del comparto di accumulo, come si evince dalla sezione allegata

Per quanto riguarda il tetto di questo edificio, questa sarà realizzata con orditura in legno e manto di

copertura in coppi.

3.3.4. STAZIONE DI SOLLEVAMENTO MEDAU ZIRIMILIS

A quota 94,00 m.s.m. a poche decine di metri dal pozzetto partitore è prevista l'ubicazione della stazione di rilancio delle portate irrigue al serbatoio di Campanasissa posizionato a quota 310 m.s.m. circa sul passo da cui si origina la pendenza verso la costa occidentale.

La stazione di rilancio in questione dovrà sollevare una portata massima di 1 m³/s e sarà caratterizzata dallo stesso numero di pompe di Cixerri aventi caratteristiche idrauliche del tutto simili ma adattate ad una prevalenza di circa 165 metri pari al differenziale tra le due vasche di carico di Medau Zirimillis e di Campanasissa.

L'edificio a sezione rettangolare e di altezza contenuta avrà dimensioni analoghe al precedente e sarà finito con copertura in laterizio e colorazione dell'intonaco a tinta di tonalità pastello.

Valgono le stesse considerazioni circa le dotazioni tecnologiche fatte per la stazione di sollevamento di Cixerri.

3.3.5. VASCA DI CARICO CAMPANASSISSA

Dal sollevamento di Medau Zirimilis, si raggiungerà con una tubazione in acciaio Dn 1000 mm il nuovo serbatoio di disconnessione idraulica di Campanasissa di volume analogo a quello di Medau Zirimillis, mentre la condotta di uscita verso il nodo di Bau Pressiu avrà un diametro Dn 800 mm.

La presente vasca, realizzata in conglomerato cementizio armato, sarà composta da due comparti interrati, uno di 500 m³ di accumulo ed un comparto in asciutta, sempre interrato nel quale saranno installate le apparecchiature idrauliche.

Il comparto interrato di accumulo, avrà dimensioni interne pari a circa 20m x 13m ed una altezza complessiva di circa 3m, con l'ultimo metro di franco per arrivare alla soletta della vasca.

Per evitare la formazione di volume morto di accumulo è stato creato uno scivolo, creando un abbassamento di circa 1m in prossimità delle tubazioni di immissione e presa della vasca.

Nella parte sommitale della vasca, sarà posizionata una tubazione che garantirà lo sfioro di sicurezza della vasca, mentre sul fondo della stessa ci sarà una tubazione per lo scarico, da utilizzare per le operazioni di manutenzione.

Nel comparto in asciutta, nel quale saranno presenti la tubazione in ingresso dal partitore, quella in uscita verso il sollevamento di Medau Zirimilis nonché il by pass del comparto di accumulo, sarà di dimensioni interne circa di 4,50m x 6m ed una altezza di circa 5,0m ed ospiterà le tubazioni in ingresso ed uscita con le relative apparecchiature idrauliche ed i relativi giunti di smontaggio.

Quest'ultime consistono sostanzialmente in valvole di chiusura motorizzate, del diametro delle tubazioni presenti nel comparto, che al fine di limitare le dimensioni dello stesso sono state ridotte da Dn1000 mm a Dn600 mm.

Nella parte sommitale del presente comparto, si eleverà l'edificio di servizio contenete i quadri elettrici e di controllo delle apparecchiature installate, tale edificio sarà realizzato in blocchi portanti in cls, di dimensioni di circa 7m x 8m ed altezza al colmo pari a circa 4m.

Al fine di garantire la manutenzione nonché la movimentazione delle valvole, del sottostante comparto, il pavimento sarà composto da un grigliato carrabile amovibile, mentre per la zona su cui saranno installati i quadri, il pavimento coinciderà con la soletta in c.a. del comparto di accumulo, come si evince dalla sezione allegata

Per quanto riguarda il tetto di questo edificio, questa sarà realizzata con orditura in legno e manto di copertura in coppi.

3.3.6. OPERE DI IMMISSIONE E DI PRESA LAGO BAU PRESSIU

Le opere di immissione e di presa sul lago Bau Pressiu sono costituite da due distinti interventi: una centrale idroelettrica ed una torre di presa. Tali opere sono ubicate rispettivamente a nord ed a sud della omonima diga e possono essere messe in relazione tra loro grazie alle due alternative progettuali A.1.1b e A.1.1d.

3.3.7. CENTRALE IDROELETTRICA

Alternativa progettuale A.1.1b

La centrale idroelettrica Bau Pressiu sarà ubicata a nord dello sbarramento, in prossimità dell'imbocco della viabilità sterrata esistente che si immette sulla Strada Statale 293. La centrale, con misure esterne di 18,00m X 7,00m, sarà realizzata con struttura in pilastri in c.a. gettati in opera e pannelli prefabbricati, protetta sul lato verso il versante montano da una paratia in micropali con trave di irrigidimento in c.a.

All'interno sarà posta in opera una turbina tipo Francis da 300 kW dotata delle necessarie apparecchiature di funzionamento. Sempre all'interno dei locali saranno alloggiati i quadri di controllo ed elettrici, con caricabatteria, distribuzione BT, trasformatore MT/BT, MT. Un apposito locale di consegna e partenza ENEL, con accesso esterno indipendente, verrà ricavato nell'edificio. Lo scarico dalla turbina verrà convogliato in una apposita condotta in acciaio DN 600 mm che terminerà in manufatto di rilascio a due vasche che permetterà l'immissione delle acque nel lago Bau Pressiu.

Il sistema di approvvigionamento idrico della turbina prevede invece la realizzazione di pozzetti partitori. Un primo pozzetto partitore denominato "A" permetterà di intercettare la condotta in acciaio in arrivo dalla vasca di Campanasissa, con possibilità di sezionamento della stessa tramite valvola a farfalla DN 800 mm. Verranno

realizzati due distinti stacchi, entrambi del DN 600 mm e dotati di valvole a farfalla e misuratori di portata elettromagnetici. Il primo sarà indirizzato direttamente verso la sottostante centrale idroelettrica per l'alimentazione della turbina, il secondo confluirà nel pozzetto partitore "B", dove per mezzo di valvole a farfalla potrà collegarsi all'esistente condotta in acciaio DN 700, in mandata al potabilizzatore di Bau Pressiu.

Alternativa progettuale A.1.1d

Mantenendo lo stesso layout progettuale sopra descritto, nella variante progettuale A.1.1d verrà realizzato un terzo pozzetto, denominato partitore "C". Tale pozzetto sarà ubicato sulla condotta in ingresso alla centrale e permetterà, con appositi sezionamenti costituiti da valvole a farfalle, la partenza della condotta in acciaio DN 800 mm in mandata alla torre di presa, con tracciato di posa sub-lacuale.

3.3.8. TORRE DI PRESA

Alternativa progettuale A.1.1b

La torre di presa lago Bau Pressiu sarà realizzata a sud dello sbarramento, raggiungibile da viabilità sterrata con immissione diretta sulla Strada Statale 293. L'opera avrà pianta quadrata di dimensioni esterne pari a 8,10m X 8,10m sulla struttura in c.a. gettata in opera, sormontata da edificio con muratura in blocchi in cls intonacati di dimensioni 7,70m X 7,70m. La torre verrà realizzata sulla sponda del lago Bau Pressiu con scavo effettuato all'interno di paratie in micropali DN 220 mm, previo abbassamento della quota di invaso. L'altezza complessiva della torre, dal piano di appoggio della fondazione alla soletta del sovrastante edificio sarà pari a metri 19,60. All'interno della torre verrà montata una scala di servizio a rampe che permetterà di raggiungere la platea di fondo e la condotta in acciaio DN 1000 mm dotata di valvola a farfalla di sezionamento. Tale condotta sarà posta in opera dopo aver completato le operazioni di scavo in microtunnelling che permetteranno il collegamento verso le opere ubicate a Monte Pranu.

Il microtunnelling, realizzato con condotta in cls Di 200 cm, avrà lunghezza complessiva di circa 570,00 metri. La spinta sarà realizzata nel primo tratto dal pozzo terminale in direzione torre di presa, con una pendenza del 13%. A circa 300,00 metri dalla torre di presa verrà realizzato un secondo pozzo di spinta intermedio, che consentirà il cambio di pendenza al 0,35% per raggiungere la torre, e che avrà funzione di interconnessione con le condotte mettendo in comunicazione la condotta in acciaio DN 800 mm in arrivo dalla vasca di Campanasissa.

All'interno della condotta in cls Di 200 cm sarà posata in opera una condotta in acciaio DN 1000 mm. Tutti i sezionamenti all'interno della torre di presa, del pozzo di interconnessione intermedio e del pozzo terminale, saranno garantiti da valvole a farfalla.

Al termine della realizzazione della torre di presa e del microtunnelling potrà essere realizzata l'ultima fase, che prevede la realizzazione dello scavo in trincea all'interno del bacino Bau Pressiu, previo abbassamento al livello minimo dell'invaso per una durata massima di giorni 30. Lo scavo in trincea permetterà la posa della condotta in acciaio DN 1000 mm con presa alla quota di 236.00 metri s.l.m. Un manufatto di testata piramidale in massi lapidei garantirà l'immorsamento della tubazione. La condotta sarà collegata a quella in arrivo del microtunnelling dopo aver perforato una porzione della paratia in micropali di confinamento della torre. La trincea sarà in seguito reinterrata con il materiale proveniente dagli scavi della stessa, mentre i versanti ai lati della torre verranno sistemati con il riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi della torre e del microtunnelling, con riprofilatura a pendenza di 30° con banche di sicurezza aventi larghezza pari a 1,00m ogni 3,00m di altezza. Il terreno sarà inoltre posto in opera debitamente compattato a strati di altezza pari a metri 0.50.

Alternativa progettuale A.1.1d

La variante progettuale A.1.1.d prevede l'arrivo diretto alla torre della condotta DN 800 mm dal pozzetto partitore "C" eventualmente realizzato nei pressi della centrale idroelettrica Bau Pressiu. Il tracciato di posa sub-lacuale permetterà di mantenere lo stesso layout operativo della soluzione progettuale A.1.1b. Le varianti progettuali prevedono la posa in trincea della condotta DN 800 mm in arrivo alla torre, all'interno della quale l'immissione ed il sezionamento saranno garantiti dalla posa di valvola a farfalla DN 800 mm. Questa soluzione progettuale consentirà di utilizzare il pozzo intermedio del microtunnelling sono per le operazioni di spinta e di cambio pendenza della condotta in cls Di 200 cm. Infatti tale manufatto non sarà più interessato dall'arrivo e dall'interconnessione della condotta in arrivo dalla vasca di Campanasissa.

3.3.9. COLLEGAMENTI A MONTE PRANU

Le opere di collegamento a Monte Pranu permetteranno di ridurre i costi di gestione legati ai due impianti di sollevamento dalla diga Monte Pranu verso i manufatti di Tratalia, San Giovanni Sergiù, Giba e Masainas. Con le opere in progetto si potrà utilizzare il dislivello dall'invaso Bau Pressiu, con la realizzazione del sistema di pompaggio e turbinaggio Monte Pranu, descritto in apposito capitolo.

A valle del manufatto di pompaggio e turbinaggio verrà realizzato un apposito partitore, denominato manufatto "A". Tale manufatto, di dimensioni pari a 8,10m X 9,50m, intercetterà la condotta in acciaio DN 1000 mm di collegamento tra Monte Pranu e Bau Pressiu con una derivazione di pari diametro. Da tale derivazione verranno realizzate altre quattro linee costituite da condotte in acciaio DN 700 mm. All'interno del manufatto "A" saranno montate per ogni singola linea una serie di apparecchiature idrauliche costituite da valvola a farfalla, giunto di smontaggio, idrovalvola regolatrice di pressione di valle e misuratore di portata elettromagnetico.

Due linee in acciaio DN 700 mm saranno a servizio dei serbatoi di Tratalia e Giba, per mezzo di immissioni sull'esistente condotta DN 900 mm in acciaio. Il sezionamento sarà garantito da un pozzetto di dimensioni esterne 6,60m X 6,00m, denominato manufatto "B", contenente una valvola a farfalla DN 900 mm con relativo giunto di smontaggio. In direzione serbatoio Giba dovrà essere realizzato un by-pass sull'esistente impianto di sollevamento.

Un analogo layout, con manufatto denominato "C" di dimensioni esterne pari a 9,00m X 8,60m permetterà l'immissione sull'esistente condotta in acciaio DN 1500 mm a servizio delle vasche Masainas e del serbatoio di San Giovanni Sergiù. Anche in questo caso il sezionamento sarà garantito da apposita valvola a farfalla DN 1500 mm e relativo giunto. In direzione delle vasche Masainas potrà invece essere utilizzato l'esistente by-pass sull'impianto di sollevamento.

La condotta in acciaio DN 1000 mm di collegamento tra Monte Pranu e Bau Pressiu, inoltre, avrà la possibilità di essere collegata direttamente all'invaso Monte Pranu, sfruttando il canale di scarico esistente, previa rimozione delle opere in ferro poste all'interno dello stesso ed aventi funzione di dissipazione. La condotta sarà sdoppiata nella parte terminale e verrà collegata alle esistenti condotte di scarico. La funzionalità di tale opera consentirà la duplice funzione di presa ed immissione delle acque nell'invaso Monte Pranu.

3.3.10. SISTEMA POMPAGGIO TURBINAGGIO "MONTE PRANU"

La condotta in provenienza da Bau Pressiu incontrerà, in primis, nell'immediata vicinanza allo sbarramento di ritenuta in terra una centrale di turbinaggio e ri-sollevamento per lo sfruttamento della notevole energia potenziale assicurata dalla quota dell'invaso di Bau Pressiu o della vasca di Campanasissa in funzione delle scelte gestionali. Si tratta comunque di circa 200 m. di salto idraulico nel primo caso e di 255 m. nel secondo.

Il sistema di pompaggio – turbinaggio di Monte Pranu assolve ad una duplice funzione: turbinaggio della portata trasferita (fino a 2.000 l/s) ed il ri-sollevamento (invertendo, evidentemente, il senso del flusso idrico nella condotta) mediante distinte elettropompe nel limite di portata di 800 l/s dall'accumulo di Monte Pranu a quello di Bau Pressiu, fruendo del surplus energetico dell'annesso campo fotovoltaico da 2.500 kWp prodotto durante le ore diurne in cui il campo è asservito alle esigenze degli impianti d'irrigazione di Monte Pranu per i comprensori di Tratalias, San Giovanni Sergiu, Giba e Masainas. In questo modo, sfruttando le notevoli disponibilità dei due invasi artificiali, viene massimizzata la valorizzazione economica del sistema assicurando alle utenze di Monte Pranu una produzione idroelettrica nelle ore notturne, altrimenti scoperte dall'assenza di produzione del campo fotovoltaico.

Le opere di valorizzazione energetica saranno costituite da:

- un parco fotovoltaico da 2.500 kWp in grado di produrre circa 3.746 MWh all'anno. Esso sarà posizionato nella piana immediatamente a valle dell'esistente centrale di pompaggio e si svilupperà su una superficie di circa 7,5 ha. I pannelli saranno organizzati in due distinte linee di produzione fotovoltaica, la cui impiantistica di trasformazione sarà ubicata all'interno della centrale di turbinaggio/sollevamento;
- una centrale idroelettrica da 1.500 kW complessivi organizzata mediante tre turbine tipo Francis di cui una da 750 kW, una da 500 kW ed una da 250 kW. Questa suddivisione costituisce, a nostro avviso, un più performante adattamento all'attuale normativa tariffaria. In tal senso mentre le due centrali più grandi saranno dedicate, insieme all'energia prodotta dal parco fotovoltaico, all'autoconsumo del sollevamento irriguo di Monte Pranu con scambio delle eccedenze, l'energia prodotta con la minore sarà invece interamente ceduta alla rete alla tariffa incentivata omnicomprensiva per gli impianti di taglia inferiore a 250 kW.

Alle turbine come sopra descritte saranno convogliati annualmente 22.220.880 mc di cui 16.000.000 derivanti dal trasferimento idrico tra i sub-bacini e 6.220.880 dal ripompaggio dal bacino di Monte Pranu per effetto del surplus energetico prodotta dalla centrale fotovoltaica.

Tali volumi idrici saranno così destinati:

- 4.524.857 mc per il sussidio energetico del sollevamento irriguo di Monte Pranu quando non alimentato dal campo fotovoltaico;
- circa 6.000.000 mc alla produzione idroelettrica dedicata a tariffa incentivata per complessivi
2.100.000 kWh già al netto degli autoconsumi di centrale;
- circa 11.600.000 mc allo scambio con la rete per complessivi 6.100.000 kWh, sempre al

netto degli autoconsumi di centrale.

- una centrale di sollevamento alimentata dalla produzione energetica del parco giornalmente e sussidiata dalla centrale idroelettrica nelle ore notturne modulata attraverso 4+1 pompe da 200 l/s ciascuna per il risollevarimento dei volumi idrici necessari con la dovuta modularità.

3.3.11. L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica da trasferire, mediante linea in cavo alla vicina cabina elettrica associata alla stazione di pompaggio di Monte Pranu.

Lo studio ha individuato la possibilità di realizzare 2 campi fotovoltaici della potenza di circa 1,25 MWp/cad, personalizzati, come potenzialità e geometria, per ottimizzare le caratteristiche geometriche del terreno in cui verranno installati; ciascuno di essi disporrà di propria cabina con quadri, inverter e trasformatori innalzatori.

Le scelte di base su cui è stato sviluppato lo studio di base sono state le seguenti:

- Pannelli fotovoltaici in silicio policristallino, in grado di erogare, in condizioni ottimali di installazione e insolazione 300 Wp/cad.
- Le dimensioni del singolo pannello, per dimensionare preliminarmente l'impianto, sono state considerate di 2.000 mm x 1.000 mm.
- Sono state ipotizzate stringhe composte da 21 pannelli ($3 \times 7 = 21$) in grado di funzionare ad una tensione a carico di circa 34,4 Vcc/cad, che, collegati in serie con una tensione totale di stringa di circa 722,4 Vcc ed una corrente di 8,72 A, erogano la potenza di 6,3 kWp.
- Le dimensioni di ciascuna stringa (21 pannelli) saranno di 14m (7 x 2m) x 3m (3 x 1m). L'inclinazione rispetto al piano orizzontale è stata ottimizzata in 32°, con orientamento verso SUD.
- I pannelli fotovoltaici verranno installati su strutture in carpenteria metallica a circa 1m di altezza dal terreno, realizzate in acciaio zincato o in altro materiale non soggetto alla corrosione.
- L'intero impianto, della potenza complessiva di circa 2,5 MWp, è stato suddiviso in 2 impianti, della potenza singola di circa 1,25 MWp per ridurre le distanze con le cabine e conseguentemente le cadute di tensione sui cavi; inoltre sono state standardizzate le varie apparecchiature (quadri elettrici di BT, inverter di conversione, trasformatori elevatore da 1600 kVA AN/AF, quadri di MT etc.).
- Sono state previste n° 2 cabine di conversione/trasformazione dell'energia prodotta da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA); ogni impianto alimenta 2 convertitori da almeno 630 kW/cad alla tensione di stringa di circa 722,4 Vcc; i 2 convertitori alimenteranno in parallelo un trasformatore da 1600 kVA che innalzerà la tensione in uscita a 15 kV. Ciascuna cabina è alimentata dal proprio campo fotovoltaico.

- La cabina N°2 di Media Tensione a 15 kV metterà in parallelo il collegamento in cavo provenienti dalla cabina elettrica N°1. Da qui partirà una unica linea in cavo fino alla vicina cabina elettrica associata alla stazione di pompaggio di Monte Pranu.
- L'energia prodotta, verrà quindi immessa nella cabina elettrica di Monte Pranu e contribuirà, sensibilmente, a ridurre il bilancio elettrico dell'energia prelevata dalla rete.

3.4. INFRASTRUTTURE PROVVISORIE

Con questo termine s'intendono le piazzole di stoccaggio per l'accatastamento delle tubazioni, della raccorderia e degli altri materiali necessari alla posa in opera della condotta.

Le piazzole, realizzate previo scotico del terreno superficiale e accantonamento dello stesso e a ridosso di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto dei materiali, consisteranno in aree in cui verrà realizzato un livellamento del terreno.

Ove non già presenti, si eseguiranno accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso dei mezzi di trasporto alle piazzole stesse.

I movimenti terra riconducibili alla realizzazione delle piazzole e delle eventuali strade di accesso prevedranno lo scotico superficiale del terreno e l'accantonamento dello stesso lateralmente all'asse del tracciato, con limitati trasporti e movimenti del materiale all'interno delle aree stesse. Il materiale accantonato derivante dallo scotico superficiale, se idoneo ai requisiti ambientali previsti dalla normativa vigente, verrà totalmente riutilizzato in sito nella fase di rinterro e ripristino; non sono quindi previsti surplus di materiale.

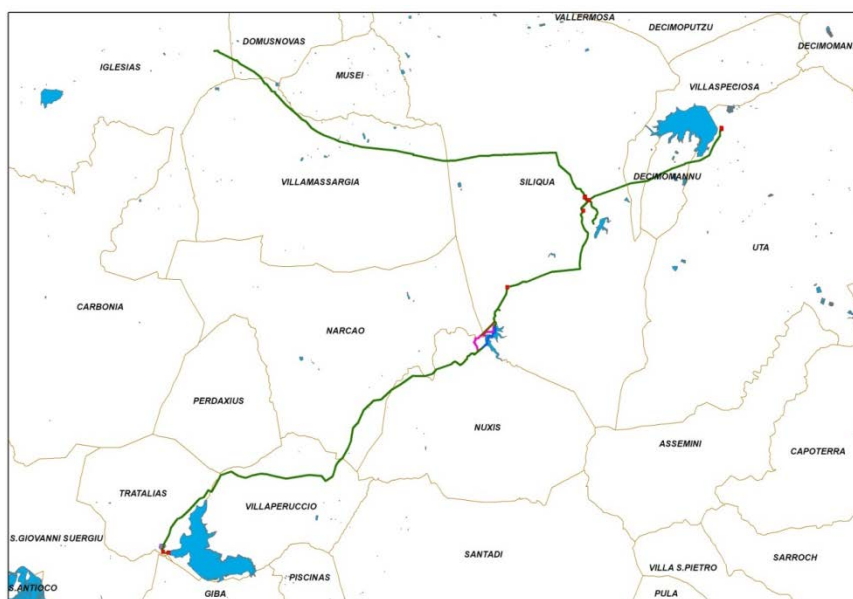
L'abbancamento dei materiali a bordo scavo avverrà nel rispetto delle norme di sicurezza (Art. 118 D.Lgs n. 81 del 9 aprile 2008).

Una volta posata la condotta il materiale di risulta verrà riutilizzato interamente per il rinterro e il terreno agrario di scotico verrà rimesso a dimora.

4. INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

4.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'opera è costituita da due rami distinti di progetto: uno ad andamento grosso modo NE-SW, che partendo dal nodo Cixerri, lo collega all'invaso di Monte Pranu, passando per gli invasi di Medau Zirimilis e Bau Pressiu, e il secondo, che dipartendosi dal nodo rappresentato dal Medau Zirimilis collega l'infrastruttura al comune di Iglesias sviluppandosi in direzione SE-NW.



La linea “Nodo Cixerri – Medau Zirimilis – Bau Pressiu - Monte Pranu” attraversa i comuni di Uta, Decimomannu, Villaspeciosa, Siliqua, Narcao, Nuxis, Villaperuccio e Tratalias, la linea “Nodo Medau Zirimilis – Punta Gennarta” interessa i comuni di Siliqua, Villamassargia, Domusnovas ed Iglesias.

Di seguito viene mostrata un'immagine che illustra il differenziarsi delle diverse alternative progettuali proposte in corrispondenza del nodo dell'invaso di Bau Pressiu.

Il progetto nella sua globalità prevede uno sviluppo lineare di circa 60 km.

4.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le caratteristiche geomorfologiche del territorio in esame sono state influenzate in larga misura dall'azione delle forze endogene, soprattutto durante i cicli orogenetici, che ne hanno delineato le forme principali, ricostruibili tramite l'orientazione dei principali corsi d'acqua che seguono spesso le direzioni delle linee di faglia.

Queste sicuramente rappresentano le principali responsabili della disposizione degli elementi morfologici presenti, e soprattutto dell'evidente parallelismo esistente tra le dorsali principali e le aste fluviali maggiori, impostate secondo delle direttrici NNE-SSW, NNW-SSE e, meno frequentemente, E-W.

Nel settore montuoso collinare l'aspetto morfogenetico dominante è legato all'attività tettonica che si esprime nella morfologia sinuosa delle valli, nell'andamento delle linee di cresta, nelle soventi nette interruzioni di pendio e nelle scarpate strutturali, oltre che nell'andamento meandriforme dei corsi d'acqua principali.

Le forme dei rilievi si sono spesso prodotte in conseguenza dell'erosione selettiva che agisce più intensamente sulle rocce meno resistenti, risparmiando quelle più compatte.

Per ciò che concerne le aree pianeggianti, e quelle di raccordo con i rilievi, sovente l'attività antropica ha obliterato in parte l'originario profilo morfologico. In corrispondenza delle vallecole si rinvengono coperture di depositi alluvionali, solcati dai principali corsi d'acqua.

L'andamento debolmente pendente della morfologia è caratterizzato dalla presenza di linee di terrazzamento fluviale dovute alla variazione nel tempo della direzione di scorrimento dei corsi d'acqua.

Lungo le superfici sono altresì riscontrabili segni di dilavamento diffuso che solo raramente e in corrispondenza di aumento delle pendenze o di tagli netti del pendio si acutizzano producendo linee di ruscellamento concentrato.

4.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal tracciato in progetto, partendo dalla diga di Genna is Abis, nel territorio comunale di Uta, si sviluppa nelle Sardegna meridionale, interessando la regione storica del Sulcis, per arrivare alla diga di Monte Pranu, nel territorio comunale di Tratalias. Si tratta di un'area molto estesa in cui il paesaggio è caratterizzato nel suo settore centrale da una morfologia montuosa, racchiusa a nord dalla piana valliva del fiume Cixerri, e a sud dal comparto collinare e costiero del Sulcis.

Nell'area si riscontra una grande variabilità di litotipi, sia litologica che cronologica, che comprende rocce sedimentarie, metamorfiche, intrusive ed effusive a rappresentare quasi tutti i periodi geologici dal paleozoico al quaternario. In generale, le aree pianeggianti e quelle di raccordo con i rilievi sono generalmente caratterizzate dalla presenza in affioramento dei litotipi più recenti, ascrivibili al Quaternario, rappresentati dai depositi alluvionali antichi ed attuali, prodotti in seguito al trasporto e deposizione del materiale preso in carico da parte dei maggiori corsi d'acqua presenti.

Le aree più acclivi, per contro, sono caratterizzate dall'affioramento dei litotipi più competenti, di età terziaria e di origine vulcanica i più recenti, e di origine sedimentaria e metamorfica i più antichi, ascrivibili al Paleozoico.

Il tracciato dell'opera ricade come detto nel settore sud occidentale della Sardegna meridionale, il quale è stato oggetto, sin dalle ere più antiche, di una evoluzione geologica complessa che ha fortemente peculiarizzato la costituzione litologica e l'assetto strutturale e geomorfologico.

Le rocce che costituiscono l'ossatura dei rilievi sono ascrivibili prevalentemente al Paleozoico, e la cui origine è riconducibile a processi di deposizione di sedimenti in ambiente prevalentemente marino, in un

periodo compreso tra il Cambriano (circa 570 milioni di anni) e il Carbonifero inferiore (circa 280 milioni di anni), con probabile inizio della sedimentazione risalente al Precambriano superiore (670 milioni di anni).

Il processo comincia nel Cambriano inferiore con la deposizione di sedimenti arenacei ed argillosi con livelli calcarei che ha dato origine alle arenarie calcaree, calcari e dolomie della Formazione di Nebida; il successivo abbassamento del livello del mare ha prodotto in seguito una piattaforma su cui si sono impostati i processi di sedimentazione dei fanghi carbonatici della Formazione di Gonnese.

Il Cambriano medio superiore è caratterizzato da un nuovo approfondimento del mare che ha poi determinato una ripresa della sedimentazione di sabbie ed argille che vanno a costituire la Formazione di Cabitza. Gli affioramenti di questi litotipi connotano fortemente il territorio, conferendogli un aspetto aspro ed impervio, da cui emergono i principali rilievi.

I movimenti tettonici legati all'orogenesi caledoniana provocarono l'emersione e il piegamento dei litotipi sedimentati sul fondo marino, sulle cui superfici, parzialmente erose dai processi geomorfologici, iniziarono a sedimentare nuovi depositi trasportati dai fiumi nel fondo dei mari: si tratta di depositi che testimoniano un ambiente di sedimentazione di piana alluvionale e costiera, rappresentati da conglomerati e arenarie con inclusi grossi blocchi di calcari e dolomie.

I successivi episodi di sedimentazione, tipici di ambiente di mare poco profondo, hanno prodotto il deposito di arenarie, argille e siltiti, ricche di resti fossili (Briozoi, Brachiopodi, Tentaculiti, Graptoliti, Crinoidi, Trilobiti), che andranno a costituire la Formazione di Monte Orri.

L'orogenesi ercinica, caratterizzata da un'attività tettonica compressiva molto più energica rispetto a quella della precedente orogenesi caledoniana, causò importanti deformazioni nelle rocce sedimentarie preesistenti impostando i processi di metamorfismo che hanno fortemente influenzato le caratteristiche petrografiche dei litotipi presenti. La stessa attività tettonica ha innescato inoltre forti processi erosivi, con la conseguente sedimentazione di potenti coltri di depositi terrigeni alla base delle catene montuose in fase di sollevamento. Le spinte tettoniche fecero sì che intere masse rocciose si piegassero e si spostassero per grandi distanze andando a ricoprire, in parte, le litologie sopra descritte.

Tutto il complesso montuoso paleozoico è interessato e delimitato da faglie e fosse di sprofondamento tettonico, che originatesi durante l'era Terziaria sono state poi riattivate dai movimenti neotettonici quaternari plio-pleistocenici.

A est il territorio è delimitato da faglie a direzione NNO-SSE, a nord la depressione della Valle del Cixerri è impostata su faglie dirette E-W, ad ovest la depressione del basso Sulcis (Santadi, Nuxis) ed a sud la zona costiera sono infine delimitate da faglie a direzione NNE-SSW.

Questi movimenti distensivi hanno determinato l'abbassamento di ampie superfici che sono state poi colmate dalla messa in posto delle litologie vulcaniche oligo-mioceniche e dei sedimenti eocenici.

Le fasce pedemontane e costiere che circondano il comparto montuoso sono costituite quindi da litologie più recenti appartenenti all'era Terziaria. Nel settore di Villaperuccio e Tratalias, interessate dall'ultimo tratto del tracciato in progetto, sono presenti litologie di origine vulcanica rappresentate da rocce andesitiche e riolitiche, rosso-violacee o grigio-verdastre, appartenenti al ciclo vulcanico dell'Oligocene medio e del Miocene inferiore (29 - 15 milioni di anni).

Sovente tali litologie sono ricoperte da depositi terrigeni costituiti da conglomerati, arenarie, argille, con intercalazioni calcaree fossilifere; si tratta dei sedimenti appartenenti alla Formazione del Cixerri (Eocene medio - Oligocene), a testimoniare ambienti di sedimentazione fluvio-lacustri, colmati da depositi di materiali provenienti dallo smantellamento delle litologie circostanti.

Il Quaternario è rappresentato da depositi detritici alluvionali costituiti da ghiaie più o meno cementate, da sabbie, argille e limi; tali depositi si possono osservare in tutte le piane costiere ed interne. Il tratto nord orientale del tracciato è interessato da queste litologie che ricoprono in modo più o meno continuo tutte le litologie ascrivibili alle ere precedenti. L'intera successione sedimentaria copre un periodo compreso tra il Pliocene sup. e l'Olocene e può essere distinta in tre gruppi litologici fondamentali in base alle modalità di formazione: depositi pedemontani sotto forma di glacis, depositi in cono ed in falda di detrito, alluvioni ciottolose, sabbiose e limoso-argillose di origine fluvio-palustre.

I depositi terrazzati, si presentano più compatti e con una maggiore frazione argillosa rispetto ai depositi sciolti recenti; i livelli più francamente limosi e argillosi sono ascrivibili invece a facies palustri e lacustri.

In linea generale si può dire che la parte iniziale del tracciato si sviluppa in aree pseudo pianeggianti, e interessa litologie recenti ed attuali, costituite dai depositi ghiaiosi-sabbiosi-limosi di origine alluvionale; si tratta di litologie terrigene più o meno addensate caratterizzate da spessori relativamente modesti, dell'ordine della ventina di metri. Man mano che si procede verso le aree a maggiore acclività, che riguardano circa il 25% dello sviluppo totale, si incontrano i litotipi ascrivibili al basamento metamorfico: si tratta di litologie sedimentarie paleozoiche fortemente deformate dall'orogenesi ercinica e che presentano spesso marcati caratteri di scistosità.

Lasciata la regione montuosa, la restante porzione di progetto si sviluppa nuovamente su aree più o meno pianeggianti caratterizzate questa volta dalla presenza dei litotipi terziari, rappresentati dalle coperture vulcaniche in facies ignimbratica riconducibili all'intensa attività vulcanica calco-alcalina oligo-miocenica che ha interessato la regione del Sulcis, e ancora dalla presenza di depositi ghiaiosi sabbiosi limosi terrazzati antichi e recenti, ed attuali.

La parte settentrionale del tracciato si sviluppa ad andamento NW-SE, fiancheggiando i bordi della valle del Cixerri e impostandosi essenzialmente su litologie terrigene quaternarie e recenti, rappresentate da coltri ghiaiose-sabbiose-limose, sciolte e/o mediamente addensate, generalmente poco cementate, depositatesi ad opera dei corsi d'acqua e caratterizzate sostanzialmente da scheletro clastico.

Le zone caratterizzate da terreni a granulometria fine e media sono ubicate soprattutto in corrispondenza delle aree a basso drenaggio idrico presenti nelle parti depresse.

I terreni fluvio-palustri, che presentano spessori limitati, mostrano una componente sabbiosa, proveniente dal dilavamento delle aree circostanti.

Le aree pianeggianti o sub-pianeggianti, in assenza di condizioni di pericolosità idrogeologica, non hanno nessun tipo di limitazione per le lavorazioni connesse alla realizzazione del progetto. In corrispondenza di questo settore, a tratti il territorio risulta fortemente modificato dalle attività agricole che hanno contribuito ad addolcire la morfologia dei versanti.

I processi morfogenetici naturali ancora attivi nell'area sono legati alle residue capacità di erosione, trasporto e sedimentazione dei corsi d'acqua, i cui tracciati si impostano generalmente su alvei naturali.

La fisiografia attuale dell'area è derivata fundamentalmente dalle dislocazioni tettoniche di età terziaria che hanno generato faglie, sollevamenti differenziati, apertura di incisioni vallive e approfondimenti di depressioni morfologiche.

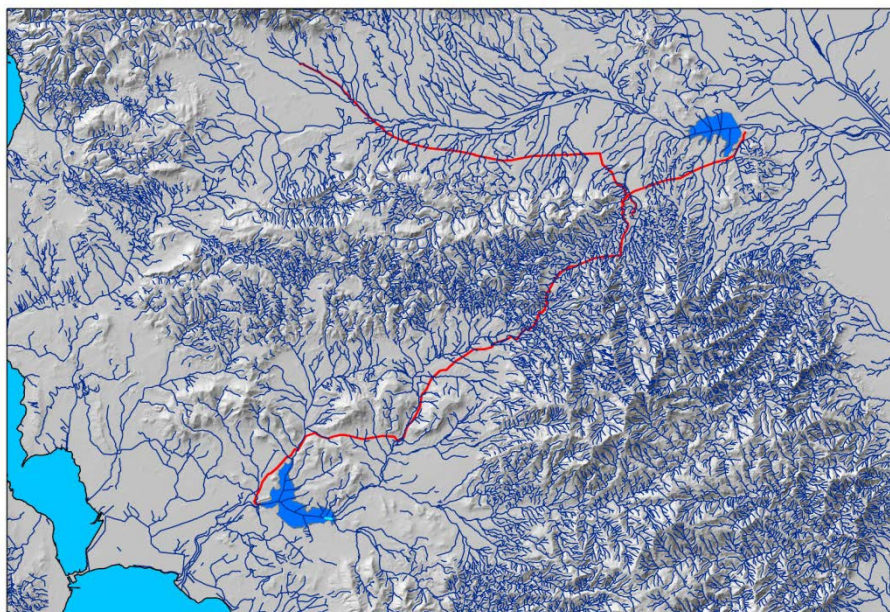
Le forme più marcatamente deposizionali caratterizzano con rilevanza le aree a maggiore attitudine irrigua e sono rappresentate dalle aree di fondovalle, che mostrano incisioni attuali o non più attive, e dalle depressioni morfologiche.

4.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per ciò che concerne l'idrografia superficiale, il territorio in esame, proprio per l'estensione che presenta, si mostra caratterizzato da una idrografia superficiale varia ed articolata in considerazione della presenza nelle aree ad andamento morfologico pianeggiante di paleo alvei sepolti, i quali si sovrappongono e si intrecciano in vario modo. Sovente questo sistema di strutture causa variazioni laterali di permeabilità e lenticolarità degli orizzonti e condiziona la circolazione idrica sotterranea secondo complesse reti di drenaggio. Da una disamina del contesto generale si evince che la circolazione idrica è direttamente condizionata dalle caratteristiche morfo-strutturali delle formazioni litologiche sulle quali si imposta il reticolo idrografico che assume un andamento dendritico caratterizzato da una elevata gerarchizzazione dei tratti.

L'analisi dell'attuale reticolo idrografico evidenzia che i processi morfogenetici naturali attivi sono connessi alle capacità di erosione, trasporto e sedimentazione dei corsi d'acqua i quali convogliano le acque verso una unica asta torrentizia per settore di drenaggio. Nelle aree collinari e montuose, in ragione delle litologie compatte che attraversano, le incisioni si impostano su vallecole strette e sinuose, mentre nelle porzioni pianeggianti esse si presentano poco definite, con gradiente idraulico moderato e caratterizzate da afflussi idrici alimentati spesso dal ruscellamento diffuso. L'attività agricola ha talora parzialmente rimodellato l'andamento topografico, tuttavia le linee di drenaggio hanno mantenuto comunque più o meno intatta la funzione di alleggerimento dei flussi idrici provenienti dalle fasce pedemontane.

Il tracciato si sviluppa a cavallo di due bacini idrografici della Sardegna: il sub-bacino 7 Flumendosa-Campidano-Cixerri, e il sub-bacino 1 Sulcis. Di seguito si riporta uno schema del reticolo idrografico caratterizzante il comparto in esame.



L'area centrale del tracciato, che lasciando i rilievi impostati sulle litologie paleozoiche si sviluppa nell'area di raccordo con la piana, è interessata dalla presenza di uno dei principali corsi d'acqua, il Rio Mannu, che nasce dalla confluenza del Riu Barisoni e del Riu Tiriccu, e che si snoda con un profilo di equilibrio maturo e un andamento meandriforme fino ad arrivare all'invaso di Monte Pranu.

Il tracciato interseca l'andamento di tutta una serie di incisioni fluviali a carattere stagionale che mostrano portate poco rilevanti condizionate prevalentemente dagli eventi pluviometrici e tempi di corrivazione bassi in ragione dei bassi valori di permeabilità dei terreni.

Sistema degli acquiferi sotterranei

Gli acquiferi, in considerazione dell'attività agricola presente nelle aree morfologicamente pianeggianti, costituiscono un'importante risorsa strategica e mostrano una origine sia valliva, sia pedemontana. Nel territorio in esame vengono sfruttate sia le falde superficiali, alimentate dall'alveo sommerso del corso d'acqua principale e caratterizzate generalmente da bassa produttività, che quelle più profonde.

Tali falde sono alimentate dalla circolazione idrica profonda proveniente dai rilievi paleozoici e dai flussi idrici superficiali connessi con le falde di subalveo il cui tasso di ricarica non risulta tuttavia compromesso da opere di regimazione idraulica effettuate lungo gli alvei poiché non sono presenti opere di impermeabilizzazione delle sponde, che possano ridurre gli scambi idrici.

I terreni presenti, in ragione delle caratteristiche geolitologiche con particolare riferimento alla capacità di assorbimento possono essere suddivisi in terreni a permeabilità medio alta, cui appartengono quei terreni che presentano una buona circolazione idrica e sono rappresentati da coperture alluvionali scioklte ed incoerenti, e terreni a permeabilità medio bassa, cui appartengono i litotipi coerenti. La bassa permeabilità è data dalle caratteristiche di compattezza della roccia che si mostra localmente permeabile per fessurazione/fratturazione.

Nell'area in esame possono essere distinte tre zone a differente permeabilità:

- sedimenti alluvionali recenti: permeabilità alta

- sedimenti alluvionali antichi e terrazzati: permeabilità media
- litotipi coerenti rappresentati dalle litologie paleozoiche e da quelle effusive oligo mioceniche: da mediamente a poco permeabili

4.5. DESTINAZIONE D'USO DELLE AREE ATTRAVERSATE

Per ciò che concerne la destinazione d'uso delle aree attraversate sulle quali si imposta lo sviluppo della condotta, si è fatto riferimento all'uso attuale del suolo redatto in scala 1:25000 sulla base della Legenda Corine Land Cover.

La linea *Medau Zirimilis – Punta Gennarta* risulta prevalentemente impostata su aree destinate a seminativi semplici e colture orticole a pieno campo (codice 2121), e seminativi in aree non irrigue (Codice 2111).

Il tratto *nodo Cixerri – Medau Zirimilis* risulta anch'esso intersecante aree adibite a seminativi semplici, pioppeti, eucalitteti (Codice 31121), prati artificiali (Codice 2112) e frutteti (Codice 222).

Il tratto *Medau Zirimilis – Bau Pressiu* è invece connotato da un contesto di naturalità, è infatti caratterizzato dalla presenza di macchia mediterranea (Codice 3231), gariga (Codice 3232), boschi di latifoglie (Codice 3111).

Il tratto *Bau Pressiu – Monte Pranu* ritorna infine ad essere caratterizzato da seminativi in aree non irrigue, frutteti, vigneti, prati artificiali.

4.6. RICOGNIZIONE DEI SITI A RISCHIO POTENZIALE DI INQUINAMENTO

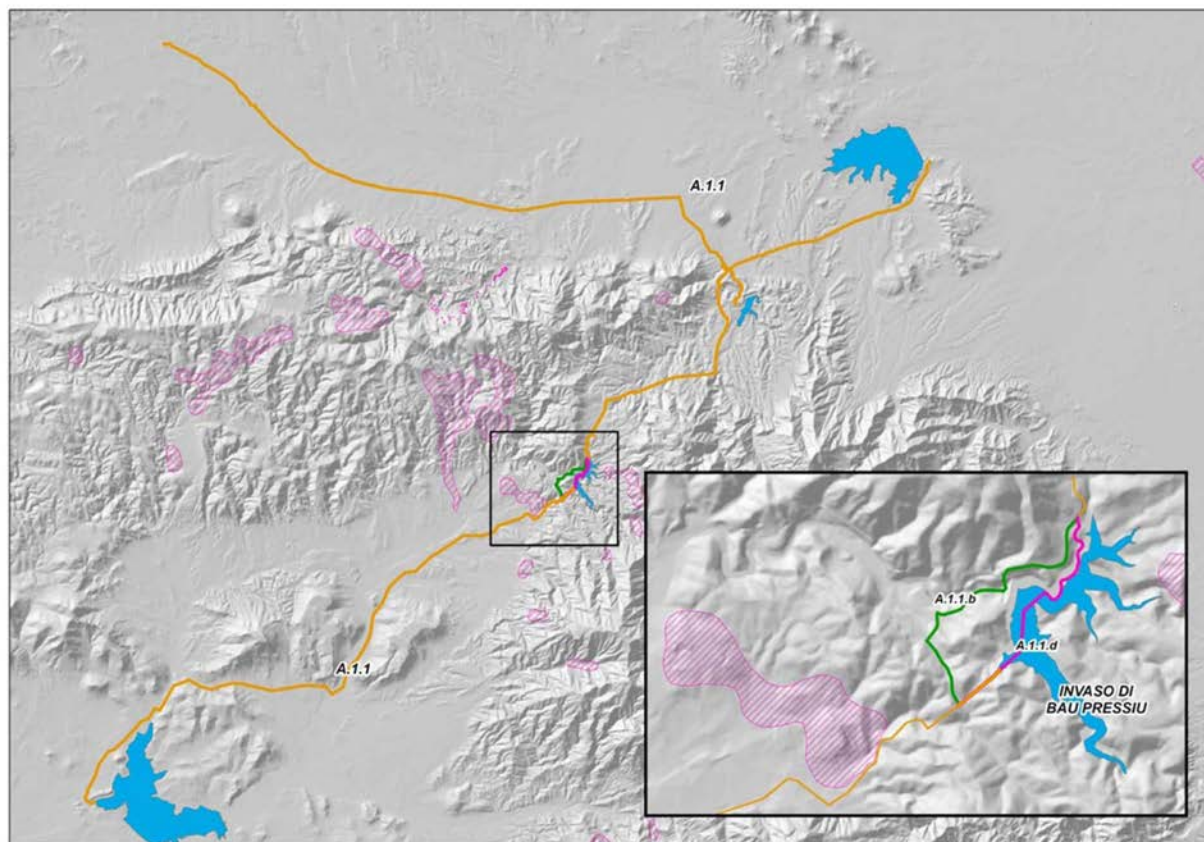
Dall'esame dei tracciati dell'opera in progetto e le aree perimetrare dal SIN *Sulcis-Iglesiente-Guspinese*, si riscontra che le aree di sedime e di cantierizzazione, nonché l'ubicazione dei manufatti principali previsti dalla proposta progettuale, risultano esterni agli ambiti di perimetrazione definiti dal SIN.

Peraltro le stesse aree direttamente coinvolte dal progetto, alla luce dei dati attualmente disponibili e delle evidenze di campo attualmente ottenute, non appaiono essere mai state interessate da processi e attività di natura produttiva o di altro genere, potenzialmente correlabili ad eventuali processi di dispersione di prodotti contaminanti.

Per quanto riguarda la ricognizione dei siti a rischio potenziale di inquinamento, lungo il tracciato sono state individuate aree a potenziale criticità ambientale. Si tratta di aree interessate da attività mineraria pregressa, ormai dismessa, per le quali il rischio di potenziale inquinamento è connesso prevalentemente alla presenza di numerose discariche minerarie generalmente prive di qualsiasi tipo di sistemazione e messa in sicurezza, compresa la protezione dalle acque zenitali e di controllo e raccolta delle acque di percolazione. Si sottolinea che lo sviluppo del tracciato, tuttavia, non interseca specificatamente alcuna area mineraria o discarica.

La presenza di tali aree minerarie nel settore è connessa con la presenza di svariate mineralizzazioni tra cui in particolare galena, blenda, calcopirite e solfuri misti.

Di seguito viene riportata una planimetria dello sviluppo del tracciato in relazione alla presenza delle aree SIN, che mostra l'assenza di sovrapposizione di tali aree con il tracciato di progetto.



In sede preliminare delle valutazioni è stata predisposta una prima campagna di indagine (si veda elaborato PF.9.8 e Allegato 1 al presente documento) avente la finalità specifica di una analisi ricognitiva relativa alle caratteristiche delle formazioni detritiche superficiali presenti lungo il tracciato delle opere oggetto di progettazione, orientata alla acquisizione di informazioni relative ai requisiti di caratterizzazione indicati dall'allegato 4 del D.P.R. n. 120/2017.

L'acquisizione di tali informazioni, finalizzata ad evidenziare la eventuale ricorrenza di condizioni di specificità relative alla qualità delle formazioni superficiali lungo il tracciato, utili in sede di predisposizione del Piano Preliminare di Utilizzo in sito delle TRS, ha consentito di riscontrare, nei siti indagati, l'assenza di superamenti delle concentrazioni delle CSC di cui alle colonne A e B, Tabella1, Allegato5, al Titolo V, della parte IV del D.lgs.152/2006.

L'esigenza di una indagine preventiva relativa alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo deriva dalle specificità del contesto di intervento. Quest'ultimo infatti è interamente inquadrato all'interno del territorio del Sulcis-Iglesiente, caratterizzato come noto da generali condizioni di problematicità in termini di qualità delle matrici ambientali, principalmente in relazione da un lato alle caratteristiche geochimico-mineralogiche naturali delle formazioni che strutturano l'assetto geologico del settore, dall'altro alle attività minerarie di sfruttamento economico di tali importanti giacimenti metalliferi, di natura prevalentemente piombo-zincifera che hanno interessato per un arco di tempo plurisecolare il territorio.

Sebbene, come detto, le aree di interesse del progetto non interessino direttamente tali siti, aspetti di criticità in termini di qualità ambientale della matrice suolo potrebbero essere riferibili alla ricorrenza di processi di dispersione fluviale dei prodotti contaminanti a partire dalle fonti di pericolo rappresentate dalle aree ex minerarie dismesse.

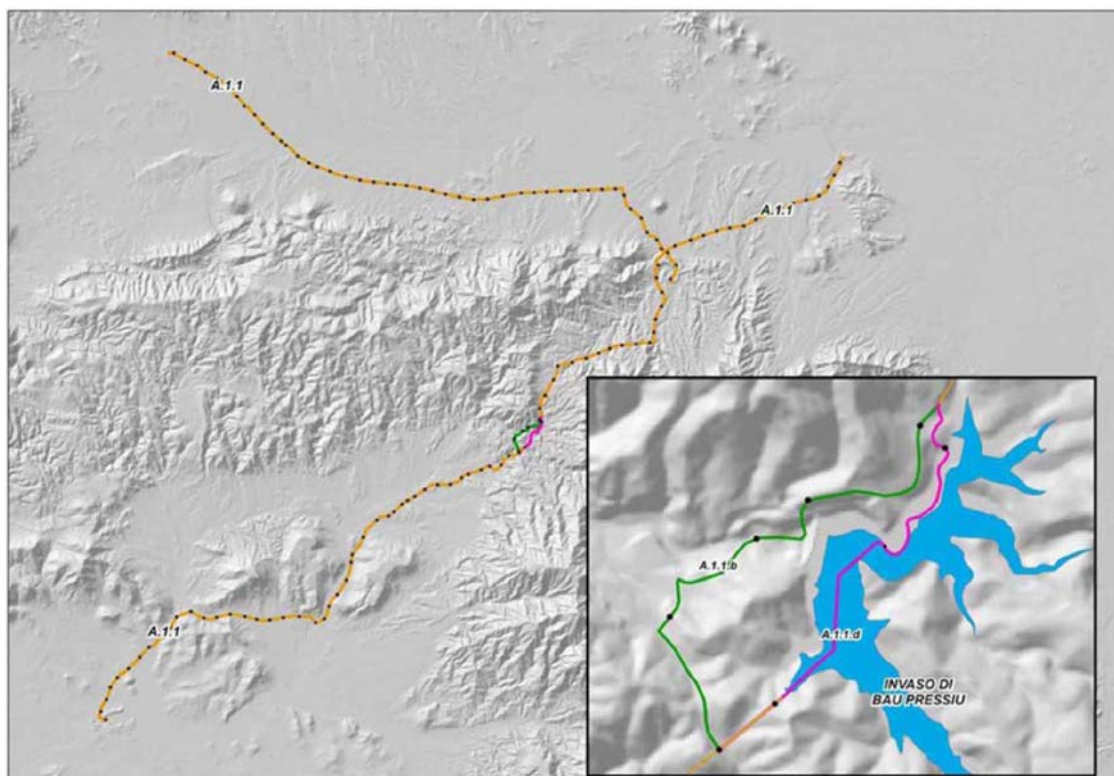
5. PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

La caratterizzazione ambientale è svolta per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo; nel seguito si illustrano le modalità esecutive generali mediante le quali saranno realizzate le indagini di caratterizzazione delle TRS.

La gestione delle TRS sarà effettuata applicando i criteri del D.P.R. n. 120/17, e nello specifico ai sensi dell'allegato 2 "procedure di campionamento in fase di progettazione"

La caratterizzazione ambientale sarà eseguita mediante scavi esplorativi, con individuazione di 130 punti di campionamento, individuati al fine di perseguire una rappresentatività sia in senso spaziale (un punto circa ogni 500 m lineari di tracciato), sia in termini di variabilità litologica, sia infine di potenziali aree di più elevata potenzialità di contaminazione (intersezioni con sistemi idrografici sede di passate attività minerarie).

L'immagine seguente mostra lo sviluppo generale del tracciato relativo all'alternativa A.1.1 con l'ubicazione totale generale dei punti di campionamento. In riferimento al superamento del nodo di Bau Pressiu, sono rappresentate entrambe le alternative previste.



La tabella seguente indica i punti di campionamento proposti (evidenziati in verde i punti di campionamento già caratterizzati nell'ambito della precedente campagna di indagini; in grassetto il codice dei punti ricadenti all'interno di aree valutate previsionalmente come potenzialmente contaminate perché poste lungo sistemi fluviali a valle di siti minerari).

PUNTI	LITOLOGIA	TIPO SUPERF	COORD X	COORD Y
P01	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.466.828	4.351.498
P02	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.467.233	4.351.252
P03	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.467.681	4.351.045
P04	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.467.990	4.350.807
P05	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.468.414	4.350.564
P06	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.468.823	4.350.276
P07	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.469.136	4.349.910
P08	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.469.392	4.349.559
P09	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.469.769	4.349.243
P10	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.470.070	4.348.903
P11	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.470.431	4.348.588
P12	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.470.738	4.348.319
P13	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo	1.470.909	4.348.167
P14	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.471.333	4.347.767
P15	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.471.746	4.347.517
P16	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.472.042	4.347.381
P17	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.472.502	4.347.209
P18	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.473.090	4.347.014
P19	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.473.602	4.346.894
P20	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.474.103	4.346.819
P21	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.474.604	4.346.766
P22	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.474.849	4.346.741
P23	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.475.293	4.346.692
P24	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.475.784	4.346.599
P25	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.476.238	4.346.504
P26	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.476.701	4.346.377
P27	Formazione Genna Muxerru	Suolo+regolite	1.477.215	4.346.270
P28	Arenarie di San Vito	Suolo+regolite	1.477.729	4.346.173
P29	Arenarie di San Vito	Suolo+regolite	1.478.237	4.346.199
P30	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.478.806	4.346.299
P31	Depositi alluvionali attuali	Fluviale	1.479.468	4.346.408
P32	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.479.934	4.346.430
P33	Formazione del Cixerri	Suolo	1.480.388	4.346.449
P34	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.480.901	4.346.475
P35	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.481.411	4.346.496
P36	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.481.910	4.346.520
P37	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.482.398	4.346.541
P38	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.482.888	4.346.563

P39	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.483.198	4.346.336
P40	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.483.440	4.345.835
P41	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.483.825	4.345.505
P42	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.484.040	4.344.981
P43	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.484.393	4.344.705
P44	Arenarie di San Vito	Suolo+regolite	1.484.568	4.344.377
P45	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.491.063	4.347.530
P46	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo	1.490.847	4.347.080
P47	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo	1.490.625	4.346.645
P48	Formazione del Cixerri	Suolo	1.490.290	4.346.318
P49	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.489.821	4.346.155
P50	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.489.361	4.346.027
P51	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.488.909	4.345.870
P52	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.488.472	4.345.678
P53	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.487.996	4.345.443
P54	Formazione del Coxerri	Suolo	1.487.550	4.345.215
P55	Formazione del Cixerri	Fluviale	1.487.048	4.345.139
P56	Formazione del Cixerri	Fluviale	1.486.577	4.345.035
P57	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.486.091	4.344.860
P58	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.485.624	4.344.695
P59	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.485.057	4.344.492
P60	Formazione di Pala Manna	Suolo+regolite	1.484.783	4.344.235
P61	Arenarie di S.Vito	Suolo+dep.vers.	1.484.444	4.343.779
P62	Formazione di Pala Manna	Suolo+ dep vers	1.484.388	4.343.324
P63	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo	1.485.105	4.343.790
P64	Formazione di Pala Manna	Suolo+regolite	1.484.897	4.343.273
P65	Arenarie di S.Vito	eluvio-colluvio	1.484.578	4.342.790
P66	Formazione di pala Manna	Suolo+dep vers	1.484.568	4.342.270
P67	Formazione di pala manna	Suolo+dep vers	1.484.356	4.341.807
P68	Formazione di Genna Muxerru	Suolo+dep vers	1.484.288	4.341.318
P69	Formazione di Rio San Marco	Fluviale	1.484.145	4.340.940
P70	Formazione di rio San Marco	Suolo	1.483.629	4.340.887
P71	Formazione di Rio San Marco	Fluviale	1.483.121	4.340.844
P72	Formazione di Portixeddu	Suolo+dep vers	1.482.679	4.340.725
P73	Formaz.Monte Orri	Suolo+dep.vers	1.482.279	4.340.561
P74	Formaz.Monte Orri	Suolo+dep.vers	1.481.817	4.340.370
P75	Formazione di Monte Argentu	Suolo+ deposito	1.481.316	4.340.217
P76	Formazione di Monte Argentu	Suolo+ deposito	1.480.789	4.340.083
P77	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.480.635	4.339.573
P78	Formazione di Monte Argentu	Suolo+ deposito	1.480.329	4.339.010
P79	Formaz.Monte Orri	Fluviale	1.480.137	4.338.587
Alternativa A1.1.b				
P80	Formazione di Monte Argentu	Suolo+ deposito	1.480.122	4.338.163
P83	Scisti di Cabitza	Fluviale	1.479.714	4.337.890

P84	Scisti di Cabitza	Suolo+dep vers	1.479.527	4.337.749
P85	Scisti di Cabitza	Suolo+regolite	1.479.212	4.337.465
P86	Scisti di Cabitza	Suolo+dep vers	1.479.594	4.337.151
Alternativa A1.1.d				
P81	Formazione di Monte Argentu	Suolo+dep vers	1.480.212	4.338.081
P82	Scisti di Cabitza	Dep- lacuali	1.480.004	4.337.703
P87*	Scisti di Cabitza	Suolo+dep vers	1.479.391	4.336.982
P88	Scisti di Cabitza	Suolo+dep.vers.	1.479.016	4.336.845
P89	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluv.+dep.vers.	1.478.738	4.336.508
P90	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.478.303	4.336.462
P91	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.477.997	4.336.325
P92	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.477.531	4.336.167
P93	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.477.295	4.336.038
P94	Depositi Fluvio-alluvionali recenti	Suolo	1.476.880	4.335.803
P95	Formazione alluvionale del Cixerri	Suolo+regolite	1.476.425	4.335.782
P96	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.475.958	4.335.611
P97	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.475.592	4.335.357
P98	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.475.336	4.335.205
P99	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.475.134	4.335.060
P100	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.474.840	4.334.788
P101	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.474.637	4.334.638
P102	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.474.216	4.334.488
P103	Coltri eluvio-colluviali recenti ed attuali	Suolo+regolite	1.473.723	4.333.860
P104	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.473.324	4.333.228
P105	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo-regolite	1.473.281	4.332.944
P106	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+dep vers	1.473.107	4.332.303
P107	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.472.774	4.331.775
P108	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+dep vers	1.472.475	4.331.352
P109	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.472.302	4.330.900
P110	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Fluviale	1.471.976	4.330.749
P111	Depositi fluvio-alluvionali attuali	Suolo+regolite	1.471.394	4.330.984
P112	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.470.815	4.330.936
P113	Coltri eluvio-colluviali recenti ed attuali	Suolo+regolite	1.470.320	4.330.853
P114	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo+regolite	1.469.841	4.330.876
P115	Scisti di Cabitza	Fluviale	1.469.416	4.330.977
P116	Formazione del Cixerri	Suolo	1.468.882	4.331.067
P117	Formazione del Cixerri	Suolo	1.468.397	4.330.944
P118	Brecce di Serra e Tepuis	Suolo+regolite	1.467.923	4.330.924
P119	Brecce di serra e Tepuis	Suolo+regolite	1.467.446	4.331.165
P120	Andesiti di Guardia Manna	Suolo+dep vers	1.466.931	4.330.960
P121	Andesiti di Monte Ennazza	Suolo+dep vers	1.466.711	4.330.564
P122	Andesiti di Monte Ennazza	Suolo+dep vers	1.466.477	4.330.201
P123	Formazione di Monte Ennazza	Fluviale	1.466.033	4.329.887
P124	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.465.595	4.329.486

P125	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.465.188	4.329.078
P126	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.464.780	4.328.783
P127	Depositi alluvionali terrazzati	Suolo	1.464.530	4.328.419
P128	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Fluviale	1.464.381	4.327.991
P129	Depositi fluvio-alluvionali recenti terrazzati	Suolo	1.464.185	4.327.535
P130	Rioliti di Monte Crobu	Suolo+regolite	1.464.358	4.327.229

* - al punto P87 si riferisce il campionamento alla quota dello scavo in microtunnelling

I dati di progetto indicano, come più avanti meglio specificato, che le profondità di scavo sono sempre superiori ai 2 m; l'allegato 4 al D.P.R. n. 120/17 prevede che per profondità di scavo superiori ai 2 m vengano prelevati n. 3 campioni, pertanto il numero di campioni da sottoporre ad analisi chimico fisiche dovrà essere almeno pari a 3 secondo il seguente schema:

- Campione 1: da 0 a 1 m dal piano di campagna
- Campione 2: nella zona di fondo scavo
- Campione 3: nella zona intermedia tra i due

Qualora si preveda, in funzione della profondità da raggiungere, una considerevole diversificazione delle terre e rocce da scavo da campionare e si renda necessario tenere separati i vari strati al fine del loro riutilizzo, può essere adottata la metodologia di campionamento casuale stratificato, in grado di garantire una rappresentatività della variazione della qualità del suolo sia in senso orizzontale che verticale.

In genere i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali delle terre e rocce da scavo sono prelevati come campioni compositi per ogni scavo esplorativo o sondaggio in relazione alla tipologia ed agli orizzonti individuati.

Nel caso di scavo esplorativo, al fine di considerare una rappresentatività media, si prospettano le seguenti casistiche:

- campione composito di fondo scavo;
- campione composito su singola parete o campioni compositi su più pareti in relazione agli orizzonti individuabili e/o variazioni laterali.

In relazione al numero dei campioni da prelevare in ciascun sito, si prevedono in generale le seguenti casistiche e relativo programma di campionamento:

Profondità del substrato di roccia compatta (m dal p.c.)	Numero di campioni da prelevare	Tipologia del campione e intervallo di campionamento (m dal p.c.)	
$X < 1,00$ m	1	Un campione composito	$0 \div 1$ m
$1,00 \text{ m} \leq x \leq 2,00$ m	2	Un campione composito	$0 \div 1$ m
		Un campione composito	$1 \div \leq 2$ m
$2,00 \text{ m} \leq x \leq 3,00$ m	3	Un campione composito	$0 \div 1$ m
		Un campione composito	$1 \div 2$ m

		Un campione composito	2 ÷ ≤ 3 m
--	--	-----------------------	-----------

In riferimento alla porzione di scavo in microtunnelling si prevede il prelievo di un unico campione composito rappresentativo della intera sezione.

Rispetto all'elenco di riferimento previsto dalla Tabella 4.1, il DPR 120/2017 richiede una verifica delle effettive esigenze di caratterizzazione in relazione alle specificità delle aree di interesse, al fine di considerare le sostanze indicatrici che consentano di definire in maniera esaustiva le caratteristiche delle terre e rocce da scavo in modo da escludere che tale materiale costituisca un rifiuto e rappresenti un potenziale rischio per la salute pubblica e l'ambiente.

Nel caso in esame, le aree interessate dal progetto presentano per la quasi completa estensione delle sezioni di tracciato un uso del suolo, attuale e storico, di tipologia agricolo estensiva, agropastorale, forestale e naturalistica, non ricorrendo tipologie di usi riferibili ad attività produttive industriali, commerciali ed assimilabili. Unica parziale eccezione riguarda una porzione di tracciato di circa 1 km localizzata in posizione prossima dell'area ex industriale mineraria di *Sa Marchesa*, benché all'esterno del perimetro SIN relativo a quest'ultima.

Inoltre una significativa porzione del tracciato risulta prossima ad arterie stradali di ordine statale, provinciale e comunale, soggette ad un più o meno significativo traffico veicolare. In questi termini ed in relazione alle caratteristiche delle aree oggetto di intervento, appare in questa sede opportuno assumere in generale il set integrale di analiti della tab.4.1.

In particolare il set è applicato completo su tutti i punti di campionamento ad eccezione di Amianto, BTEX e IPA in riferimento ai quali si prevede una selezione di punti sui quali effettuare le determinazioni. Relativamente ad Amianto le determinazioni sono riferite a punti potenzialmente correlabili, direttamente o indirettamente con la presenza di potenziali fonti di contaminazione costituite soprattutto da edifici con copertura in Eternit. I punti in questione sono i seguenti: P09; P12; P13; P24; P31; P38; P44; P87; P88; P89; P90; P96; P98; P108; P119; P121. L'analisi in questi punti è prevista unicamente sul campione superficiale, ovvero a campioni più profondi solo in relazione alla verifica di eventuali indizi di presenza di sedimenti attuali anche profondità.

La determinazione di BTEX e IPA è invece rinviata ai punti di campionamento compresi entro una distanza di 20 metri da arterie viarie oggetto di un significativo traffico di mezzi. I punti in questione sono i seguenti: P08; P14; P19; P20; P21; P23; P26; P27; P28; P29; P30; P31; P32; P33; P34; P35; P36; P37; P38; P50; P78; P88; P89; P90; P91; P100; P110; P111; P113; P114; P115; P116; P117; P118; P122.

La tabella successiva illustra i set analitici previsti nei diversi punti di campionamento individuati nello studio.

Arsenico	Mercurio
Cadmio	Idrocarburi C>12
Cobalto	Cromo totale
Nichel	Cromo VI

Piombo	Amianto
Rame	BTEX*
Zinco	IPA*
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.	

In relazione alla riscontrata presenza di antimonio nella paragenesi metallica mineraria del settore, come già fatto in occasione della campagna di indagine preventiva eseguita, questo ulteriore analita è integrato a quelli previsti dal set minimale di cui sopra.

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, verrà acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Il prelievo dei campioni di acque di falda sarà effettuato mediante pompa sommersa in modalità *low-flow* (portata dell'ordine di 1 l/min), posta a circa 1 m sotto il livello dinamico della superficie piezometrica, con contestuale misura in sito dei parametri chimico-fisici (Temperatura, Conducibilità elettrica, Ossigeno disciolto e Potenziale Redox). In caso di presenza di acquiferi poco produttivi, si procederà con il prelievo statico mediante boiler monouso.

5.1. GESTIONE DEI CAMPIONI ED ANALISI DI LABORATORIO

I campioni prelevati, saranno gestiti con procedura di controllo della Qualità ed in accordo alla normativa vigente. Ciascun campione, dopo essere stato prelevato ed etichettato, verrà mantenuto al fresco (4°C) mediante l'utilizzo di contenitori frigoriferi trasportabili e/o borse termiche sino al trasferimento al laboratorio di analisi.

Tutti i campioni saranno prelevati in duplice aliquota, in triplice aliquota quelli eventualmente destinati al contraddittorio con ARPAS. Le seconde aliquote saranno idoneamente conservate presso il laboratorio per un periodo non inferiore a 3 mesi salvo diverse indicazioni delle Autorità di Controllo.

Le eventuali terze aliquote, se richiesto, saranno consegnate ad ARPAS.

Il laboratorio riceverà i campioni da analizzare e da conservare sempre accompagnati dalla Catena di Custodia.