



Regione Autonoma della Sardegna
CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
Via Cagliari n. 170 - Oristano

Riqualificazione idraulica della bonifica dello stagno di Sassu
(Fase 1) - **AG_AGR_025**
CAT: P0518
CUP: G22H18000320002

PROGETTO ESECUTIVO

Progettisti:

Ser. Pro. S.r.L.S. engineering

Dott. Ing. Marco Nuvoli
Dott. Ing. Marco Soriga
Prof. Geol. Giuseppe Scanu

Il Responsabile del Procedimento:

Dott. Ing. Giorgio Bravin

Collaboratori:

Pianif. Gianluca Scanu
Dott. Adriano Benatti
Geom. Mattia Sotgiu

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese:

Il Presidente Dott. Carlo Corrias

Titolo: Relazione sulla Gestione delle Materie					C
Rev:	Data	Descrizione/modifica:	Redatto da	Verificato da:	Approvato da:
02	04 / 07 / 2002	Documento originale	Ing. M. Nuvoli		
			Ing. M Soriga		

Riqualificazione idraulica della bonifica dello stagno di Sassu
(Fase 1) - **AG_AGR_025**
CAT: P0518
CUP: G22H18000320002

PROGETTO ESECUTIVO

Luglio 2022

INDICE

0. PREMESSA.....	4
1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	5
2. INQUADRAMENTO.....	7
2.1 Inquadramento territoriale	7
2.2 Inquadramento progettuale	8
2.3 Inquadramento urbanistico.....	9
2.4 Inquadramento geologico	11
2.2.1 I depositi di copertura alluvionali della piana	11
2.5 Inquadramento idrologico e idraulico.....	15
3 UBICAZIONE DEI SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO.....	16
3.1 Scavi e abbancamenti e rilevati	16
3.1.1 Scavi di sbancamento o sterri	16
4 UBICAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO	17
5 DURATA DEL PIANO E TEMPI DI DEPOSITO.....	17
6 OPERAZIONI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE SUI MATERIALI DA SCAVO	17
7 INDAGINI ESEGUITE.....	17
7.1 Le indagini geognostiche	17
7.2 Stratigrafia	18
8 LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO	19
8.1 Piano di campionamento e analisi	19
8.2 Analisi e set analitico delle sostanze indicatrici	19
INDICE DELLE FIGURE.....	22
INDICE DELLE TABELLE.....	22

0. PREMESSA

Il DPR 120/2017 ha introdotto la imprescindibile presentazione della relazione sulla gestione delle materie provenienti dalle operazioni di costruzione/demolizione di opere e infrastrutture. Il disposto dall'art. 24 del succitato DPR contempla la predisposizione del "Piano preliminare di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti", precisando che, "nel caso in cui si decidesse di utilizzare le terre presso altri cantieri si dovrà presentare il piano di utilizzo previsto dall'art.9 del DPR 120/2017".

Ai sensi dell'art. 2 dello stesso D.P.R. 120/2017 si definisce terre e rocce da scavo: *"il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso.*

Il presente Piano è stato sviluppato sulla base del progetto e dei vari allegati che lo costituiscono; nell'eventualità potrà essere ulteriormente integrato sulla base di ulteriori approfondimenti e indagini di dettaglio nella fase di realizzativa.

Il presente Piano, ai sensi del art. 24 del DPR 120/2017, contempla le seguenti parti:

- a) *descrizione delle opere da realizzare, comprese le modalità di scavo;*
- b) *inquadramento ambientale del sito (geografico, geomorfologico, geologico, idrogeologico, destinazione d'uso delle aree attraversate, ricognizione dei siti a rischio potenziale di inquinamento);*
- c) *proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno:*
 - 1. *numero e caratteristiche dei punti di indagine;*
 - 2. *numero e modalità dei campionamenti da effettuare;*
 - 3. *parametri da determinare.*
- d) *volumetrie previste delle terre e rocce da scavo;*
- e) *modalità e volumetrie previste delle terre e rocce da scavo da riutilizzare in sito.*

1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Negli ultimi anni sono state introdotte diverse modifiche alla normativa applicabile ai materiali da scavo per regolarne l'esclusione dalla "gestione come rifiuto". Dal 22 agosto 2017 è entrato in vigore il nuovo **D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120**, che riformula la disciplina ambientale per la gestione delle terre e rocce da scavo derivanti da attività finalizzate alla realizzazione di opere. Adottato sulla base dell'Art. 8 del D.L. 133/2014 (Sblocca Italia), convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164. Il nuovo regolamento incide sul panorama legislativo in tema di materiali da scavo, cumulato nel corso degli anni, disponendo da un lato l'abrogazione di diverse disposizioni di settore e dall'altro confermando la validità di alcune norme passate. Introduce una nuova disciplina sui controlli e rimodula le regole di dettaglio per la gestione come sottoprodotti dei materiali da scavo eleggibili, dettando anche nuove disposizioni per l'amministrazione delle terre e rocce fin dall'origine escluse dal regime dei rifiuti (ex. Art 185 del D.LGS. 152/06) e per quelle, invece, da condurre come rifiuti. I criteri principali da rispettare per la corretta gestione delle Terre e rocce da scavo, in base all'attuale configurazione normativa, possono essere distinti in funzione dei seguenti aspetti:

1. Ipotesi di gestione adottate per il materiale da scavo:
 - *Riutilizzo nello stesso sito di produzione;*
 - *Riutilizzo in un sito diverso rispetto a quello di produzione;*
 - *Smaltimento come rifiuti e conferimento a discarica o ad impianto autorizzato;*
2. Volumi di terre e rocce da scavo movimentate, in base a cui si distinguono:
 - *cantieri di piccole dimensioni – Volumi di terre e rocce da scavo inferiori a 6.000 mc;*
 - *cantieri di grandi dimensioni – Volumi di terre e rocce da scavo superiori a 6.000 mc;*
3. Assoggettamento o meno del progetto alle procedure di VIA e/o AIA;
4. Presenza o meno, nelle aree interessate dal progetto, di siti oggetto di bonifica

In funzione di tali circostanze, il quadro normativo è riassunto nei punti "A e B":

- A. Il materiale generato dalle attività di scavo qualitativamente non idoneo per il riutilizzo o risultato non conforme alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione, deve essere gestito come rifiuto in conformità alla Parte IV - D.Lgs 152/06 e s.m.i. e destinato ad idonei impianti di recupero/smaltimento, privilegiando le attività di recupero allo smaltimento finale; In genere, il terreno scavato non viene riutilizzato se contaminato e rivela caratteristiche geotecniche tali da non consentirne il riutilizzo, oppure è in quantità superiore a quella destinabile al riutilizzo. Inoltre, nel D.P.R. 120/2017 sono indicate le condizioni in presenza delle quali, le terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti possono essere oggetto di deposito temporaneo introducendo una disciplina speciale rispetto a quella individuata dall'articolo 183, comma1, lettera bb), del decreto legislativo n. 152 del 2006.
- B. Il riutilizzo in sito del materiale da scavo è normato dall'art. 185, Comma 1, Lettera C, D.lgs. 152/06 e s.m.i. che esclude dal campo di applicazione della Parte IV "il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato" (Legge 2/2009). La norma in particolare esonera dal rispetto della disciplina sui rifiuti (Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) i materiali. Il riutilizzo in sito è inoltre disciplinato con maggior dettaglio dal D.P.R. 120/2017 il quale stabilisce che per le opere o attività sottoposte a Valutazione di Impatto Ambientale, "la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, è effettuata in via preliminare, in funzione del livello di progettazione e in fase di stesura dello studio di impatto

ambientale (SIA), attraverso la presentazione di un *“Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti”*. Successivamente, in fase di progettazione esecutiva, il proponente o l'esecutore:

- Effettua il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale;
- Redige, accertata l'idoneità delle terre e rocce scavo, un apposito progetto in cui siano definite:
 - le volumetrie definitive di scavo;
 - la quantità del materiale che sarà riutilizzato;
 - la collocazione e durata dei depositi temporanei dello stesso;
 - la sua collocazione definitiva.

Gli esiti di tali attività vanno trasmessi all'autorità competente e all'Agenzia Regionale di Protezione Ambientale (ARPA) o all'Agenzia di Protezione Ambientale territorialmente competente, prima dell'avvio dei lavori. Qualora in fase di progettazione esecutiva non venga accertata l'idoneità del materiale all'utilizzo ai sensi dell'articolo 185, comma 1, lettera c), le terre e rocce vanno gestite come rifiuti ai sensi della Parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006.

La non contaminazione delle terre e rocce da scavo è verificata ai sensi dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017 stesso. Qualora si rilevi il superamento di uno o più limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 Allegato 5, al Titolo V, Parte Quarta del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., è fatta salva la possibilità del proponente di dimostrare, anche avvalendosi di analisi e studi pregressi già valutati dagli Enti, che tali superamenti siano dovuti a caratteristiche naturali del terreno o a fenomeni naturali e che di conseguenza le concentrazioni misurate siano relative a valori di fondo naturale. In tale ipotesi, l'utilizzo dei materiali da scavo può essere consentita a condizione che non vi sia un peggioramento della qualità del sito di destinazione e che tale sito si collochi nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale.

Per concludere il quadro in questione, può essere utile restituire una sintesi dell'iter normativo che ha disciplinato nel corso degli ultimi quarant'anni il tema delle terre e rocce da scavo.

- **D.P.R. 915/82** - che disciplina per i rifiuti, l'obbligo di smaltimento in discarica;
- **D.Lgs. n. 22/97** - (Decreto Ronchi) - originariamente escludeva i materiali da scavo non pericolosi;
- **DM 471/99** - che definisce la verifica del livello di contaminazione;
- **L. 443/01** - (Legge Lunardi) - Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive
- **D.Lgs. N. 152/06** - Norme in materia ambientale;
- **D.Lgs. 4/2008** - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- **D.Lgs. 205/10** - che rettifica la definizione di sottoprodotto;
- **D.L. 2/2012** - Misure straordinarie e urgenti in materia ambientale;
- **D.Lgs. 161/12** - Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo;
- **D.L. 69/2013** - Decreto Fare; Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia
- **L. 71/13** - che chiarisce il campo di applicazione delle terre e rocce da scavo.
- **L. 164/2014** - Sblocca Italia; Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 11 settembre 2014, n. 133, 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;
- **D.P.R. 120/2017** - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo.

2. INQUADRAMENTO

2.1 Inquadramento territoriale

L'area dell'intervento in progetto ricade nel comune di Arborea, più precisamente nella parte nord del territorio a ridosso dello stagno nonché SIC di S'Ena Arrubia. Quest'area si inserisce nel vasto sistema di zone umide dell'Oristanese, in posizione intermedia fra il complesso di Santa Giusta/Cirras e quello di San Giovanni Marceddì.

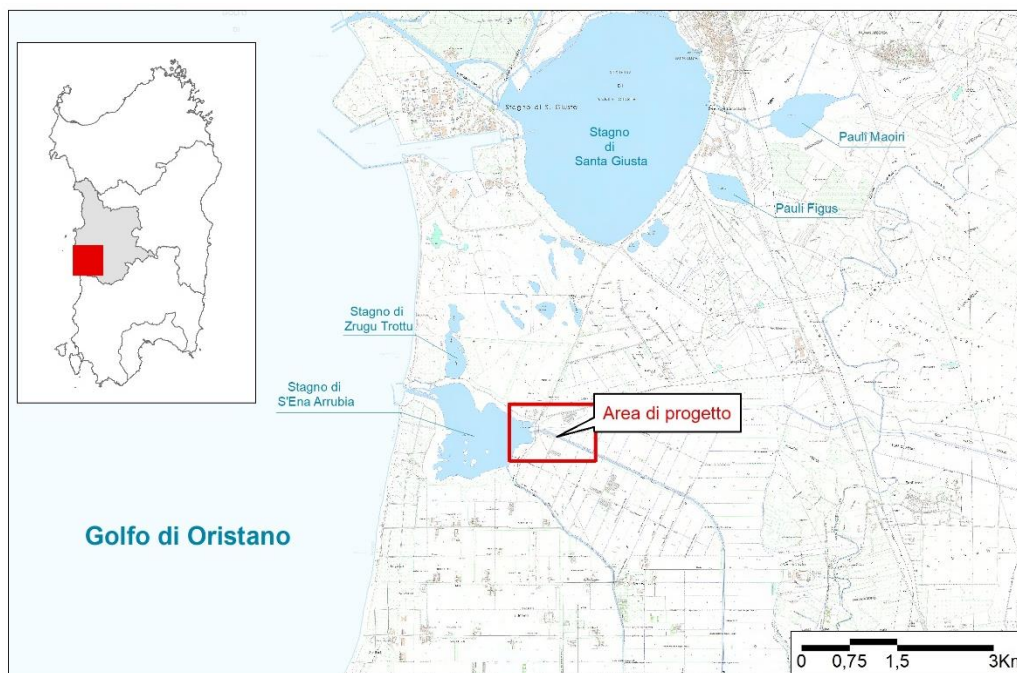


Fig. 1 Inquadramento generale

La conformazione attuale deriva dalla bonifica effettuata a cavallo degli anni '20 e '30, che provocò il prosciugamento dello Stagno di Sassu e del complesso sistema di paludi, detti anche "pauli", che occupava la piana tra il centro urbano di Santa Giusta e quello di Marceddì. La Laguna di S'Ena Arrubia, originariamente alimentata dal bacino idrografico del Rio Mogoro (il cui corso venne deviato verso lo Stagno di San Giovanni), divenne il bacino di raccolta delle canalizzazioni della bonifica e di parte delle acque del Tirso deviate per garantire l'irrigazione della piana. L'afflusso di acque interne è regolato da tre canali:

- *Diversivo di Sant'Anna*
- *Canale delle acque medie*
- *Canale delle acque basse*

Quest'ultimo rappresenta il collettore principale della bonifica e dell'intera piana dell'ex stagno Sassu, in quanto, in funzione della piovosità, gestisce fra i 7 e i 19 milioni di mc d'acqua all'anno. Un apporto idrico così importante è dovuto al fatto che il canale delle acque basse parte dal centro abitato di Marrubiu e si dirige verso nord, percorre l'intero ex stagno Sassu per riversarsi, a mezzo dell'idrovora del Sassu, nello stagno di S'Ena Arrubia. Inoltre, gestisce la rete scolante della piana retrodunale di Arborea, la cui estensione è di circa 2'300 Ha.

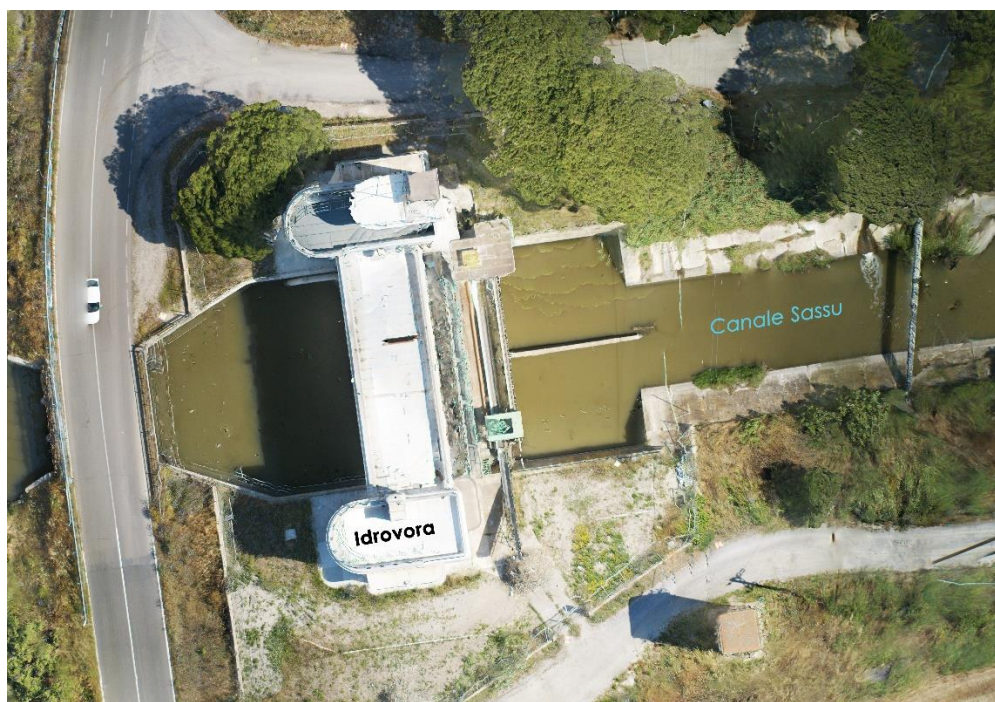
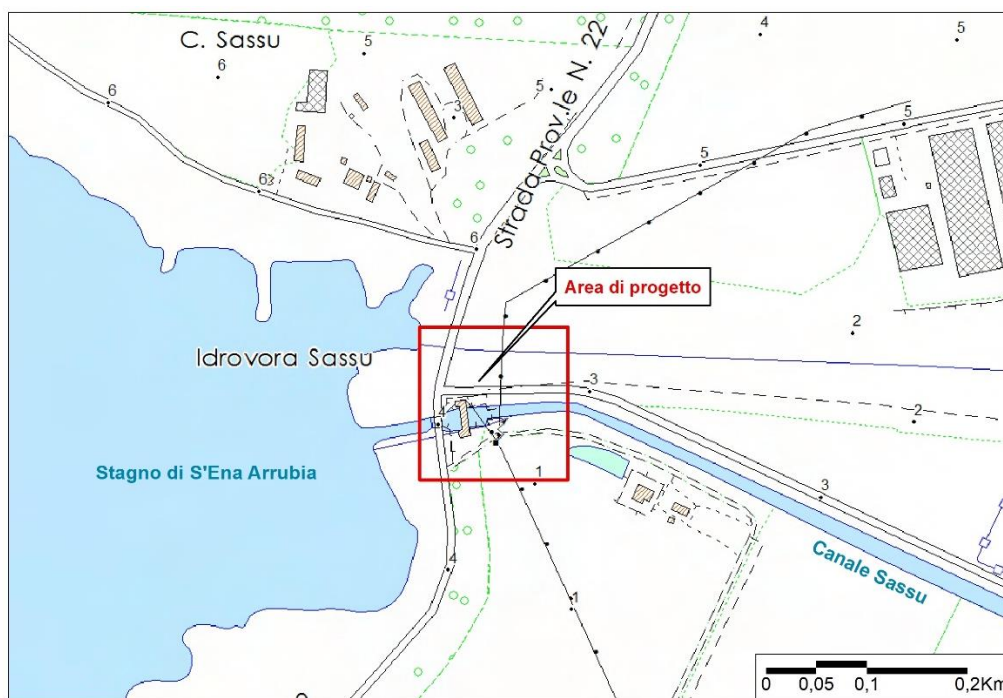


Fig. 2 Stagno di S'Ena Arrubia, Idrovora e canale Sassu

2.2 Inquadramento progettuale

L'opera in programma è costituita da una struttura in c.a., della lunghezza di 8,40 m e larghezza pari a 5.00 m, incastrata nel terreno per 5,00 m nella parte di monte, al cui interno vanno alloggiare le pompe di sollevamento dell'acqua (Fig. 3). La struttura sarà alta 5.0m sul piano campagna e sarà aperta direttamente sul canale Sassu da cui le acque, attraverso uno sgrigliatore per la separazione dei detriti, affluiranno alle pompe per essere sollevate e, tramite una tubazione interrata portate a scaricare nella vasca di arrivo, già esistente, ubicata di lato alla strada della bonifica che corre accanto all'idrovora Sassu, fiancheggiando il canale. Da tale vasca l'acqua sarà scaricata direttamente nello stagno di S'Ena Arrubia lateralmente allo sbocco originario dell'antica idrovora.

La nuova struttura sarà allocata sulla destra orografica del canale Sassu, al suo arrivo nell'idrovora principale, quindi di lato allo storico caseggiato, nel setto che separa la strada dal canale, dove al momento è presente un vecchio albero di pino che però, viste anche le sue condizioni, verrà asportato.



Fig. 3 Planimetria dell'intervento

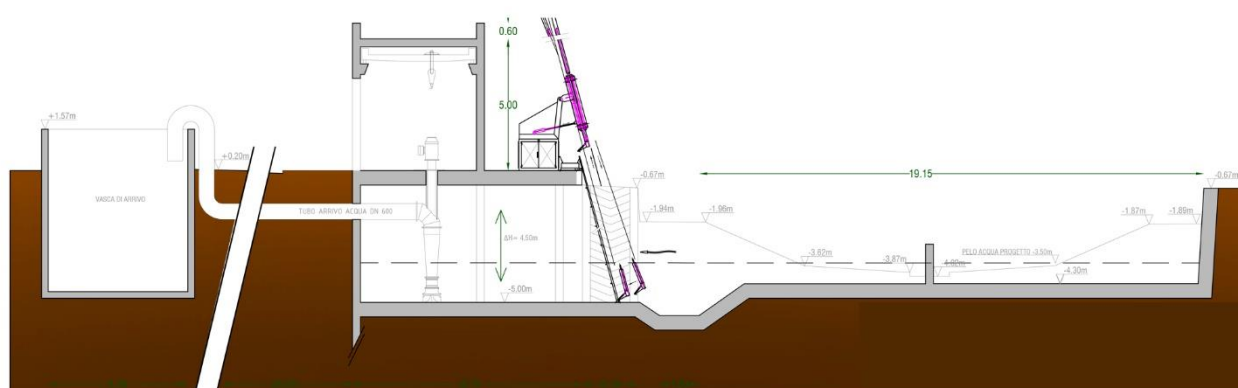


Fig. 4 sezione progettuale

2.3 Inquadramento urbanistico

Come detto, l'area in esame è localizzata a Nord del Comune di Arborea, pertanto per quanto concerne la pianificazione e i relativi strumenti di livello comunale si fa riferimento diretto al PUC di

Arborea che con delibera di consiglio comunale adotta definitivamente la variante nel 3 al PUC approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.10/2011es.m.i.

Il progetto di Piano restituisce un'importante complessità urbanistica, infatti nell'area interessata dall'intervento sono presenti numerose categorie di definizione urbanistica, non solo sono presenti le comuni zone E2.2 relative alla bonifica di Sassu, ma anche le zone H2 e H3 rispettivamente e di pregio paesaggistico e di salvaguardia ambientale. In particolare, queste zone sono ulteriormente declinate in sottozona H2.1 relativa al Sito di Natura 2000 S'Ena Arrubia e in sottozona H3.1 Sistema Diversivo Sant'anna – Stagno S'Ena Arrubia.

Inoltre, il PUC contempla ulteriori categorie di pianificazione costituenti e complementari al progetto di zonizzazione, come: le aree di rispetto, le fasce frangivento e di rispetto di 150 metri dagli stagni e lagune. Come detto, l'area d'interesse è localizzata in adiacenza di Siti di importanza Comunitaria (SIC-ITB030016) e di Zone di Protezione Speciale (ZPS-ITB034001) ma anche in vicinanza di aree soggette a pericolosità idrogeologica (artt. 8 e 26 delle NdA del PAI). Ovviamente quanto detto è più volte confermato e giustificato dalla presenza dei vari canali e dello Stagno di S'Ena Arrubia.

L'immagine a seguire, estrapolata dalla tavola della zonizzazione del PUC riassume graficamente quanto appena descritto.

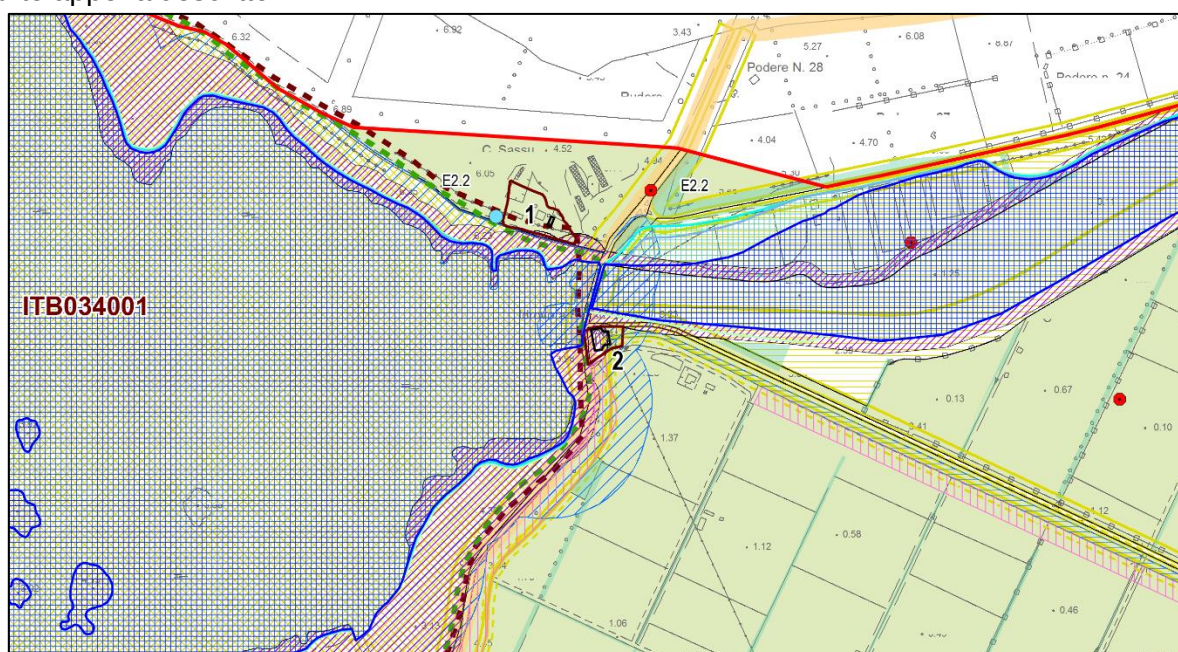


Fig. 5 Stralcio fuori scala della zonizzazione del PUC¹

Considerata l'importante relazione paesaggistica, ma soprattutto funzionale tra l'Idrovora Di Sassu² e l'intervento di Riquilificazione idraulica è bene ricordare con il Piano Urbanistico la definisce come Bene paesaggistico di valenza storico-culturale identitario.

Pertanto, nelle NTA del PUC all'art.17 "Beni identitari" l'Idrovora di Sassu è così normata:

¹ Per una maggiore comprensione dell'elaborato cartografico del progetto di Piano si rimanda alla documentazione originale del PUC presente nel seguente link: https://www.comune.arborea.or.it/ita/piano_regolatore.asp

² L'Idrovora di Sassu, ufficialmente inaugurata il 4 novembre del 1934, funge da forte segnale di transizione verso la seconda fase della storia delle architetture costruite durante il ventennio fascista. In origine l'idrovora di Sassu nasce dalla sola esigenza di prosciugare, meccanicamente, lo stagno omonimo e completare così la sistemazione idraulica della bonifica. Segue una "variante" al primitivo progetto esecutivo, che ne impone – è già l'ottobre del 1934 – una modifica sostanziale, con la sostituzione, al semplice fabbricato in pietra e "conglomerato cementizio", di un altro, ideato dall'ingegnere cagliaritano Flavio Scano, da realizzarsi in cemento armato, che risulti "un insieme omogeneo e monolitico", abbellito ancora da prospetti decorativi "adeguati alle nuove strutture"

Perimetro di tutela integrale:

- sono ammessi interventi di manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo nel rispetto dei caratteri originari dell'edificio;
- sono anche ammesse le opere di consolidamento statico;
- è ammessa l'eliminazione delle superfetazioni prive di valore storico;
- sono ammessi cambi di destinazione d'uso compatibili;
- non è consentita l'eliminazione di alberi e macchia mediterranea;
- è fatto divieto di apposizione di cartellonistica pubblicitaria.

Perimetro di tutela condizionata:

- sono consentite nuove volumetrie purché realizzate attiguamente a quelle esistenti, in modo da preservare le caratteristiche agricole del paesaggio, comunque disgiunte e distinguibili e non in aderenza alle volumetrie esistenti;
- devono essere mantenuti gli elementi di verde esistenti, con l'obiettivo eventualmente di migliorarlo;
- è fatto divieto di apporre cartellonistica pubblicitaria.

2.4 Inquadramento geologico

In questa sezione vengono descritti gli aspetti legati alla caratterizzazione geologica e alla morfologia che contraddistinguono l'area in esame, interessata da formazioni di età plio-quadernaria, all'interno una fossa tettonica che si sviluppava grosso modo dal Golfo dell'Asinara al Golfo di Cagliari, seguita da un'intensa attività vulcanica sintettonica, che portò al parziale riempimento della stessa, dando luogo al primo nucleo dell'edificio vulcanico, poi ricoperto dai basalti Plio-quadernari, che si rinvengono lungo i bordi orientali del Monte Arci. La subsidenza all'interno della fossa fu attiva per un lungo periodo, cosicché il mare miocenico vi penetrò lungo i bordi della fossa campidanese, nel centro-sud. Dopo l'ingressione marina miocenica le aree precedentemente sommerse divennero sede di un'intensa attività erosiva.

Nel Plio-Quadernario la ripresa dell'attività tettonica determinò la formazione del graben campidanese sovrapposto, nel settore centro-meridionale al rift sardo. La successiva ripresa dell'attività erosiva ha agito con maggior intensità sulle litologie più erodibili. In tempi geologici più recenti, e soprattutto durante le fasi interglaciali, l'erosione ha poi continuato il modellamento della regione ed ha portato gradualmente all'attuale configurazione morfologica dell'area, caratterizzata da una vasta pianura di riempimento alluvionale e lagunare o marina. In questo periodo sono stati depositi lungo i corsi d'acqua principali coltri alluvionali e si sono formati depositi di pendio ed eluvio-colluviali che ricoprono e raccordano i versanti delle colline e dei massicci vulcanici con l'attigua zona pianeggiante.

2.2.1 I depositi di copertura alluvionali della piana

L'area in esame e i territori limitrofi ricadono interamente sui depositi sedimentari della pianura campidanese, appartenenti in parte alle alluvioni antiche del Pleistocene e in parte alle alluvioni recenti dell'Olocene.

La serie sedimentaria Plio-Quadernaria è composta prevalentemente da potenti formazioni detritiche sulle quali poggiano spesse coltri di depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici ed olocenici, con intercalate coperture di lave basaltiche. I contatti non sono sempre visibili a causa del rimaneggiamento dei lavori agricoli e di bonifica e affiorano con continuità nella fascia pedemontana e nella pianura caratterizzando il sottosuolo di questi ambiti territoriali.

Si tratta di depositi caratterizzati dall'alternanza di strati più o meno potenti, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose, sabbie argilloso-limose e locali livelli torbosi.

Le alluvioni antiche sono costituite da alternanze di livelli ghiaiosi, sabbiosi e argillosi, poligenici ed eterometrici, piuttosto compatti. Il cemento è dato dalla frazione argillosa, cui si unisce una certa ferrettizzazione che impartisce anche il tipico colore giallo-rossiccio. Esse sono state depositate e quindi terrazzate dal paleo-Tirso, dal paleo-Mogoro e dai loro affluenti, in condizioni climatiche ben diverse da quelle attuali.

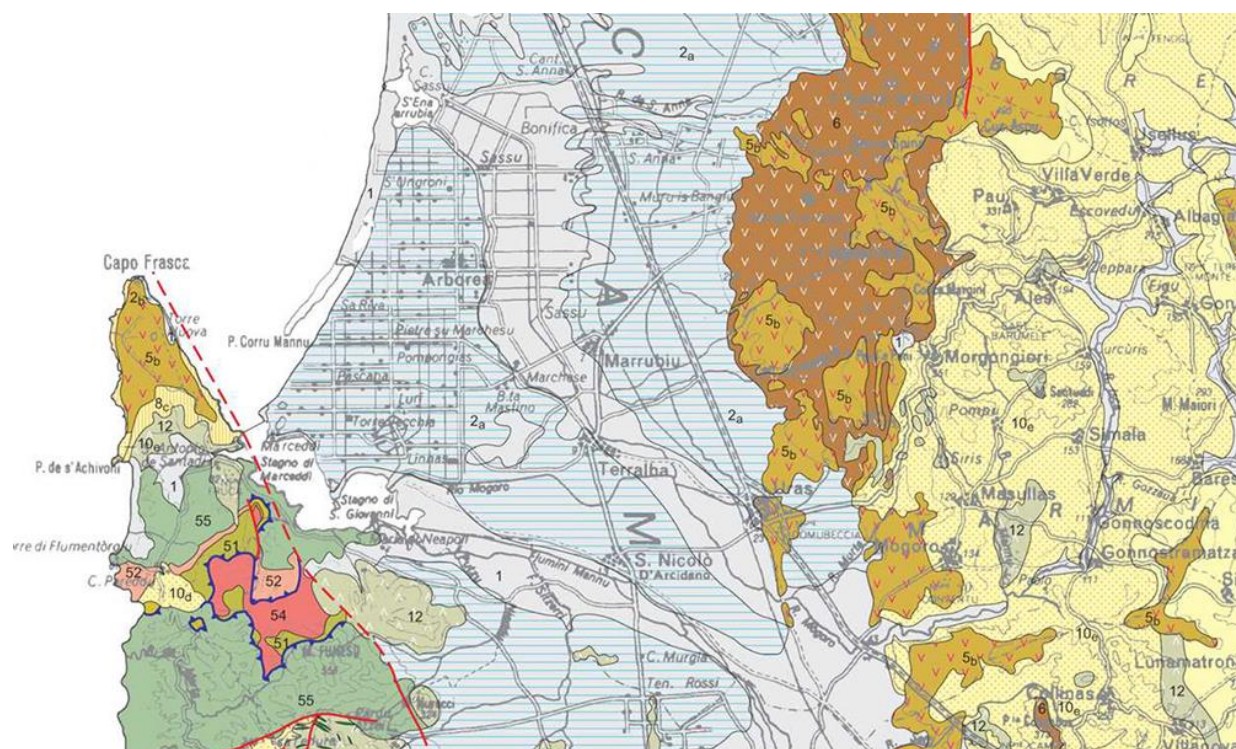
I depositi di conoide sono costituiti prevalentemente da ciottoli e blocchi riolitici e in subordine basaltici, immersi in una frazione argillo-sabbioso-limosa, che funge da cemento, derivante dai sottostanti sedimenti miocenici. I depositi sono caratterizzati da una tipica forma a ventaglio con vertice verso la parte alta della valle. La frazione granulometrica grossolana, ad elevata eterometria, prevale nel settore apicale della struttura, mentre diminuisce notevolmente nella parte inferiore della stessa, con incremento della frazione sabbioso-argillosa.

Procedendo verso ovest, man mano che le quote altimetriche decrescono, alle alluvioni antiche ed ai depositi di conoide si sostituiscono i **depositi alluvionali** con una maggiore frazione sabbiosa. La matrice, localmente anche abbondante, è costituita da argille limose. Si tratta delle alluvioni eterometriche mediamente cementate, ciottolose e sabbiose, dette alluvioni rimaneggiate, che sono state formate (presumibilmente nel Pleistocene medio) dal rimaneggiamento delle alluvioni antiche ad opera dei fiumi gravitanti nell'area.

Nella sequenza stratigrafica seguono **depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi** in matrice argillo-limosa, ricoperti da sabbie eoliche wurmiane e post-wurmiane. Questi depositi, rispetto alle alluvioni rimaneggiate, sono caratterizzati dalla presenza di abbondante frazione sabbiosa in superficie, derivante dall'accumulo di sabbie eoliche. In generale, quindi, si può dire che nell'area interessata dall'intervento affiorano sedimenti di ambiente litorale, alluvionale e fluvio-deltizio depositati a partire dal Pliocene costituiti da:

- depositi alluvionali olocenici-attuali connessi con le dinamiche attuali e recenti dei corsi d'acqua principali; OLOCENE-ATTUALE;
- depositi palustri costituiti da limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi rintracciabili nelle aree umide costiere e in numerose depressioni morfologiche interne. OLOCENE-ATTUALE;
- depositi di spiaggia antichi di spessore variabile fino a max 3 metri circa, poggiati su sottostanti formazioni fluvio-deltizie connesse con le dinamiche di colmata alluvionale post-wurmiana e con successive fasi deposizionali di ambiente litorale ed eolico. I depositi sono costituiti da sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi, gasteropodi, con depositi sabbioso-limosi e calcilutiti di stagno costiero. Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP- OLOCENE;
- depositi alluvionali terrazzati costituiti da ghiaie da medie a grossolane con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

Nel sito di interesse specifico tale situazione è stata verificata attraverso l'esecuzione di due perforazioni di sondaggio ed è risultato che i due logs stratigrafici, assai simili tra di loro in quanto a ripetizione ritmica di livelli degli stessi materiali, confermano di fatto la situazione sopra enunciata. Il sottosuolo di interesse dell'opera in progetto è infatti tipica delle aree di deposizione in area fluviale - intercotidale, con una serie di alternanze tra termini di natura sabbioso-argillosa e livelli francamente argillosi a consistenza molle che prevalgono nei primi 3 – 4 m di profondità. Tipica la presenza di livelli di sabbie e di "ghiaietto" con elementi arrotondati, di limo variamente frammisto a sabbie e argille, mentre, le sabbie medie variamente addensate iniziano a comparire a profondità intorno ai 10 – 12 metri. Già da queste prime osservazioni si era ipotizzata la possibilità di poggiare le fondazioni dell'opera ad una certa profondità, dopo avere superato questi sottili livelli di materiali variamente argilloso-limosi e quello delle argille molli.



Legenda

DEPOSITI QUATERNARI

- 1 Ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, edici e litorali. **1. Oligocene.**
- 2a Arenarie ediche con *Cervidi* (*Megaceros verticornis*, *Dama dama*) e Proboscidi (*Elephas melitensis*) (Arenarie urmiane Auct.) (Nurra; Iglesiente; etc.) 2b Conglomerati, arenarie e biocalcareni di spiaggia (Panchina Auct.), con *Molluschi* (*Mytilus senegalensis*, *Spondylus gaederopus*, *Strombus bubonius*, *Patella ferruginea*, *Conus testudinarius*) e *Celenterati* (*Cladocora coespitosus*) 2c Pliocene sup.
- 2d Conglomerati, sabbie, argille più o meno compatte, in terrazzi e conoidi alluvionali (Alluvioni antiche Auct.) 2e Pliocene - Pleistocene.

COPERTURA SEDIMENTARIA E VULCANICA

Ciclo vulcanico ad affinità alcalina, transizionale e subalcalina del Plio-Pleistocene (0,14 - 5,3 Ma)

- 5b Basalti alcalini e transizionali, basalti, trachibasalti e hawaïiti, talora con noduli peridotitici, andesiti basaltiche e basalti subalcalini, alla base, o intercalati, conglomerati, sabbie e argille fluvio-lacustri (es. **Formazione di Nuraghe Casteddu**) (Montiferru; Campeda; Barone; Orosei; Marmilla; M. le Arci; etc.) con di scorie basaltiche (Logudoro; etc.) 5c Pliocene - Pleistocene.
- 6 Rioliti e nodacoli da afanitiche a dolomitiche porfiriche, talora in facies ossidiana o perlitica in cupole di ristagno e colate, con associati sporadici depositi proclastici; daciti porfirici per lo più vetrosi, talora bollori (Marmilla; M. le Arci; Valle del Tirso; Forghigiana) 6. Pliocene.

Successione marina e depositi continentali del Miocene superiore

- 8a Conglomerati a matrice argillosa e arenarie di sistema alluvionale (Nurra; Logudoro; Oschiri) 8b Calcarei vulcanici e brecciate sopralitiche e intertidali, con Foraminiferi bentonici (*Anomia beccari*, *Asterigerina planorbis*, *Ephedrus crispus*, etc.), Echinoidi, Molluschi, Balanidi, Alighe (formazione di Torre Del Sevo Auct.) (Sinis); calcari microcristallini di ambiente evaporitico, marne e calcari organogeni sublitrali, con Foraminiferi della zona N 17 e Molluschi (*Modiolus barbatus*, *Corbula gibba*, *Pecten benedictus*, etc.) (formazione dei Calcarei Laminati del Sinis e formazione di Capo S. Marco Auct.) 8c Messiniano.
- 8d Calcarei e arenarie marcosse di piattaforma, con Molluschi (*Glyptostrobus latissimus*, *G. abinus*, *Flabellipecten carlathana*, etc.) (Pietra Cantone, Tranzarzu, Pietra Forte di Cagliari, formazione dei Calcarei di Cagliari Auct.) 8e Tortoniano - Messiniano inf.

Successione marina e depositi continentali del Miocene inf.-medio

- 9a Arenarie marnose, siltiti, calcareniti sublitrali, con Foraminiferi planctonici delle zone N 12 e N 13, Molluschi (*Anussipsectus spinulosus*, *Flabellipecten fraterculus*, *Pecten benedictus*) (formazione delle Arenarie di Pini Auct.) (Campidano; Cagliari; Sessarese; Logudoro) 9b Serravalle medio - P. sup.
- 9c Marne e marne arenacee epibattali, con Foraminiferi planctonici delle zone N 8 - N 11 / N 12, Molluschi pelagici (*Vaginella austriaca*, *Clio distans*, *C. carlathana*, *C. pulcherrima*), Molluschi bentonici (*Abram longicaulis*, *Ficus cuneata*, etc.) (Pietra Cantone, Tranzarzu, Pietra Forte di Cagliari, formazione dei Calcarei di Cagliari Auct.) 9d Langhiano medio-sup. - Serravalle inf.

Depositi continentali e successione marina Post Eocene medio - Miocene inf.

- 10a Conglomerati e arenarie continentali con banchi di selce, tuffi, tuffi pomice (Lacustre Auct. p.p.), con *Plantae* (*Bombacoxylon ovesti*, *Arganoxylon sardum*, *Pinuxylon zobellianum*, *Palmonoxylon sardum*, etc.) (Lago Omodeo, Anglona) 10b Burchigallano.
- 10c Arenarie, conglomerati, tuffi più o meno arenacee, calcari sublitrali, con Foraminiferi planctonici, Molluschi pelagici (*Vaginella depressa*, *Clio spicata*, etc.), Molluschi bentonici (*Pecten corsicanus*, *Ostrea neta*), Coralli hermatipici, Echinoidi, etc. (Molassia a vignetta, Arenarie di Gesturi, Formazione della Marmilla p.p. Auct.) (Anglona; Castelsardo; Sarcidano-Mandrolisai; Genoni; Asuni; Arburese; Funtanazza; etc.); marne argillose ittologiche, arenarie e siltiti con Molluschi bentonici (*Peneria gervaisi*, *Tympanotonos margaritaceus*) (formazione delle Marne di Ales Auct.) (Marmilla; Ales; Arburese; Funtanazza; etc.) 10d Calcarei selciosi, siltiti, arenarie e conglomerati fluviali, con intercalazioni di tuffi riolitici, con resti di *Plantae* (*Glyptostrobus europaeus*, *Sequoia cf. stenbergi*, *Cinnamomoxylon schuchertii*, etc.), Ostracodi, Alighe (*Characoe*), Molluschi (*Planorbis exiguus*, *Lymnaea pachigaster*, *Helix cf. ramondi*) (Lacustre p.p. Auct.) (Logudoro; Oschiri; Berchidda; Anglona; Arburese; Funtanazza; Nurra; Porto Conte) 10e Conglomerati fluviali, talora arroccati, a elementi di basamento cristallino (Logudoro; Piano Ladi; Anglona; Casteldora); conglomerati poligenici continentali, arenarie e calcareniti con Nummuliti rinneigati (Barone; M. Abo, La Cerna, M. Tutavara; Barbagia; Lanau) 10f **Formazione di Ussana** - Conglomerati poligenici e arenarie continentali, con matrice argillosa rossastra, nella parte alta microconglomerati, arenarie e siltiti, litorali, con Ostreidi, Mitili, Ceratidi (Campidano; Monastir; Nuraminu); conglomerati fluviali (Marmilla; Trexenta; Sarrabus; M. Genis; Gerrei; S. Nicolò Gerrei; Sarcidano; Villanova; etc.) 10g (Oligocene sup. - Langhiano).
- 10h **Formazione del Cixerri** - Conglomerati, arenarie e siltiti argillose rossastrati, continentali, poggiati sopra calcari e argille parali con Carofite e Palmoflori del Lutetiano (Iglesiente; Tanca Anu, etc.) 10i Post Eocene medio - Oligocene.

Ciclo vulcanico calcalkalino oligo-miocenico (14 - 32 Ma)

- 12 Andesiti, andesiti basaltiche e rari basalti ad affinità tholeitica e calcalkalina, talora brecciatati, in colate, cupole di ristagno (Planargia; Montresta; Trenuaghies; Oristanese; Bajada; Marmilla; Ales; Sulcis; Nurao; S. Arico); lave dacitiche e andesitiche in cupole e filoni (Valle del Cixerri; Campidano; Monastir; Planargia; C. Marargu; Sulcis; Pua, Carbonia, Simoni); andesiti, basalti andesitici e latiti ad affinità da calcalkalina alta in K a shoshonitica (Anglona); localmente gabbri e gabbrofoniti in corpi ipoabissali (Arburese; M. Arcu; M. Nurao); quarzodiori porfirici (porfiri di alghero Auct.) (Nurra; Calatona) 12. Oligocene sup. - Miocene inf.
- 13 Filoni a composizione prevalentemente basaltica (Arburese; M. Arcu) e comenditica (Sulcis; Isola di S. Pietro) 13. Oligocene sup. - Miocene inf. medio.

BASAMENTO ERCINICO

FALDE ESTERNE (Goceano, Sarcidano, Quirra, Gerrei, Sarrabus, Arburese, Iglesiente-Sulcis p.p.)

Successione dell'Ordoviciano sup. - Carbonifero inf.

- 51 Metaconglomerati, metarossi, metasiltiti, metagrovacche, con Briozoi (*Chasmastopora corniculata*, *Graptodictya meneghini*, *Hallopora elegantula*), Brachiopodi (*Nicollia sarda*, *Dinorthis porcata*, *Heterorthis patella*, *Colapomina concentrica*, *Macrocoelia expansa*, *Leptana depressa*), Trilobiti, Gastropodi, etc. e intercalazioni di metabasiti alcaline (formazione di Pita Serpedi, formazione di Orroleddu, Argilioscisti di Rio Canoni Auct.) (Sarrabus; Pita Serpedi; Gerrei; Rio Canoni; Br. Neddù; Barbagia; Orroleddu; etc.); metacalcareniti e metacalcari fossiliferi spesso silicizzati (Formazione di Brocu Su Pitzu, Quarziti del Sarrabus, formazione di Tuvios Auct.) 51. Carbonio - Alghini.

Complesso magmatico e vulcano-sedimentario dell'Ordoviciano

Successione vulcano - sedimentaria della Barbagia

- 52 **Formazione di Serra Tonnai** - Metavulcaniti intermedie o raramente basiche, metagrovacche vulcaniche; **Formazione di Manixeddu** - Metacalcareniti, metaconglomerati a prevalenti elementi di vulcaniti acide; **Formazione di M. le Corte Carbois** - Metarossi, metaconglomerati poligenici grossolani, con prevalenti elementi di vulcaniti 52. Ordoviciano medio.

Successione vulcano - sedimentaria del Gerrei

- 54 Metarossi e metariodaciti con fenocristalli da millimetrici a decimetrici di Kfs (Porfiroidi a piccoli fenocristalli, Porfiroidi a grandi fenocristalli, Auct.), alla base: quarzi, metarenarie, metaconglomerati poligenici con elementi di metavulcaniti, metacalcareniti, metagrovacche 54. Ordoviciano medio.

Successione pre-Ordoviciano medio

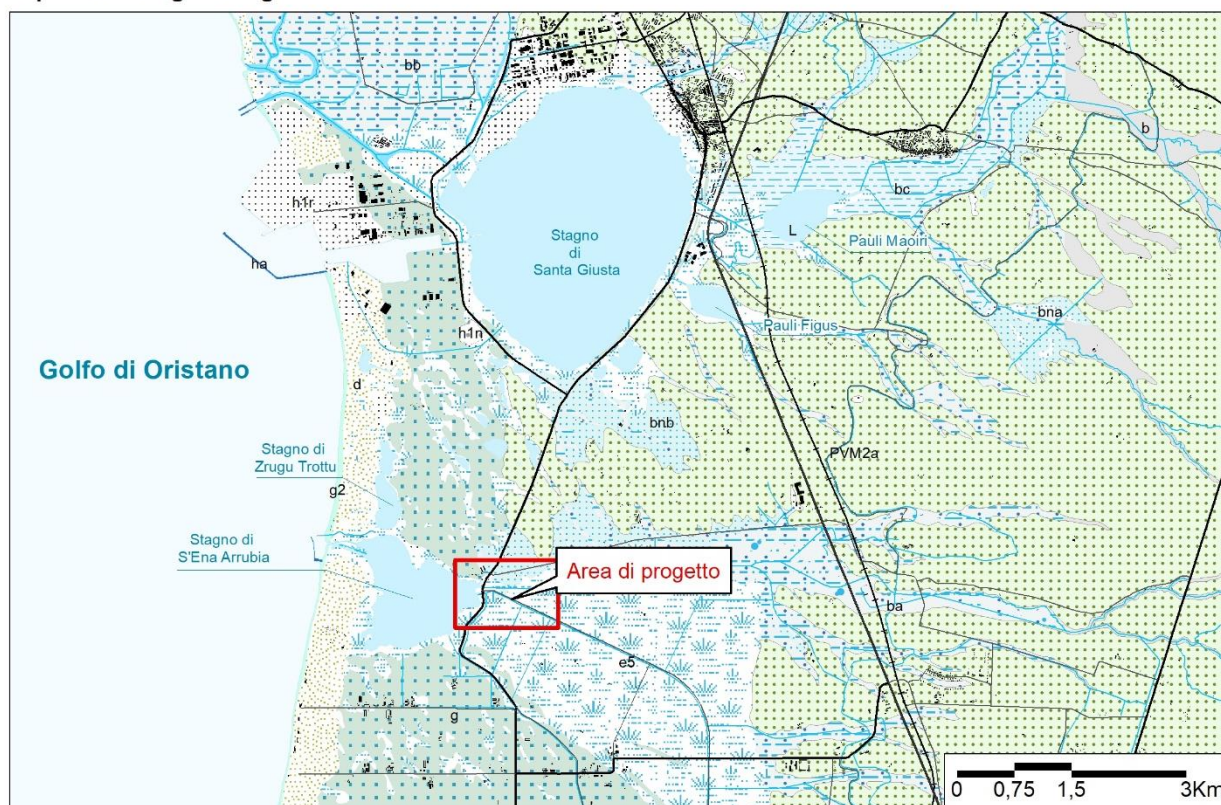
- 55 **Arenarie di S. Vito e Formazione di Solanas** - Metarenarie micacee e quarziti alternate a metapeliti e rari metaconglomerati, con pisti, impronte di *Meduse* e *Acritarchi* (*Vulcanisphaera fermosa*, *Leioleptidites farnaxia*, *Microhystridium lanceolatum*, *Acanthodactyloides complanatus*) (Sarrabus; Br. Laccu; Rio Ceraxa; S. Vito; Sarcidano; Laccu; Villanova; Gerrei; Br. Maresu; Quirra; Rio S. Gorgio; Arburese; etc.); nella parte alta metapeliti viola, nere e verdastre, quarziti e metaconglomerati quarzosi 55. Cambriano medio - Ordoviciano inferiore.

Simboli

- Centri di emissione vulcanica quaternari
- Faglie post-erciniche
- Faglie dirette post-erciniche
- Faglie trascorrenti terziarie
- Accavallamenti terziari
- Faglie e zone di taglio trascorrenti tardo - erciniche
- Sovrascorrenti ercinici minori
- Principali sovrascorrenti ercinici

Fig. 6 Schema geologico dell'area in esame (Carmignani et al.; Carta Geologica della Sardegna)

Inquadramento geolitologico



- b, Depositi alluvionali. OLOCENE
- ba, Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
- bb, Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE
- bc, Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE
- bna, Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
- bnb, Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE
- d, Depositi eolici. Sabbie di duna ben classate. OLOCENE
- e5, Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE
- g, Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie con bivalvi. PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE
- g2, Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. OLOCENE
- GPA, UNITÀ DI GENNA SPINA. Rioliti e riolaciti da afiriche a porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx, Bt
- GPAa, Facies di Cuccuru Is Abis (UNITÀ DI GENNA SPINA). PLIO-PLEISTOCENE
- h1n, Depositi antropici. Discariche per inerti. OLOCENE
- h1r, Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE
- ha, Depositi antropici. Manufatti antropici. OLOCENE
- L, Laghi
- PVM2a, Litofacies nel Subsinema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). PLEISTOCENE SUP.
- UCU, UNITÀ DI CUCCURU ASPRU. Basalti subcalcalini generalmente ipocristallini da afirici a porfirici

Fig. 7 Strati geo-litologici dell'area in esame

2.5 Inquadramento idrologico e idraulico

Le portate di riferimento delle simulazioni per piene con tempo di ritorno superiori a 5 anni andranno correlate alla potenzialità dell'idrovora, pari a 12.00 mc/s. Non si ritiene utile, infatti, procedere a studi idrologici di dettaglio per tempi di ritorno superiori ai 15-20 anni, in quanto, come dimostrato dagli studi correlati al PSFF, il comprensorio è soggetto a contributi esterni al proprio bacino imbrifero già con tempi di ritorno inferiori ai 50 anni.

Infatti, il canale adduttore Tirso- Arborea, il canale Acque Alte di Uras ed il rio Mogoro, che appartengono a bacini diversi, hanno una capacità massima di portata con tempi di ritorno di circa 20-30 anni.

Le esondazioni conseguenti a portate superiori sono veicolate dalla morfologia del territorio verso la rete di bonifica in esame e quindi nel canale Acque Basse.

Ogni valutazione conseguente al calcolo teorico delle portate massime afferenti all'idrovora, pertanto, oltre a non avere alcun significato statistico- probabilistico, non incidono sull'obiettivo del progetto, che consiste nell'affrancare i terreni dalla persistenza di un livello di falda troppo superficiale, causato dalla coda degli idrogrammi di piene ordinarie, cioè con tempi di ritorno pari a 2-5 anni; tale livello, che allo stato attuale interessa ampi tratti del comprensorio, è superiore al franco di bonifica e quindi non compatibile con la corretta conduzione colturale.

Si ipotizza, pertanto, il seguente regime idraulico, che rappresenta lo stato ordinario del canale in inverno (cioè non durante le precipitazioni significative):

- **portata entrante alla strada 14 (sezione di monte da dove ha inizio la riconfigurazione in progetto): 1.000 mc/s**
- **portata convogliata dagli affluenti: 50 l/s ogni 400 m in corrispondenza dello sbocco dei canali della bonifica;**
- **quota di avvio dell'idrovora sussidiaria: -3.50 m.s.l.m. (attualmente è pari a -2.90 m); I parametri idraulici del canale sono riportati in allegato.**

La configurazione finale del canale, pertanto, garantirà, in presenza di un flusso idrico pari a 2.00 mc/s in corrispondenza della sezione terminale (all'idrovora) il franco di bonifica per tutti i fondi serviti dalla rete.

3 UBICAZIONE DEI SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DA SCAVO

L'allestimento del cantiere e la realizzazione delle opere di progetto determinano, la movimentazione dei materiali così come riportato nella tabella in appresso. L'ubicazione del sito di produzione dei materiali da scavo³, sarà circoscritta all'idrovora in progetto, mentre lo stoccaggio avverrà in prossimità, andando così a ridurre gli impatti derivanti dall'azione meccanica dei mezzi da cantiere. Le volumetrie relative agli scavi e alle demolizioni sotto riportate permettono di definire, sulla base dei requisiti esposti nell'articolo 2 del DPR 120/2017, la dimensione del relativo cantiere

	Volume scavo (m ³)	Volume scottico (m ³)	Volume residuo (m ³)	Materiale necessario per l'intervento (m ³)	Bilancio materiale necessario intervento (m ³)
TOTALE	647	91,25	555,75	53,20	+ 502,55

Tab. 1 Quadro preliminare dei volumi di scavo dei materiali necessari per l'intervento

Il materiale da scavo sarà riutilizzato in loco come terreno di riporto per il rinterro delle condotte, il tutto nell'ottica di un bilanciamento pari a 0 per mantenere i movimenti terra contenuti all'interno del cantiere. Complessivamente dagli scavi si ricava circa il 100% del materiale utile alla realizzazione del progetto. Il materiale di scottico e il materiale in eccesso verrà invece conferito in discarica. In linea generale, viste le volumetrie di terre e rocce da scavo prodotte per l'intervento, il relativo cantiere è definito dal DPR 120/2017 con Art.2 lettera t) di piccole dimensioni, in quanto verranno prodotti meno di 6000 m³ di terre e rocce da scavo.

3.1 Scavi e abbancamenti e rilevati

3.1.1 Scavi di sbancamento o sterri

Gli scavi di sbancamento o sterri occorrenti per lo spianamento, il raggiungimento del piano del terreno su cui dovranno sorgere l'impianto, ecc., saranno tutti quelli eseguiti a sezione larga.

In particolare le operazioni di scavo sono suddivise in:

- **Scavo per la pulizia al suolo**, propedeutica alla posa delle reti di recinzione dell'area di cantiere. In questo caso, le macerie da avviare a discarica controllata sono costituite essenzialmente da arbusti, e ceppaie e piccoli massi. Tutti materiali che, salvo qualche parziale e insignificante riutilizzo nell'ambito del cantiere, possono essere conferiti a discarica controllata.
- **Scavo per la realizzazione delle condotte:**
anche in questo caso si avrà una quantità minima di rifiuti, peraltro totalmente riutilizzabili nell'ambito del cantiere o dell'area circostante, sempre interna al comprensorio del consorzio, trattandosi di limi e di terra.
- **Scavo per la realizzazione della vasca di presa:**
in questo caso si avrà una quantità notevole di rifiuti, sebbene parzialmente riutilizzabili nell'ambito del cantiere o dell'area circostante, sempre interna al comprensorio del consorzio, trattandosi di limi e di terra.

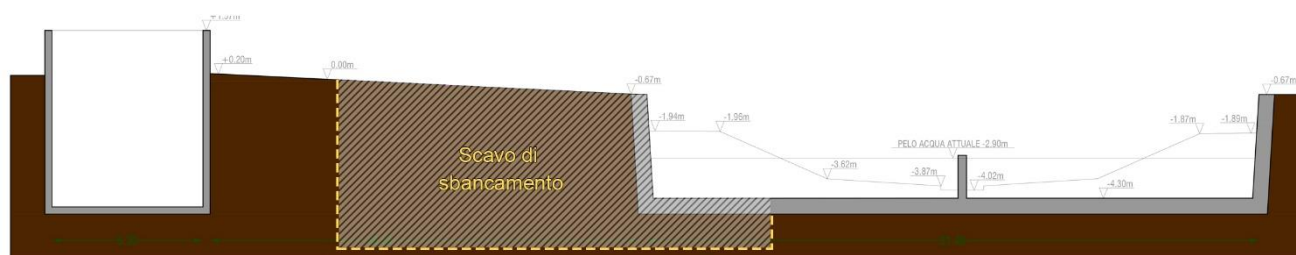


Fig. 8 area oggetto di scavo

³ Il DPR 120/2017 con Art.2 definisce il sito di produzione come il luogo in cui sono generate le terre e rocce da scavo.

4 UBICAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

Il sito di deposito intermedio⁴ destinato allo stoccaggio dei materiali, coincide con l'area dell'intervento. Di fatto i cumuli di terra ricavati dagli scavi saranno collocati in luoghi che facilitino l'eventuale riutilizzo, per la realizzazione dell'opera stessa.

5 DURATA DEL PIANO E TEMPI DI DEPOSITO

Il presente Piano di Utilizzo avrà una durata pari a quella dei lavori come da Cronoprogramma allegato al progetto definitivo - esecutivo. L'ubicazione del materiale nell'area di deposito intermedio di cui al precedente paragrafo, in accordo all'art. 14 del D.P.R. 120/2017, avrà durata non superiore alla suddetta durata.

6 OPERAZIONI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE SUI MATERIALI DA SCAVO

I terreni provenienti dagli scavi, ad esclusione dei primi 0,50 m superficiali (scottico), verranno interamente riutilizzati per la realizzazione degli argini, previe alcune operazioni di trattamento come previsto nell'allegato 3 del DPR. 120/17, quali:

- la selezione granulometrica delle terre e rocce da scavo, con l'eventuale eliminazione degli elementi/materiali antropici;
- la riduzione volumetrica mediante macinazione;
- la stesura al suolo per consentire l'asciugatura e la maturazione delle terre e rocce da scavo al fine di conferire alle stesse migliori caratteristiche di movimentazione, l'umidità ottimale e favorire l'eventuale biodegradazione naturale degli additivi utilizzati per consentire le operazioni di scavo.

7 INDAGINI ESEGUITE

7.1 Le indagini geognostiche

Di seguito viene riportato il quadro delle indagini eseguite, in particolare sono stati condotti 2 sondaggi, la cui ubicazione è riportata nelle figure in appresso.



Fig. 9 Ubicazione dei sondaggi

⁴ Il DPR 120/2017 con l'Art. 2 definisce il sito di deposito intermedio come il luogo in cui le terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotto sono temporaneamente depositate in attesa del loro utilizzo finale e che soddisfa i requisiti dell'articolo 5 dello stesso decreto.

7.2 Stratigrafia

I risultati delle indagini geognostiche dirette hanno indicato che l'area di interesse del progetto è caratterizzata da una serie di fitte alternanze di termini sabbioso-limosi-argillosi, tipiche delle aree di deposizione fluviale – intercotidale. Le indagini dirette sono state integrate da due prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH) che hanno fornito indicazioni utili sia all'individuazione della successione litologica presente sia alla caratterizzazione geotecnica dei terreni di interesse. In relazione alla complessità e variabilità della successione litologica riscontrata dai sondaggi geognostici, il modello geologico tecnico è stato costruito considerando, in primo luogo, le caratteristiche geotecniche derivanti dall'interpretazione delle prove DPSH e confrontandole, poi con i logs stratigrafici derivanti dai sondaggi. In particolare, si è tenuto conto della litologia, cioè delle caratteristiche granulometriche risultanti dai sondaggi geognostici, e della densità relativa ottenuta dalle prove DPSH.

Il modello così ottenuto riporta la presenza, al di sotto di un limitato spessore (0.4-0.5 m) di terreni vegetali e/o di riporto, di un livello continuo dello spessore di 1 m circa costituito da sabbie da mediamente dense a dense, variamente argillose e/o ciottolose. Tale livello poggia su una successione di livelli sabbiosi, sabbioso-limosi o argillosi, talora ghiaiosi, caratterizzati dalla presenza di non frequenti sottili livelli di argille ed argille limose. Tale complessa successione è stata schematizzata nella Figura 11.

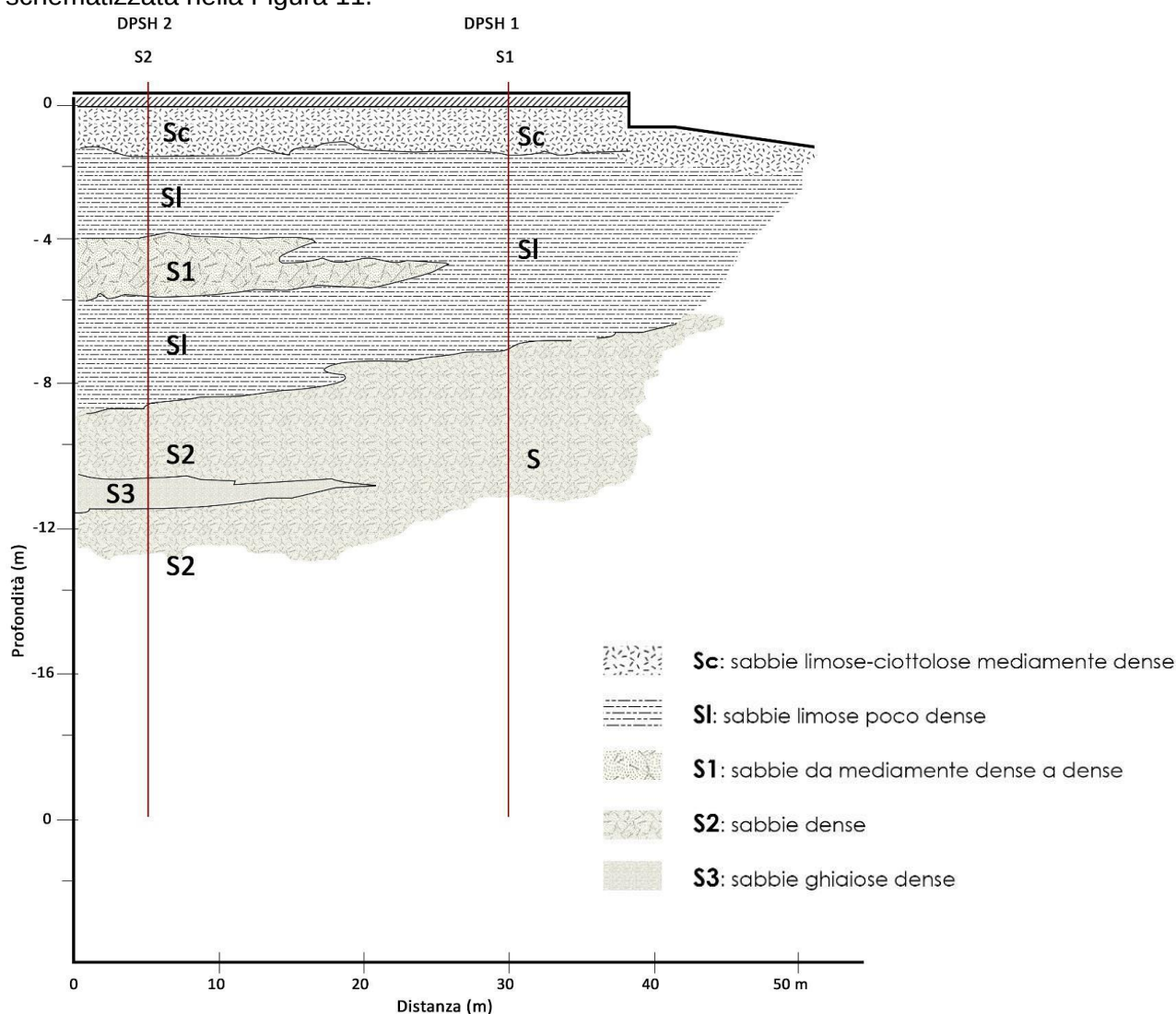


Fig. 10 Sezione geotecnica S2-S1

8 LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO

8.1 Piano di campionamento e analisi

Questo capitolo fa diretto riferimento allegato 1 del D.P.R. 120/2017 “*Caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo*”. Nello specifico in tale allegato viene indicata la prassi normativa per restituire la caratterizzazione dei materiali da scavo. Riportando quanto presente nell'allegato, la caratterizzazione ambientale è svolta per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo ed è inserita nella progettazione dell'opera.

La caratterizzazione ambientale è svolta dal proponente prima dell'inizio dello scavo, nel rispetto di quanto riportato agli *allegati 2 e 4* dello stesso Decreto.

Allo stato attuale, essendo la progettazione in fase ancora definitiva, non sono state condotte caratterizzazioni ambientali dei materiali da scavo in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 24 del Titolo IV del D.P.R. 120/2017. Il proponente si impegna comunque a condurre e trasmettere tali caratterizzazioni durante la redazione del progetto esecutivo o almeno novanta giorni prima dell'apertura del cantiere.

Pertanto, il presente Piano di Utilizzo risulta vincolato e subordinato alla presentazione delle suddette caratterizzazioni ed all'ottenimento della relativa approvazione da parte dell'Autorità Competente.

Il piano di campionamento ed analisi sarà sviluppato conformemente a quanto indicato nel D.P.R. 120/2017, in modo particolare all'interno degli allegati 2 e 4.

Considerando che la tipologia d'intervento e la sua estensione, la densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione dovrà basarsi sul modello concettuale preliminare delle aree (campionamento ragionato). In ogni caso il numero di punti d'indagine non sarà mai inferiore a tre. Il campionamento dovrà essere effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato, salva diversa previsione, determinata da particolari situazioni locali, quali variazione significativa di litologia.

La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno:

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

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

La profondità di indagine dei campioni sarà in funzione delle profondità previste dagli scavi in sede di sviluppo del progetto esecutivo.

8.2 Analisi e set analitico delle sostanze indicatrici

Le analisi sui campioni prelevati dovranno essere condotte in conformità a quanto indicato nell'allegato 4 del DPR. 120/2017; in modo particolare dovrà essere preso in riferimento il set analitico minimale delle sostanze indicatrici riportato in tabella 4.1 del medesimo allegato, queste consentono di definire in maniera esaustiva le caratteristiche delle terre e rocce da scavo al fine di escludere che tale materiale sia un rifiuto ai sensi del presente regolamento e rappresenti un potenziale rischio per la salute pubblica e l'ambiente.

I risultati di tali analisi dovranno essere quindi confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione indicate nel D.LGS 152/2006 e s.m.i. e riportate indicativamente nel quadro in appresso.

SET ANALITICO		
	A	B
	Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg kg-1 espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg kg-1 espressi come ss)
Arsenico	20	50
Cadmio	2	15
Cobalto	20	250
Nichel	120	500
Piombo	100	1000
Rame	120	600
Zinco	150	1500
Stirene	0,5	50
Mercurio	1	5
Idrocarburi C≤12	10	250
Idrocarburi C>12	50	750
Cromo totale	150	800
Cromo VI	2	15
Amianto	1000	1000
BTEX (*)	Benzene	0,1
	Etilbenzene	0,5
	Toluene	0,5
	Xilene	0,5
IPA (*)	10	100

Tab. 2 Concentrazione e soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo⁵

(*) *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. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.*

I risultati delle analisi sui campioni saranno confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica.

Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale, tali da garantire l'ottenimento di valori dieci volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite. Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione sono utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui *all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152*, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC).

Qualora per consentire le operazioni di scavo sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti non comprese nella citata tabella, il soggetto proponente fornisce all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4. Per verificare che siano garantiti i requisiti di protezione della salute dell'uomo e dell'ambiente, ISS e ISPRA prendono in considerazione il contenuto negli additivi delle sostanze

⁵ Le concentrazioni di contaminazione sono riferite alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare (Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, Dlgs. 152/06)

classificate pericolose ai sensi del regolamento (CE) n. 1272/2008, relativo alla classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele (CLP), al fine di appurare che tale contenuto sia inferiore al «valore soglia» di cui all'articolo 11 del citato regolamento per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale e al «limite di concentrazione» di cui all'articolo 10 del medesimo regolamento per i siti ad uso commerciale e industriale. L'ISS si esprime entro 60 giorni dal ricevimento della documentazione, previo parere dell'ISPRA. Il parere dell'Istituto Superiore di Sanità sarà quindi allegato al piano di utilizzo.

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 1 Inquadramento generale	7
Fig. 2 Stagno di S'Ena Arrubia, Idrovora e canale Sassu	8
Fig. 3 Planimetria dell'intervento	9
Fig. 4 sezione progettuale	9
Fig. 5 Stralcio fuori scala della zonizzazione del PUC	10
Fig. 6 Schema geologico dell'area in esame (Carmignani et al.; Carta Geologica della Sardegna)	13
Fig. 7 Strati geo-litologici dell'area in esame.....	14
Fig. 9 area oggetto di scavo	16
Fig. 10 Ubicazione dei sondaggi	17
Fig. 11 Sezione geotecnica S2-S1.....	18

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 1 Quadro preliminare dei volumi di scavo dei materiali necessari per l'intervento	16
Tab. 2 Concentrazione e soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo.....	20