



COMUNE DI BUGGERRU

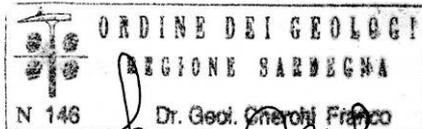


*INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLE DISCARICHE PRESENTI IN
PROSSIMITÀ DELLA SPIAGGIA DI BUGGERRU E MESSA IN SICUREZZA
PERMANENTE DELLE VECCHIE DIGHE STERILI A RIDOSSO DELL'AREA
PORTUALE*

PROGETTO DEFINITIVO

ALLEGATO O
RELAZIONE DI COMPATIBILITA' PAESAGGISTICA
rev. 1

SDG
Studio Di Geologia
Dott. Geol. Franco Cherchi
Via Malpighi n 1 – Iglesias
Tel 078124009
e-mail francocherchi2015@gmail.com



SDI
Studio Di Ingegneria
Dott. Ing. Salvatore Angelo Figus
Via Giusti n 10 – Iglesias
Tel 07811986250
e-mail angelo.figus@gmail.com



LUGLIO 2019

INDICE

1 - PREMESSA	2
2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3 - L'UNITÀ DI PAESAGGIO DI RIFERIMENTO	3
3.1 - Inquadramento storico dell'abitato di Buggerru	4
3.2 – Caratteri generali del paesaggio.....	8
3.3 - Inquadramento geomorfologico	8
3.4 – Geologia.....	9
3.5 - Idrologia	12
3.6 – Idrogeologia	12
3.7 - Vegetazione.....	13
4 - INDICAZIONE E ANALISI DEI LIVELLI DI TUTELA OPERANTI NEL CONTESTO	13
4.1 - Inquadramento SIN	13
4.2 – Inquadramento PPR	14
4.3 - Inquadramento PAI.....	21
4.3 - Inquadramento PUC.....	22
5 - RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLO STATO ATTUALE DELL'AREA D'INTERVENTO E DEL CONTESTO PAESAGGISTICO,	23
6 – DESCRIZIONE DEL PROGETTO	27
6.1 - Discarica sterili minerali – Stato di progetto.....	28
6.2 - Area rimessa barche – Stato di progetto.....	33
6.3 - Area campo sportivo – Stato di progetto	34
6.4 - Ex area sosta camper – Stato di progetto	36
7 – INTERAZIONI TRA OPERE PROPOSTE E PAESAGGIO	38

1 - PREMESSA

La relazione di compatibilità paesaggistica è stata redatta nell'ambito della progettazione definitiva delle opere relative al progetto di messa in sicurezza delle discariche presenti in prossimità della spiaggia di Buggerru e messa in sicurezza permanente delle vecchie dighe sterili, a ridosso dell'area portuale.

L'obiettivo primario degli interventi previsti in progetto è quello di eliminare gli effetti della contaminazione prodotta dall'attività estrattiva per tutelare la salute dei fruitori della spiaggia e contestualmente, cogliere l'occasione per ridare dignità alla qualità dell'ambiente permettendo il recupero e la valorizzazione di aree,

Infatti, l'area ex campo di calcio antistante la laveria Malfidano, a seguito degli interventi di progetto diventerà una grande superficie con ampia visuale verso il mare che potrà essere riutilizzata per la riqualificazione e il recupero funzionale dell'edifici della laveria.

Il progetto prevede inoltre l'intervento di messa in sicurezza permanente degli scarti di tout venant costituenti la *grossa discarica* ubicata a ridosso della spiaggia, che verrà riprofilata con pendenze e inclinazioni congruenti con le caratteristiche geomeccaniche dei materiali presenti, garantendo attraverso le operazioni di modellazione, un adeguato grado di stabilità e di sicurezza del corpo discarica.

2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'ambito della suddetta relazione si farà riferimento alla seguente normativa:

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 - Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42. (GU n. 25 del 31/1/2006).

In particolare il seguente decreto contiene le Linee-guida per l'inserimento paesaggistico degli interventi con specifiche per l'elaborazione e la verifica della Relazione Paesaggistica, contenute nell'Allegato Tecnico del DPCM 12/12/2005.

Esso pone alcuni principi, presenti implicitamente anche nel Codice dei Beni culturali e del Paesaggio (2004) e nella Convenzione Europea per il Paesaggio (2000). In particolare, "ogni intervento deve essere finalizzato ad un miglioramento della qualità paesaggistica dei luoghi, o, quanto meno, deve garantire che non vi sia una diminuzione delle sue qualità, pur nelle trasformazioni".

Ciò significa che la conoscenza dei caratteri e dei significati paesaggistici dei luoghi è il fondamento di ogni progetto che intenda raggiungere una qualità paesaggistica.

La conoscenza paesaggistica dei luoghi si realizza attraverso l'analisi dei caratteri della morfologia, dei materiali naturali e artificiali, dei colori, delle tecniche costruttive, degli elementi e delle relazioni caratterizzanti dal punto di vista percettivo visivo, attraverso una comprensione dei significati culturali, storici e recenti, che si sono depositati su luoghi e oggetti (percezione sociale del paesaggio); attraverso la comprensione delle dinamiche di trasformazione in atto e prevedibili; attraverso un rapporto con gli altri punti di vista, fra cui quello ambientale.

I criteri per la redazione della relazione paesaggistica hanno previsto, mediante opportuna documentazione allegata, la descrizione dello stato dei luoghi (come contesto paesaggistico e area di intervento) prima dell'esecuzione delle opere previste, delle caratteristiche progettuali dell'intervento, nonché della rappresentazione nel modo più chiaro possibile dello stato dei luoghi dopo l'intervento.

Tali dati saranno utili per effettuare la verifica di conformità dell'intervento alle prescrizioni contenute nei piani paesaggistici urbanistici e territoriali per il rispetto della:

- compatibilità rispetto ai valori paesaggistici;
- congruità con i criteri di gestione dell'area;
- coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica.

3 - L'UNITÀ DI PAESAGGIO DI RIFERIMENTO

L'area di intervento è ubicata lungo il tratto di costa occidentale della Sardegna, nel territorio del comune di Buggerru, ed è compresa nella Carta Topografica d'Italia alla scala 1:25.000 (Capo Pecora), Foglio 546, sezione III e nella CTR alla scala 1:10.000 nella sezione 546130 Portixeddu (Figura 1).

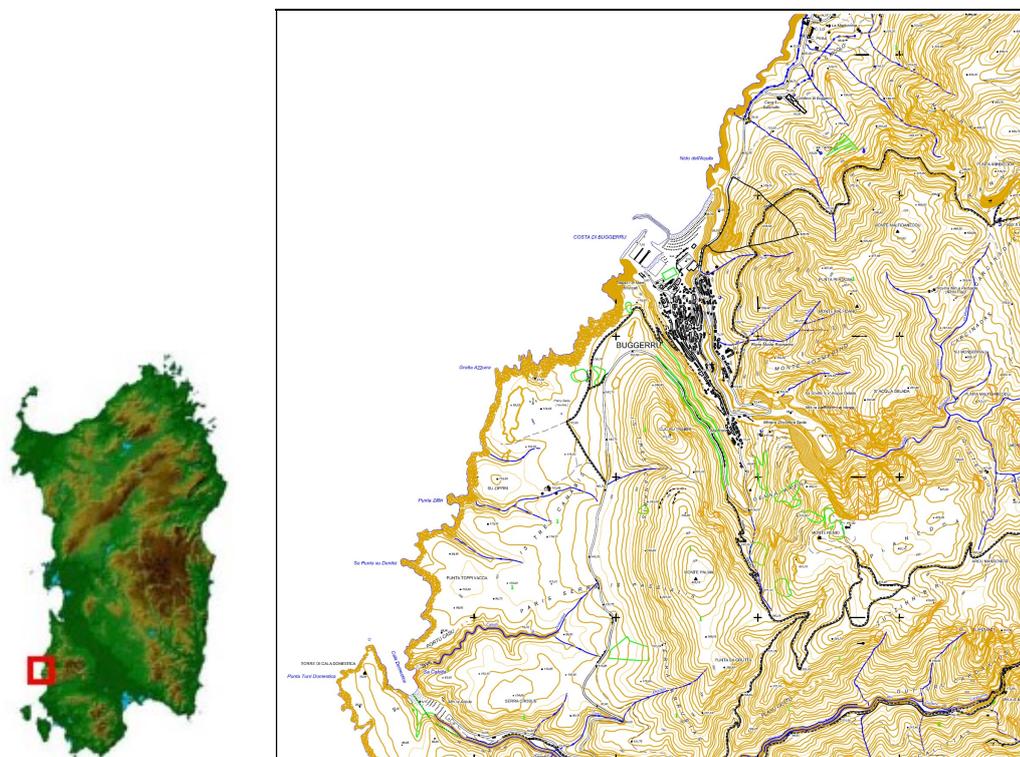


Figura 1 – Stralcio del Carta Numerica della Sardegna con la localizzazione del sito d'intervento

L'intervento ricade nel foglio 555 in scala 1:50.000 del Piano Paesaggistico Regionale all'interno dell'Ambito di Paesaggio Costiero n° 7 – Bacino del Metallifero (Figura 2).



Figura 2 - Ambito di paesaggio costiero n° 7 - Bacino del Metallifero

La struttura dell'Ambito di paesaggio è definita dal vasto sistema orografico che dal settore costiero occidentale di Buggerru, Nebida, Masua e della spiaggia di Fontanamare, si estende al Fluminese, ai rilievi di Gonnese ed alla sinclinale di Iglesias, fino a comprendere il sistema orografico meridionale della dorsale del Linas-Marganai. Questo vasto sistema territoriale è legato alle attività estrattive minerarie, ormai completamente cessate, che hanno interessato con continuità l'intero ambito territoriale, dall'epoca preistorica sino ai giorni nostri, segnando in modo indelebile l'ambito paesaggistico dell'Anello Metallifero e la struttura del sistema insediativo.

I caratteri ambientali dell'area interessata dal progetto sono riconducibili a quelli delle unità carbonatiche Cambriane dell'Anello Metallifero del bacino minerario dell'Iglesiente.

Il sistema insediativo dell'area è correlato con il sistema delle miniere

3.1 - Inquadramento storico dell'abitato di Buggerru

I giacimenti minerari nell'area di Buggerru erano già conosciuti e sfruttati dal tempo dei romani che estraevano la galena argentifera. Lo sfruttamento industriale dei giacimenti dell'area ebbe inizio nella seconda metà del 1800 quando l'ingegnere francese Giovanni Eyquem fondò la Società Anonima delle Miniere di Malfidano, ed a valle del monte Caitas, presso la spiaggia, iniziò a sorgere il primo nucleo del villaggio minerario di Buggerru.

Nel 1877 la Malfidano raggiunse un importante accordo con la Società francese Société des Minerais en Sardaigne per la costruzione della laveria a ridosso della spiaggia. La gestione dell'attività estrattiva nel territorio vide avvicinarsi diverse società concessionarie per ultima la Società Piombo Zincifera Sarda che rimase in attività fino al 1977, anno in cui le coltivazioni vennero chiuse.

I vecchi lavori che interessavano le masse calaminari superficiali, hanno dato origine ad una moltitudine di piccoli scavi con annesse discariche di sterile a bordo scavo.

La presenza dell'attività industriale ha causato un inquinamento diffuso da metalli pesanti, in particolare nell'arenile e nel fondale marino prospicienti la discarica e la laveria con il bacino sterili.

Dalla ricostruzione storica dell'attività e dalle caratteristiche dell'area, emerge che le sorgenti di possibile contaminazione sono legate ai residui dell'intensa attività mineraria di coltivazione di minerali di zinco e piombo, svolta in quest'area per più di un secolo.

Questa ha indotto profonde modificazioni nell'ambiente con la costruzione di numerose strutture (impianti, vasche, discariche, ecc.), che oggi rappresentano le sorgenti di contaminazione.

I fini di laveria nella fase iniziale dell'attività mineraria occupavano l'area antistante l'impianto di flottazione e in seguito, per questioni di spazio, l'area occupata dall'abbancamento, ha mutato la sua geometria estendendosi fino ad interessare quasi tutto l'arenile (Foto 1).



Foto 1 – Spiaggia di Buggerru occupata dagli sterili di flottazione

Periodicamente gli argini della diga sterili venivano aperti e i residui defluivano a mare al mare facendo lo spazio ai fini di nuova produzione.

Nel 1977 in seguito all'ennesima apertura degli argini si manifestò un grave fenomeno di inquinamento del litorale che portò alla definitiva chiusura dell'impianto e la conseguente cessazione definitiva dell'attività estrattiva (Foto 2).



Foto 2 – Spiaggia di Buggerru occupata dagli sterili di flottazione con indicazione della rottura dell'argine e il conseguente riversamento a mare dei fini

Dal 1977 in poi i sedimenti sono stati progressivamente ricoperti e utilizzati per la realizzazione di un campo sportivo, un rimessaggio barche e un parcheggio camper (Foto 3).

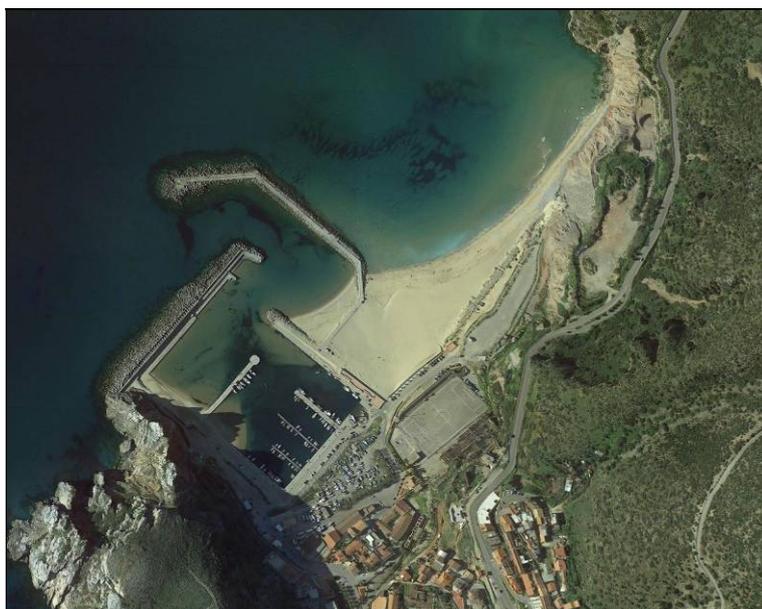


Foto 3 – Vista aerea delle aree ricavate sul bacino sterili

L'altro centro di pericolo è costituito da una grossa discarica mineraria derivante dall'abbancamento di scarti provenienti dagli scavi minerari i quali, essendo sterili o poco mineralizzati, venivano scaricati lungo il versante della montagna in quanto ritenuti non idonei al trattamento in laveria (Foto 4 e 5).



Foto 4 – Foto antecedente la realizzazione della discarica mineraria



Foto 5 – Foto attuale della discarica mineraria

3.2 – Caratteri generali del paesaggio

Il primo aspetto che si coglie osservando l'ambito costiero di Buggerru è dato dalla singolarità delle macro-forme geologico-morfologiche del paesaggio che circonda lo stesso centro abitato. A ciò si uniscono le tracce della passata attività estrattiva che di fatto si è sviluppata principalmente a ridosso della linea di costa che ha inciso significativamente sul complesso paesaggistico del sito.

Tutto ciò, costituisce un insieme di elementi capace di attrarre un consistente flusso di visitatori con interessi diversi, compresi quelli turistici e scientifici.

Allo stato attuale il territorio di Buggerru è orientato verso una vocazione turistico-balneare con caratteri di residenzialità, che viene ulteriormente esaltata per la presenza del porto turistico; ciò comporta la possibilità di attivare un rilevante flusso di utenza turistica nei mesi estivi che fruisca delle diverse risorse presenti nel comune di Buggerru e nelle località limitrofe.

L'accessibilità è buona sia dal versante fluminese, garantendo il collegamento anche con il complesso di Montevecchio-Ingurtosu sia dal versante dell'iglesiente.

Proprio a breve distanza dal centro urbano è presente un'altra testimonianza di paesaggio minerario (Planu Sartu), di minore interesse, che ad oggi conserva soltanto deboli tracce dell'attività mineraria.

La fascia costiera si presenta alta e rocciosa ed è interrotta alternativamente da alcuni tratti sabbiosi (Cala Domestica, Buggerru, Portixeddu-San Nicolò).

Il tratto di costa fra Buggerru a nord e il porto di Nebida a sud comprende il sistema di sabbioso di Cala Domestica ed il settore costiero meridionale dell'esteso promontorio che culmina con il capo roccioso di Torre Domestica, che separa fisicamente il sistema costiero di Portixeddu-Buggerru da quello di Nebida-Funtanamare a sud.

Il settore di costa presenta uno scenario marino-litorale strettamente interconnesso a quello delle acque superficiali, che hanno dato luogo a incisioni torrentizie, valli incassate in roccia e canali.

Gli acquiferi sotterranei presenti nell'area rappresentano risorse importanti per l'estensione e la potenzialità. Quanto detto vale principalmente per gli acquiferi limitrofi come quello dell'Anello Metallifero e il sistema idrogeologico di Pubuxinu-Su Mannau; tutti questi sistemi idrici, per le loro caratteristiche intrinseche risultano ad elevata vulnerabilità soprattutto se ricorrono in aree i cui l'attività di estrazione e trasformazione dei minerali è stata significativa.

3.3 - Inquadramento geomorfologico

Da un punto di vista morfologico, il territorio è caratterizzato da un esteso tratto costiero contrassegnato da alte falesie che offrono un paesaggio di notevole bellezza, ricco di vari ed interessanti aspetti paesaggistico - ambientali.

E' da sottolineare che nell'Iglesiente, lungo la falesia di Masua - Nebida - Buggerru, si ritrova una delle linee di costa più antiche d'Europa; caratteristica peculiare di questo tratto di costa è il colore bianco del calcare ceroidale con sfumature giallastre dove, nelle zone brecciolari e di fratturazione avviene il fenomeno della dolomitizzazione.

L'altitudine media aumenta progressivamente dalla costa fino a raggiungere cime superiori ai 500 metri nella parte orientale dell'area (Punta Perdosa 523 m s.l.m., Monte Malfidano 540 m s.l.m.). Tutta la zona ha risentito dell'erosione, che si è protratta fino all'ingressione triassica, con la formazione di peneplanazioni e numerose dislocazioni.

Il calcare Metallifero termina a dirupo sul mare con altezze che in molti punti superano i 100 metri. Nel tratto di costa compreso fra Bega sa Cannu e Buggerru, la falesia è interrotta solo dalle insenature di Canal Grande e Cala Domestica.

Anche l'uomo è diventato un fattore di modellamento del rilievo. L'attività mineraria così come in tutto l'Iglesiente ha modificato profondamente il paesaggio lasciando profondi segni con discariche, scavi e impianti abbandonati.

Ciò ha prodotto evidenti alterazioni sul suolo e ripercussioni anche sulla vegetazione, la cui assenza per il disboscamento indiscriminato e per gli incendi ha esposto il territorio all'erosione idrica ed eolica.

L'abitato di Buggerru è ubicato in un'insenatura piuttosto ampia che si sviluppa lungo un tratto di costa rocciosa dove il rio Acqua sa Murta ha il suo sbocco a mare. Il rio nasce in località Punta su Liberau con andamento, dapprima NE-SW, ed E-W nell'ultimo tratto, si dirige nell'area mineraria di Malfidano, dove prende il nome di Gutturu Malfidano; si disperde quindi con circolazione sotterranea nella formazione carbonatica Cambriana affiorante in questo settore (Foto 6).

Nell'area prospiciente la spiaggia è presente una grossa discarica la cui composizione granulometrica varia da frazioni fini a pezzature grossolane decimetriche in funzione della provenienza del materiale (tracciamenti delle gallerie e scavi a cielo aperto). Si tratta, per lo più, di materiali incoerenti e solo raramente manifestano una debole coesione in presenza di materiali terrosi fini. La discarica è interessata da erosione diffusa che determina trasporto solido verso il mare.



Foto 6 – Panoramica dell'abitato di Buggerru

3.4 – Geologia

Il sito si presenta con caratteristiche geologiche molto complesse ed altamente peculiari.

Le peculiarità di questo vasto settore sono la presenza dei più cospicui giacimenti minerali metalliferi d'Italia, e l'esistenza dei terreni geologicamente più antichi di tutto il territorio italiano datati paleontologicamente.

Il basamento cristallino paleozoico del territorio di area vasta è formato da sequenze di rocce che hanno un'età che va dal Cambriano inferiore all'Ordoviciano sommitale.

La successione cambro-ordoviciano inferiore (Pillola, 1994), di origine quasi esclusivamente marina, è stata suddivisa a partire dal più antico al più recente in:

- a) Gruppo di Nebida;
- b) Gruppo di Gonnese;
- c) Gruppo di Iglesias.

Nel dettaglio le litofacies che affiorano nell'area di Buggerru appartengono al cambrico "Formazione di Gonnese" costituita da dolomie grigie che passano, per eteropia di facies, al calcare ceroidale, costituito da calcari compatti a grana fine, generalmente di colore ceruleo e privo di resti organici.

Il calcare ceroide, che sovrasta l'abitato si presenta, in genere, come un calcare compatto, non stratificato, e solo raramente in strati, la cui potenza varia dai 20 ai 50 cm (Foto 7).



Foto 7 – Calcari ceroidi che sovrastano l'area portuale

Nei giunti di tali strati sono spesso interposte lamine di sostanze argilloso-ematitiche rossastre, dovute probabilmente ad infiltrazioni tardive dai soprastanti depositi ematitici.

Irregolarmente distribuito in questa formazione è presente anche il calcare grigio, mentre è altrettanto evidente una dolomitizzazione secondaria del calcare ceroide che assume, la tipica colorazione giallognola (dolomia gialla), soprattutto in coincidenza di zone intensamente fratturate e/o brecciolari.

Il Quaternario che comprende con le discariche attuali, è rappresentato da lembi di alluvioni, antiche e recenti, e detriti di falda più o meno cementati (Foto 8).

Si può comunque distinguere un livello più antico, caratterizzato da ciottoli e frammenti, fortemente cementati da carbonato di calcio e limonite soprattutto alla base del massiccio calcareo dolomitico dove la fase diagenetica avanzata da luogo ad una formazione competente o semi-competente, con buone caratteristiche geomeccaniche.



Foto 8 – Depositi alluvionali alla base della falesia calcarea

I depositi attuali sono rappresentati da dispersioni di ciottoli e frammenti sciolti e da accumuli di sterile di miniera e frammenti e blocchi di dolomie gialle in cumuli o coperture a diretto contatto con l'arcata sabbiosa (Foto 9).



Foto 9 – Depositi eterometrici di sterili di miniera frammisti a depositi alluvionali di versante

Infine la spiaggia prospiciente l'area di intervento si affaccia nella parte meridionale di litorale che forma un'ampia ansa costiera delimitata a sud dalle scogliere calcaree a falesia di Planu Sartu e a nord dalle scogliere granitiche di Capo Pecora.

In quest'ansa si affacciano due spiagge principali: a sud la spiaggia di Buggerru che si estende per circa 450 metri verso Nord (Foto 10), seguita da una scogliera dello sviluppo di circa 1.000 m (da "Il Nido dell'Aquila" a San Nicolò), da questa si diparte verso nord l'ampia spiaggia di Portixeddu della lunghezza di circa 2.800 m.

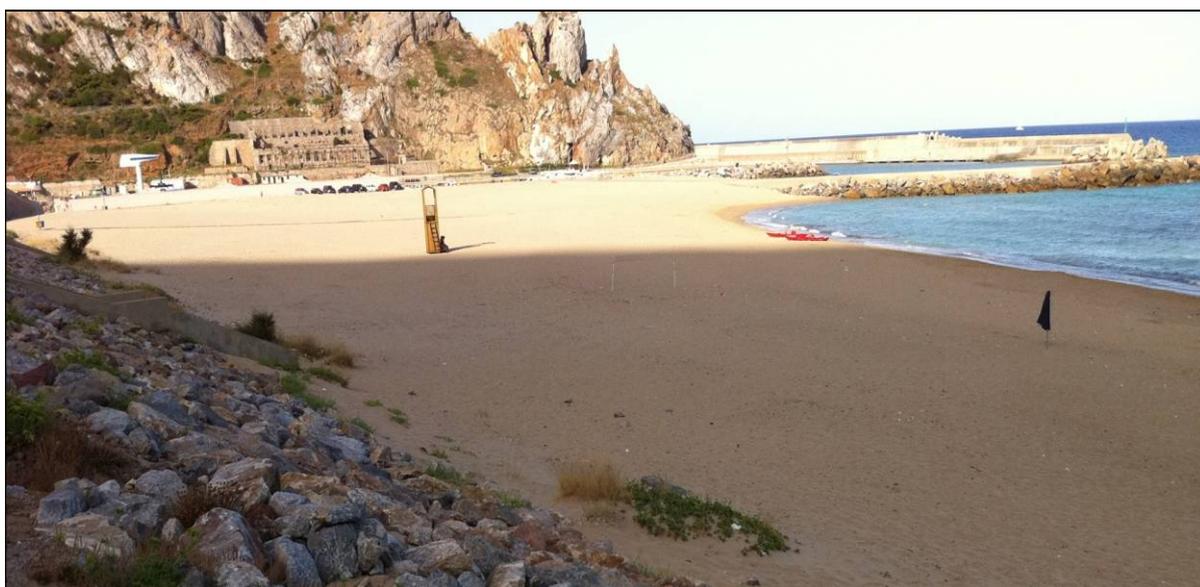


Foto 10 – Arcata sabbiosa di Buggerru

3.5 - Idrologia

I corsi d'acqua presentano un carattere torrentizio che si manifesta solo in occasione di piogge piuttosto intense, lasciando in secca gli scolatori nel restante periodo dell'anno.

Per quanto attiene il regime piovoso, si rileva che la distribuzione degli afflussi meteorici nell'anno segue l'andamento tipico del clima mediterraneo, dunque la stagione piovosa è irregolare e variabile. Le prime piogge dopo la siccità estiva si verificano nei mesi di settembre-ottobre, con caratteristiche di acquazzoni estivi, mentre il normale periodo piovoso si estende da novembre-dicembre ad aprile, interrotto quasi sempre da periodi asciutti che generalmente iniziano in gennaio ed hanno nel mese una breve durata, ma, che a volte, si prolungano sino a febbraio ed oltre.

Le piogge insistenti e continue sono rare ed insolite, mentre sono sempre più frequenti le precipitazioni violente ed abbondanti che in occasioni eccezionali sono capaci di provocare vere alluvioni. L'analisi dell'idrologia del sito è circoscritta allo studio del piccolo bacino imbrifero ubicato immediatamente a monte della discarica.

Il bacino considerato è delimitato a valle da un tratto della strada provinciale Buggerru-Fluminimaggiore che si sviluppa fra le quote +48,40 m s.l.m. e +80,80 m s.l.m. e si chiude a monte alla quota +497,40 m s.l.m. costituendo un'area pressoché triangolare con una forte pendenza.

La rete idrografica all'interno di detta area è limitata a due scolatori dei quali il maggiore ha una lunghezza di circa 400 m e dato il loro ridotto sviluppo, non possiedono alcun toponimo. Il tratto di strada che chiude il bacino idrografico a valle, raccoglie tutta l'acqua di corrivazione superficiale che insiste sullo stesso configurandosi dunque come un canale di guardia di protezione alla discarica.

L'acqua si concentra nella parte più depressa della strada a quota 48,40 riversandosi nel corpo discarica per mezzo di un attraversamento stradale costituito da una canaletta in cls. In condizioni di precipitazioni intense l'attraversamento stradale non è in grado di smaltire la portata, in tali condizioni l'acqua sormonta la sede stradale precipitando a cascata nel versante in modo non regimato, producendo l'erosione della discarica e diffusione dei materiali erosi nell'arenile.

3.6 – Idrogeologia

L'acquifero principale presente nell'area è costituito dai carbonati e dalle dolomie della formazione di Gonnese caratterizzata da un'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo ed è delimitato idraulicamente al letto da formazioni terrigene a bassa permeabilità costituite dalla formazione di Nebida (arenarie cambriche).

Il comparto litoide calcareo, è il principale serbatoio sotterraneo.

Nel territorio di Buggerru non sono presenti sorgenti significative, l'acquifero presente nella formazione calcarea ubicata a ridosso del centro abitato di Buggerru, ospita una falda libera e come sistematicamente accade, gli acquiferi nei mezzi fessurati calcarei formano una unica falda freatica che raccoglie e concentra in essa tutte le acque che si infiltrano nella roccia.

Il livello piezometrico della falda in oggetto era storicamente di qualche decina di metri sopra il livello del mare.

Ciò causava di conseguenza non pochi problemi allo sviluppo dei lavori minerari in sottosuolo pertanto il livello piezometrico è stato modificato artificialmente alla fine dell'800 mediante lo scavo di una galleria di scolo denominata "Galleria Lucien".

Con lo scavo della galleria di drenaggio terminato nel 1878, il livello freatico della falda venne abbassato fino alla quota di +2,70 m s.l.m.. La galleria mineraria oltre a convogliare all'esterno le acque di miniera, veniva utilizzata per l'estrazione del minerale dai cantieri di Malfidano.

La galleria Lucien costituisce il livello di base della falda del massiccio carbonatico drenando l'acquifero richiamando e costringendo le acque scorrenti lungo il sistema di fratturazione a concentrarsi alla base della galleria di scolo per poi fuoriuscire a giorno.

Allo stato attuale il livello piezometrico della falda si è stabilizzato alla quota di +2,70 m s.l.m., mentre al di sopra di tale quota l'intero comparto carbonatico risulta anidro, compresa la porzione di roccia calcarea su cui sono addossate le discariche oggetto della bonifica.

Tale condizione impedisce la formazione di emergenze idriche lungo i versanti poiché le acque gravifiche sono interamente drenate dal suddetto livello di base.

3.7 - Vegetazione

I suoli del territorio sono compresi in classi che includono terreni molto poveri e poco adatti alle coltivazioni per la presenza dominante di litosuoli. Più in generale si può affermare che la roccia madre influisce sensibilmente sulle caratteristiche del suolo.

Dalle rocce carbonatiche, largamente diffuse nel territorio, molto compatte e di lenta alterabilità, i suoli che ne derivano hanno una genesi particolare in quanto si formano nel residuo che si accumula per asportazione progressiva dei carbonati di calcio e di magnesio.

Un fattore che condiziona la pedogenesi dei termini calcareo-dolomitici sono le superfici fortemente inclinate e accidentate del rilievo soprattutto in mancanza di vegetazione. In questo caso i suoli sono poco profondi e con notevole componente grossolana con asportazione e perdita continua di materiali, mentre nelle litologie scistose i suoli trovano maggior sviluppo sia per il rilievo meno acclive e le forme più dolci che per la presenza più marcata della vegetazione.

Un manto vegetale più fitto e continuo si rinviene nei detriti di pendio accumulati ai piedi delle cime calcaree più alte, ove la presenza di una frazione più argillosa, sia pure frammista a granulometria calcarea più grossolana, permettono lo sviluppo delle essenze arbustive tipiche della macchia mediterranea per lunghi tratti di paesaggio.

La vegetazione naturale secondaria prevalente è ascrivibile alla macchia mediterranea nelle sue varie forme, le specie più rappresentate sono corbezzolo (*Arbustus unedo*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), fillirea (*Phillyrea latifolia*), mirto (*Myrtus communis*), straccia braghe (*Smilax aspera*).

La specie predominante è il cisto (*Cistus monspeliensis*) associata a lentisco, eufobia arborea, artemisia, elicriso, erica, ecc. I pascoli presenti nell'area hanno una produttività modesta sia per la superficialità del suolo che per la scarsa piovosità, inoltre l'intenso pascolamento ed i ripetuti incendi, favoriscono l'instaurarsi di specie poco pabulari o addirittura infestanti tipo composite spinose come *Cardus* o comunque inappetibili quali l'Elicriso o *Asfodelo* e l'*Inula Viscosa*.

L'area di intervento non interessa aree naturali o seminaturali, si presenta pressoché priva di vegetazione arbustiva (in aree limitate è presente qualche esemplare di cisto e di lentischio), è caratterizzata dalla presenza di *Inula Viscosa* e da specie erbacee (graminacee ecc.). In essa, non sono presenti emergenze a tutela speciale e si può quindi considerare priva di qualsiasi valenza vegetazionale.

4 - INDICAZIONE E ANALISI DEI LIVELLI DI TUTELA OPERANTI NEL CONTESTO

4.1 - Inquadramento SIN

I SIN definiti dal decreto legislativo 22/97 (decreto Ronchi) e nel decreto ministeriale 471/99 e ripresi dal decreto 152/2006 sono individuati in relazione alle caratteristiche del sito, alla quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini sanitari ed ecologici nonché di pregiudizio per i beni culturali e ambientali.

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono aree del territorio nazionale identificate come contaminate in relazione alla quantità e alla pericolosità degli agenti inquinanti presenti e all'impatto che possono avere sull'ambiente circostante, in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. I SIN sono individuati e perimetrati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che ne controlla anche la procedura di bonifica.

Il perimetro del Sito di Interesse Nazionale di "Sulcis-Iglesiente-Guspinese" è stato ridefinito col Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 28 Ottobre 2016 (Figura 3).

A tal riguardo si evidenzia che il territorio comunale di Buggerru è stato inserito giustamente nella perimetrazione del SIN per la presenza di bacini di flottazione, discariche mineralizzate che impattano negativamente sull'ambiente.

intervento è limitrofa al centro di antica e prima formazione e al sistema di spiaggia di Buggerru, ricade nella perimetrazione del Parco Geominerario Ambientale e Storico.

Si riporta di seguito lo stralcio della cartografia del PPR relativo all'area di intervento.



Figura 4 - Componenti paesaggio ambientale

- [AA] Componenti paesaggio ambientale
 - Componenti ambientali
 - Vegetazione a macchia e in aree umide
 - Boschi
 - Praterie
 - Sugherete; castagneti da frutto
 - Colture specializzate ed arboree
 - Impianti boschivi artificiali
 - Colture erbacee specializzate; Aree agroforestali; Aree incolte

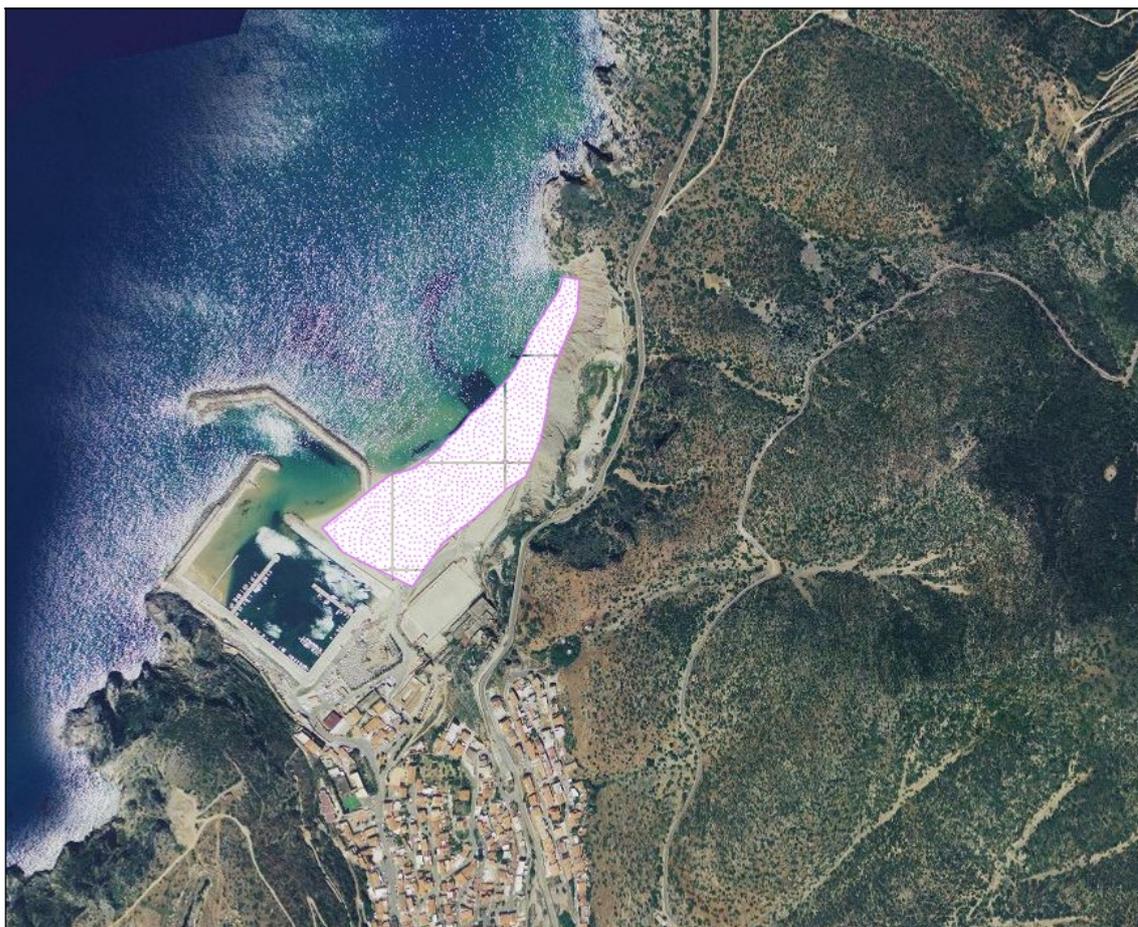


Figura 5 – Beni paesaggistici Art., 143

- [AA] Beni paesaggistici art. 143
 - Fascia costiera
 - Alberi monumentali
 - Alberi monumentali - 19-04-2019
 - Grotte e caverne
 - Monumenti naturali istituiti
 - Aree di interesse botanico
 - Aree di interesse faunistico
 - Aree a quota superiore a 900 m
 - Laghi, invasi e stagni
 - Fiumi e torrenti (alveo inciso)
 - Fiumi e torrenti (doppia sponda)
 - Campi dunari e sistemi di spiaggia



Figura 6 – Aree recupero ambientale

- [AA] Aree recupero ambientale
 - Siti inquinati
 - Aree minerarie dismesse
 - 
 - Discariche
 - 
 - Scavi
 - 

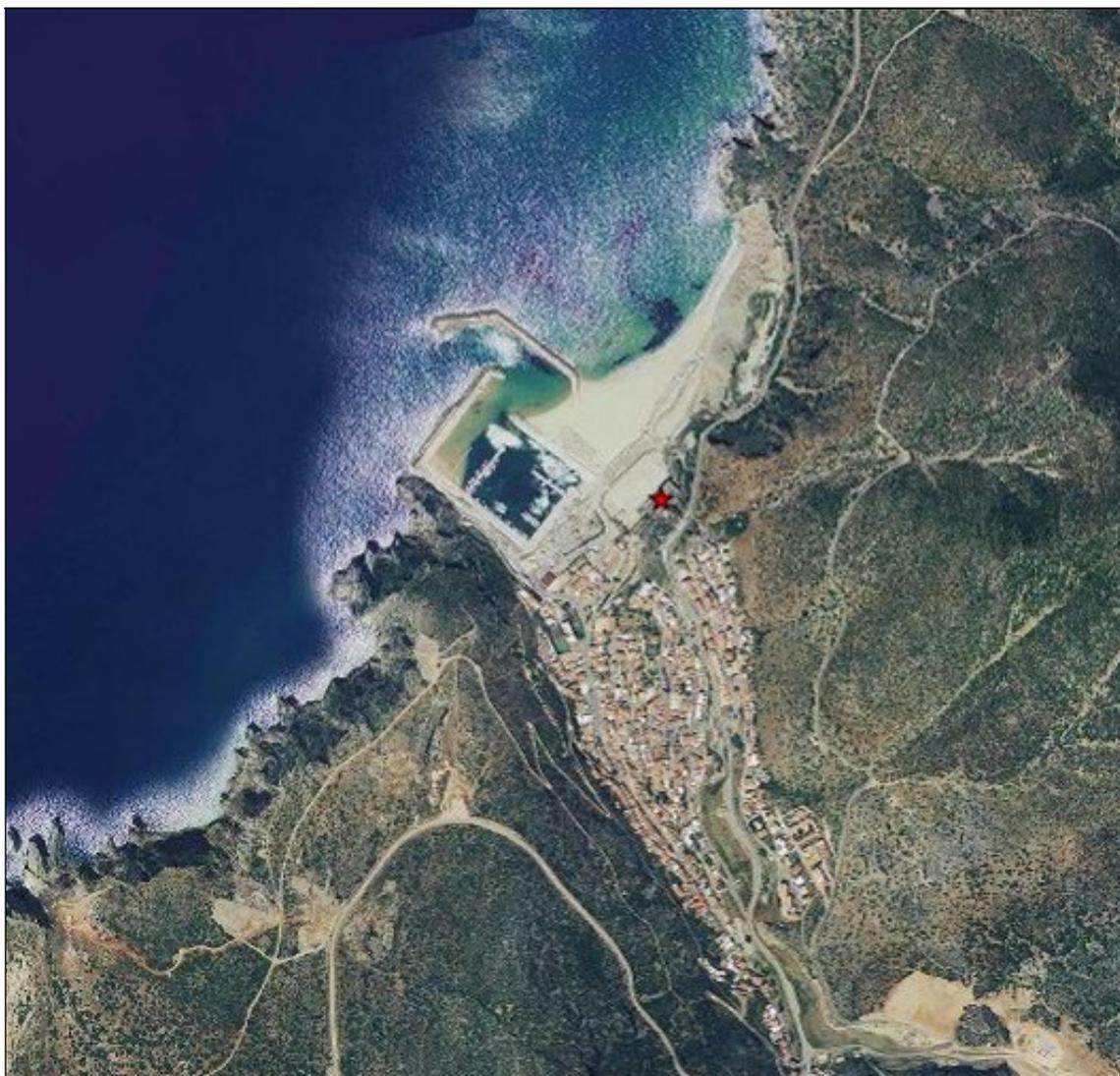


Figura 7 – Beni paesaggistici e identitari

[AS] Beni paesaggistici e identitari

- Beni identitari
- Beni paesaggistici ex art. 136-142
- Beni paesaggistici ex art. 143 (puntuali)
- Beni paesaggistici ex art. 143 (areali)

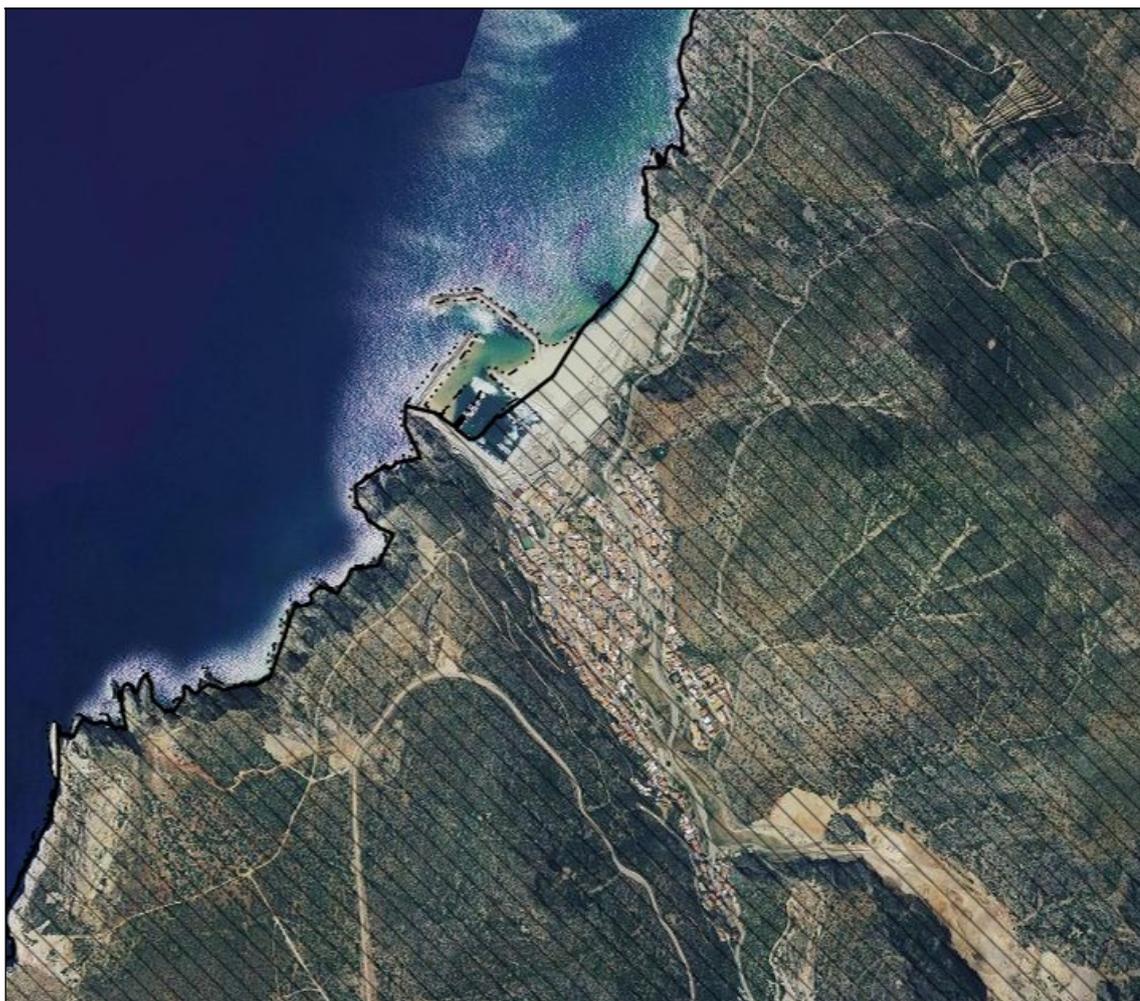


Figura 8 – Aree produttive storiche

- [AS] Aree produttive storiche
 - Aree delle saline storiche
 - Aree della bonifica
 - Aree della bonifica D.G.R. 2009-2010
 - Aree dell'organizzazione mineraria
 -
 - Parco geominerario ambientale e storico
 -

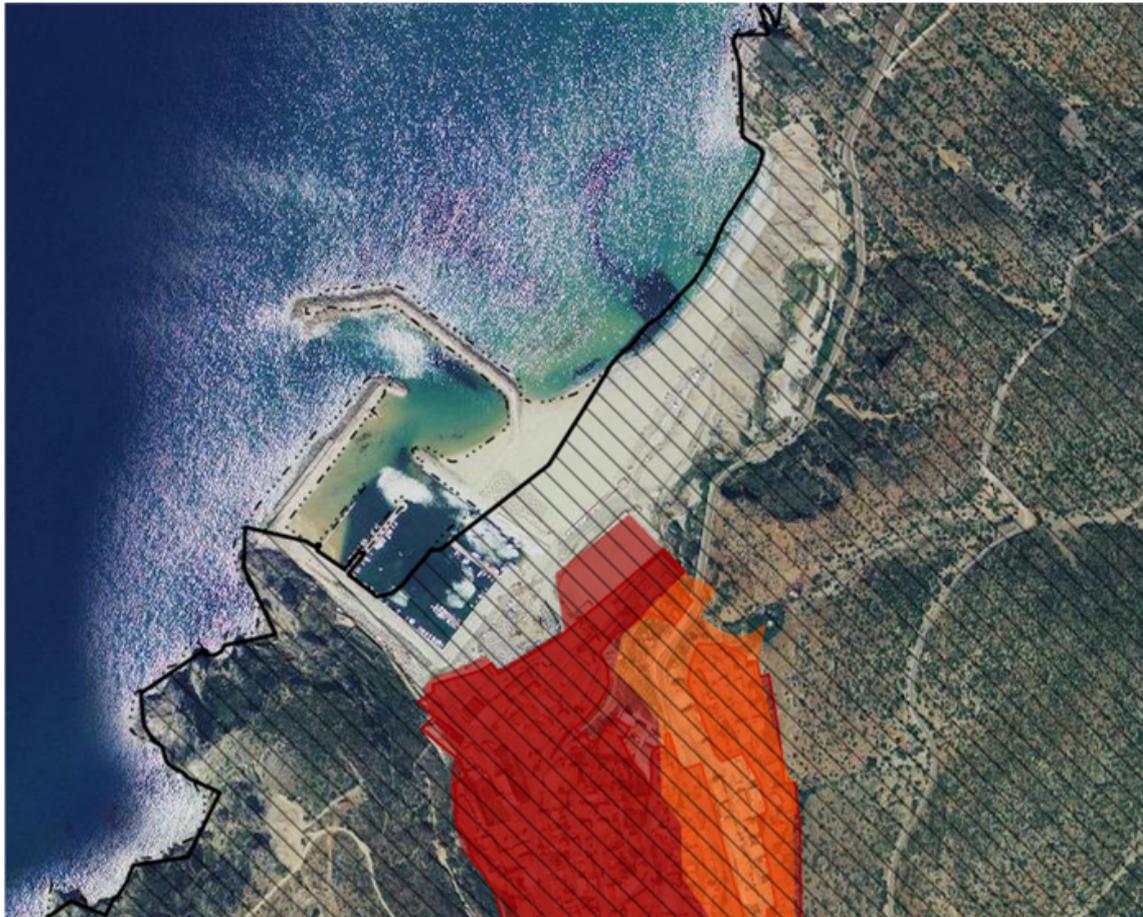


Figura 9 – Componenti insediativo

- [AI] Componenti insediativo
 - Edificato
 - Centri abitati
 - Centri di antica e prima formazione
 - Espansioni fino agli anni 50
 - Espansioni recenti
 - Centri di antica e prima formazione Atti 2007-2012
 -

4.3 - Inquadramento PAI

Si riporta di seguito lo stralcio della perimetrazione P.A.I. relativo all'area di intervento. L'area ricade in parte in zona Hg4 (pericolosità molto elevata da frana Hg4), in parte in zona Hg1 (aree di pericolosità moderata da frana).

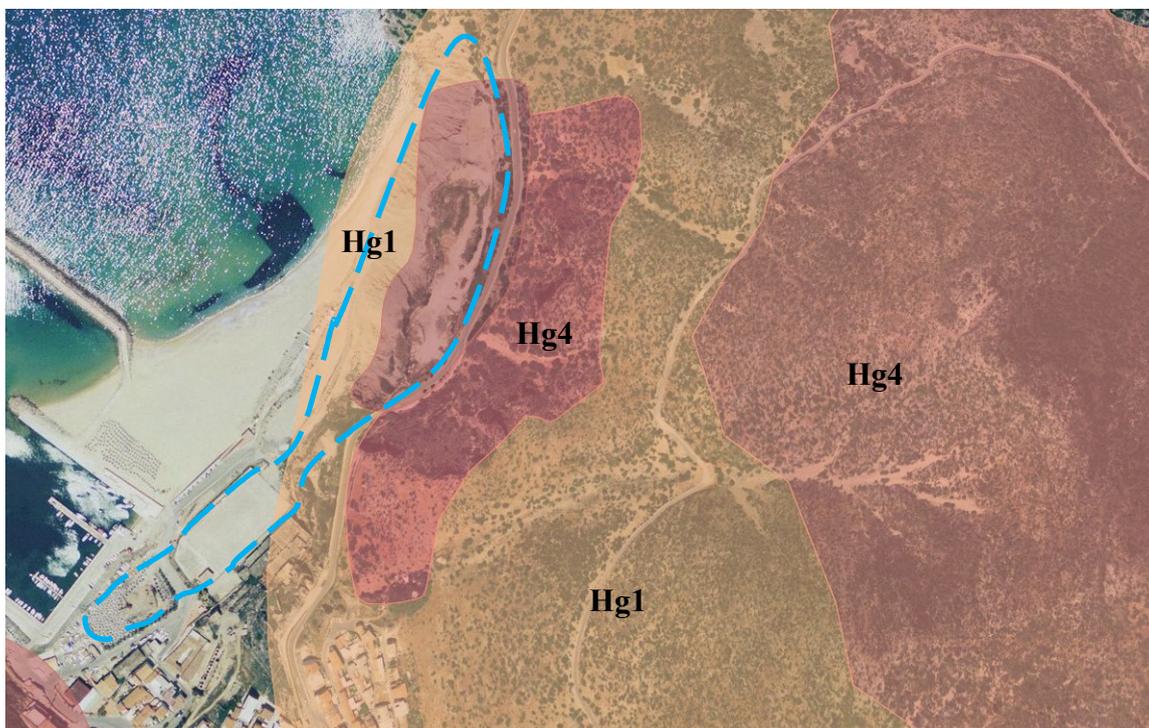


Figura 10 – Aerofoto con sovrapposizione della perimetrazione PAI

Si riporta di seguito lo stralcio dell'art. 31 delle Norme di Attuazione del P.A.I.

ARTICOLO 31 - Disciplina delle aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4):

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, in materia di interventi strutturali e non strutturali per il controllo dei dissesti - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:

- a. le opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi, di manutenzione e consolidamento dei versanti, di tutela dei suoli;
- b. le opere anche temporanee e gli interventi idraulico-forestali e idraulico-agrari per la riduzione o l'eliminazione dei pericoli e dei rischi da frana nelle aree di innesco e sviluppo dei fenomeni di dissesto;
- c. le opere di riqualificazione ambientale, miglioramento del patrimonio forestale, conservazione delle colture agrarie tradizionali, rinaturalizzazione delle aree inutilizzate;
- d. le ricostituzioni boschive e la semina di prati suscettibili di abbassare le soglie di pericolosità o di rischio;

Omiss

Gli interventi di progetto sono inquadrabili negli interventi ammissibili di cui alle lettere a, b, c, d del comma 1 dell'art. 31 sopracitato.

La realizzazione degli interventi di progetto avrebbe come conseguenza positiva la mitigazione della pericolosità nell'area discarica.

4.3 - Inquadramento PUC

L'area di intervento ricade in zona omogenea S3 e in zona omogenea G1. Gli interventi di progetto sono compatibili con le destinazioni d'uso previste dal PUC (Figura 11).

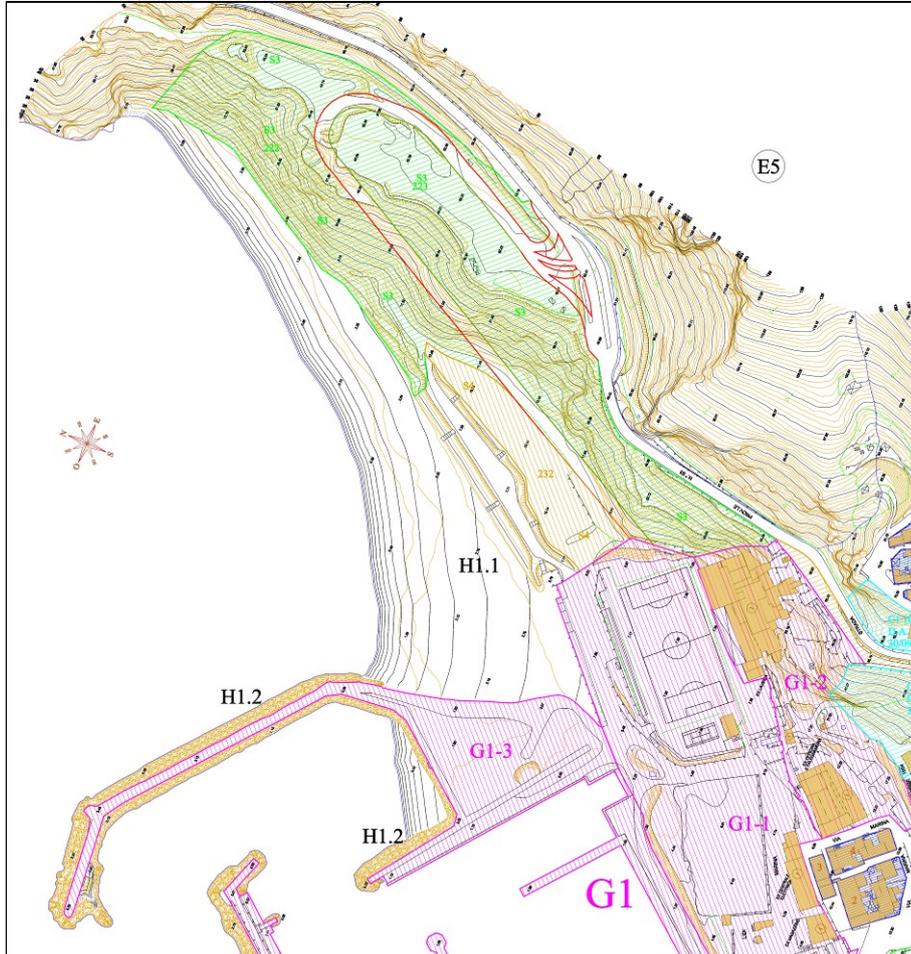


Figura 11 – Stralcio della zonizzazione del PUC

ZONE OMOGENEE		B	ZONA DI COMPLETAMENTO RESIDENZIALE - art. 6 N.T.A.
		C1	PREESISTENTI ZONE DI ESPANSIONE - art. 8 N.T.A.
		C2	NUOVE ZONE DI ESPANSIONE - art. 9 N.T.A.
		D	ZONA ARTIGIANALE - art. 10 N.T.A.
		G1	SERVIZI GENERALI PORTUALI - art. 19 N.T.A.
		G2	SERVIZI GENERALI PORTUALI - art. 19 N.T.A.
		G3	SERVIZI GENERALI - art. 19 N.T.A.
		G4	SERVIZI GENERALI (RECUPERO AMBIENTALE) - art. 19 N.T.A.
		S1	PUBBLICA ISTRUZIONE
		S2	SERVIZI GENERALI
		S3	VERDE URBANO, PARCHI, SPORT
		S4	PARCHeggi PUBBLICI

Si riporta uno stralcio delle NTA del vigente PUC

Zona G1 per servizi portuali

E' costituita dalle aree prospicienti il porto turistico, in via di completamento. Trattasi inoltre delle aree ubicate nell'area urbana a monte del porto turistico, nella quali si rileva la presenza di alcuni fabbricati minerari dismessi.

Nell'attuazione della zona G1, pertanto, si deve tener conto di tali presenze edilizie, attraverso la riqualificazione dei fabbricati esistenti e la loro riconversione a servizi generali indirizzati al settore del turismo, del tempo libero e terziario avanzato.

Ulteriori nuove volumetrie potranno prevedersi in armonia con le tipologie esistenti.

La zona G1 si attua in regime di comparto minimo così come stabilito nella zonizzazione del PUC, attraverso uno studio unitario preliminare a cui seguiranno i piani attuativi dei subcomparti G1.1, G1.2, G1.3 come definiti nell'allegato 1.2 tavola 7 della zonizzazione in ambito urbano, nel rispetto dell'art 8 del D.A. 2266/83. In sede di piano attuativo potranno essere programmati i seguenti usi:

- edifici per l'amministrazione e la gestione della struttura portuale (Capitaneria, Polizia, Delegazione di spiaggia, stazione radio, etc.);
- i servizi generali (bagni, docce, pronto soccorso, cambio-valute, informazioni, rivendita riviste, tabacchi, accessori e ricambi nautici, rifornimento carburanti, officine nautiche, rimessaggio barche, etc.);
- servizi di prima accoglienza (yacht-club, foresteria, ristoranti, strutture ricettive, etc).

Viene previsto un indice territoriale di utilizzazione massimo non superiore a 3 mc/mq.

5 - RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLO STATO ATTUALE DELL'AREA D'INTERVENTO E DEL CONTESTO PAESAGGISTICO,

Il presente progetto definitivo si concentra essenzialmente nell'area prospiciente l'attuale porto (ex Area Barche), nell'area antistante la laveria Malfidano (Area ex campo sportivo) e infine nelle discariche minerarie presenti sul lato destro dell'arenile dell'abitato di Buggerru.

Le dorsali che sovrastano l'area portuale sono marcate da profondi segni dovuti all'apertura di imponenti scavi a giorno funzionali alla coltivazione delle mineralizzazioni affioranti, cui si associano discariche dei materiali "sterili", risultanti dalle stesse operazioni di scavo e cernita delle frazioni utili.

L'impatto è perciò quello di un territorio in cui le modificazioni indotte dall'attività mineraria hanno avuto come risultato una situazione di estremo degrado. La presenza dell'attività industriale ha causato un inquinamento diffuso da metalli pesanti, in particolare nell'arenile e nel fondale marino.

Il versante a ridosso della spiaggia di Buggerru risulta modificato dalla presenza di una grossa discarica mineraria derivante dall'abbancamento di materiali provenienti dagli scavi minerari limitrofi. Tale discarica ha modificato negativamente i luoghi, con particolare riferimento all'arenile e al paesaggio nel suo insieme (Foto 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17).



Foto 11 – Vista da sud dell'area di intervento (da nord verso sud - discarica mineraria, piazzale camper, ex campo sportivo ed ex piazzale barche



Foto 12 – Vista della discarica dall'arenile



Foto 13 – Vista della discarica dal mare



Foto 14 – Vista della sommità della discarica dalla strada provinciale



Foto 15 – Vista della discarica dalla spiaggia

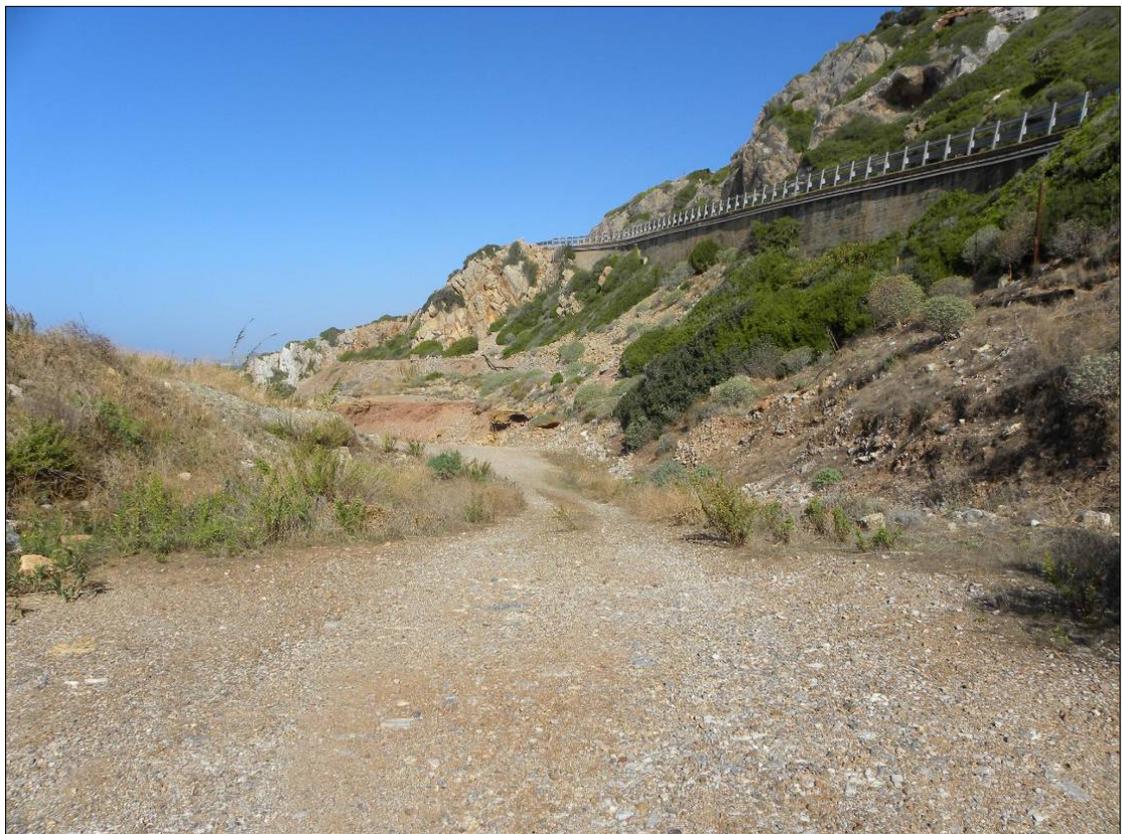


Foto 16 – Vista della sommità della discarica, in alto è visibile la strada provinciale



Foto 17 – Vista dell'estremo nord della discarica

6 – DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'obiettivo primario della messa in sicurezza permanente del sito è quello di minimizzare gli effetti della contaminazione prodotta dall'attività estrattiva.

Il quadro conoscitivo iniziale ha consentito di individuare il percorso metodologico che ha guidato i criteri di scelta per la progettazione della messa in sicurezza permanente dei contaminanti.

I risultati derivanti dalla caratterizzazione del sito hanno evidenziato che la contaminazione è riconducibile a due distinte tipologie di centri di pericolo:

- scarti minerari derivanti dall'attività mineraria in senso stretto (scavi, gallerie e coltivazioni) a grossa pezzatura;
- scarti derivanti dall'attività del trattamento dei minerali (sterili di laveria) a granulometria minuta.

Il presente progetto prevede interventi di messa in sicurezza permanente sia degli scarti di tout venant che costituiscono la grossa discarica ubicata a ridosso della spiaggia sia dei fini di laveria presenti nelle tre aree: rimessa barche, campo di calcio e area di sosta dei camper.

L'intervento sulla discarica di tout venant ha inoltre la finalità di eliminare i potenziali pericoli di scoscendimenti gravitativi del corpo discarica eroso al piede dal moto ondoso e soggetto a erosione superficiale derivante dall'azione degli agenti atmosferici.

La messa in sicurezza permanente della discarica mineraria prevede un'unica soluzione vincolata dalle caratteristiche geotecniche dei materiali costituenti la discarica, dalla geometria delle gradonature necessarie per la stabilizzazione del corpo discarica e dall'impossibilità, a costi accettabili, di allocare in altri siti il materiale derivante dalla riprofilatura.

Per quanto riguarda la bonifica dei fini di laveria è stata effettuata l'analisi tecnico economica tenendo conto di un approccio unitario al fine di interdire la migrazione del contaminante verso le matrici ambientali.

Nei paragrafi che seguono verranno descritti gli interventi di progetto delle aree in cui si svilupperanno gli interventi.

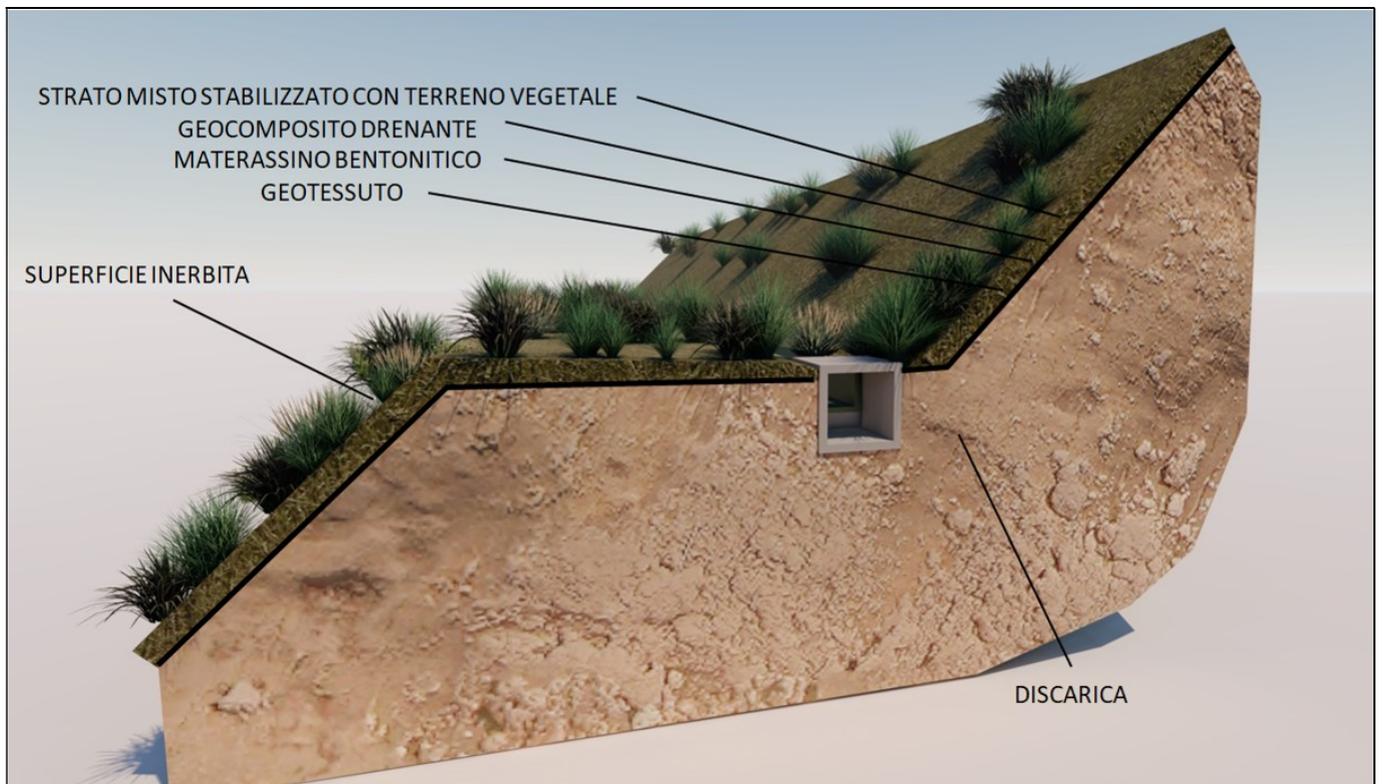
6.1 - Discarica sterili minerali – Stato di progetto

Il corpo discarica verrà riprofilato con gradoni di altezza pari a 5 m, e larghezza delle berme di 4 m con una inclinazione generale di circa 30° e inclinazione delle singole scarpate pari a 45°.

La messa in sicurezza permanente si completerà con la realizzazione di un sistema di copertura così costituito:

- regolarizzazione della superficie;
- geotessile;
- materassino bentonitico;
- geocomposito ad alta capacità drenante;
- strato di rivestimento delle scarpate costituito da stabilizzato di cava 0-40 e terra vegetale con spessore medio di cm 25, leggermente costipato.
- rinverdimento della superficie con vegetazione autoctona.

L'intera area verrà dotata di un sistema di raccolta delle acque piovane costituito da una rete di canalette prefabbricate in c.a. sezione 40 x 40 cm collegate ad una condotta in pvc del diametro di 300 mm.



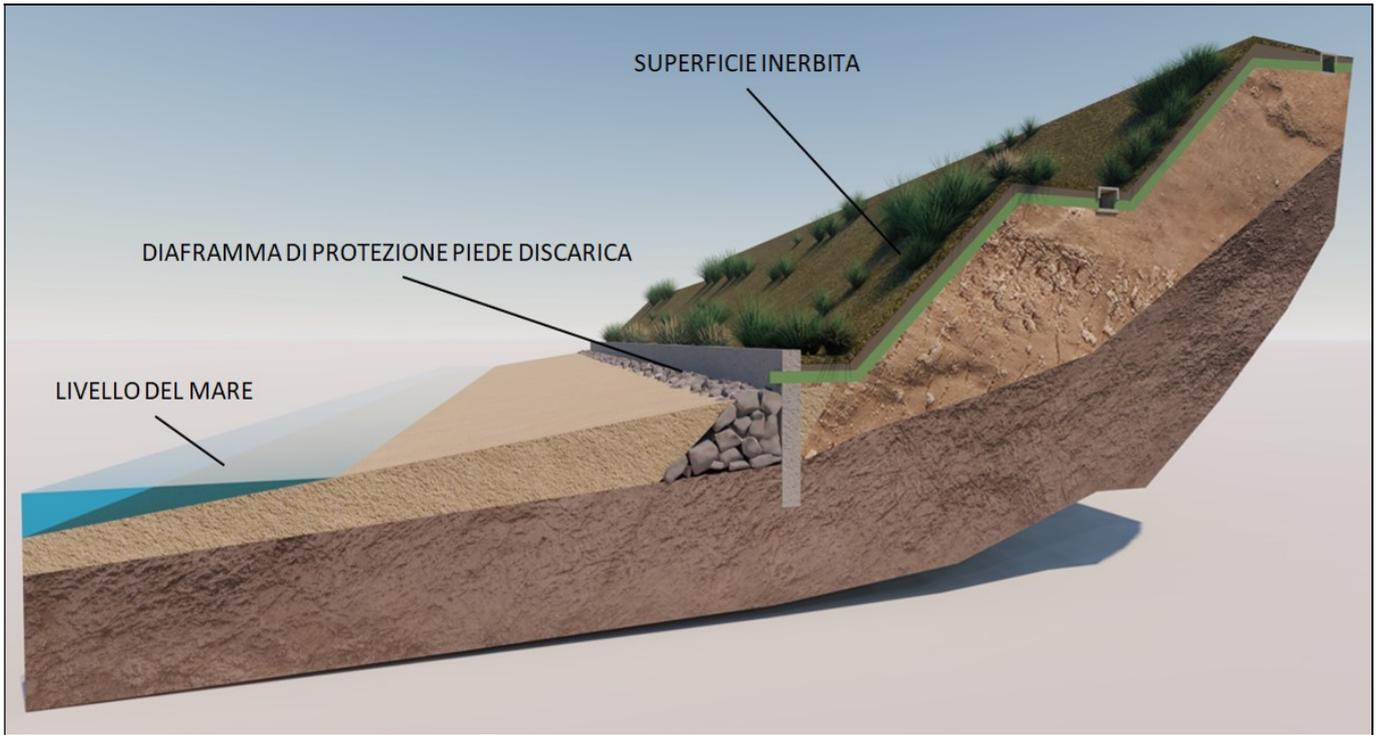
Sezione tipo gradone



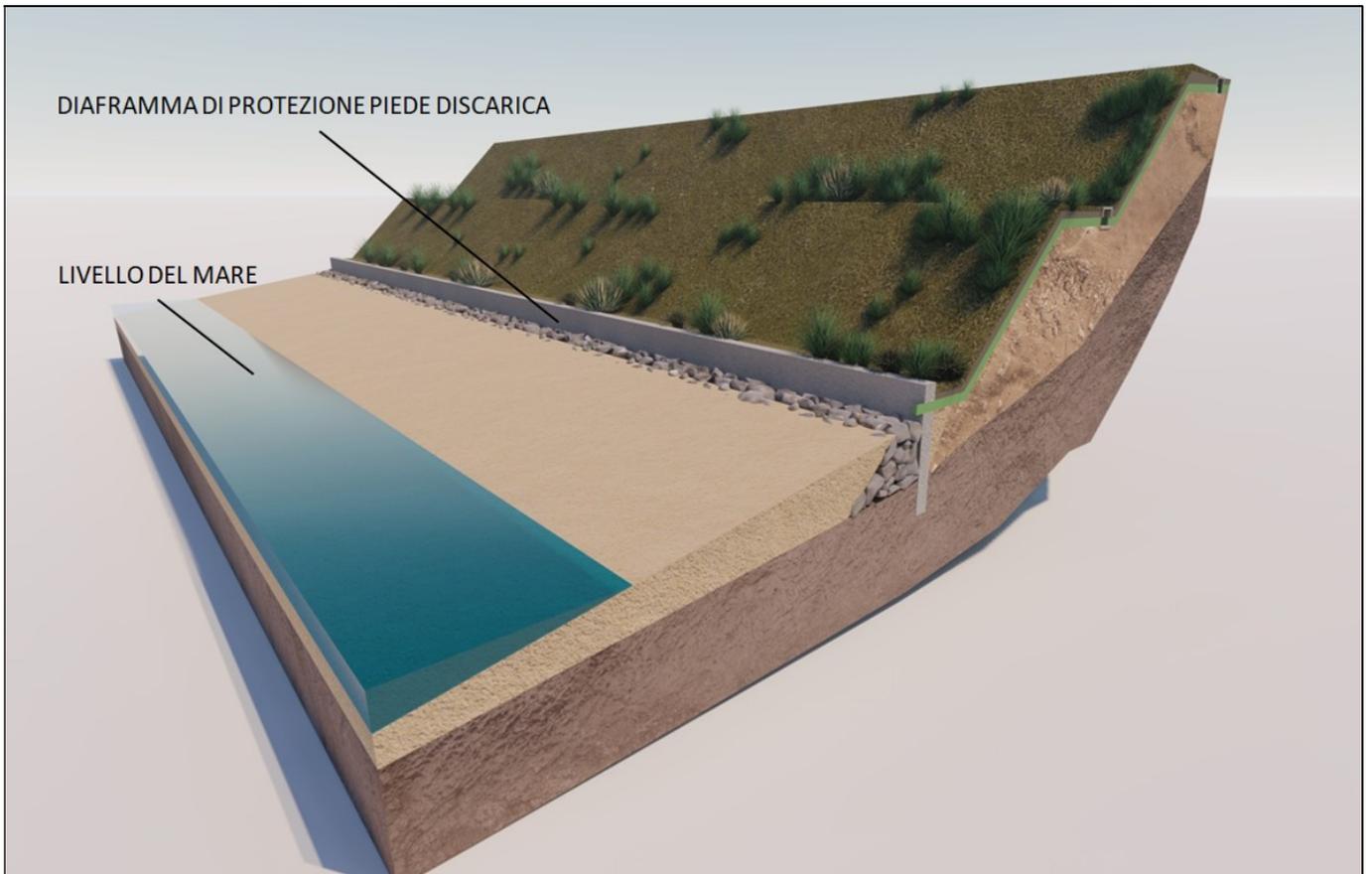
Canala di raccolta acque meteoriche al piede del gradone

Il corpo discarica verrà protetto al piede mediante realizzazione di un diaframma continuo in cemento armato dello spessore di 50 cm avente la doppia funzione di contenere il piede della discarica e di evitare la sua erosione.

Lungo il diaframma sul lato spiaggia verrà posizionata una scogliera sommersa nella sabbia avente la funzione di proteggere e mascherare il diaframma nel caso in cui la quota spiaggia si dovesse abbassare per effetto della evoluzione della linea di costa.



Sezione del corpo discarica in corrispondenza del diaframma di protezione, e visibile il sistema di raccolta e allontanamento acque meteoriche (tubo verde)



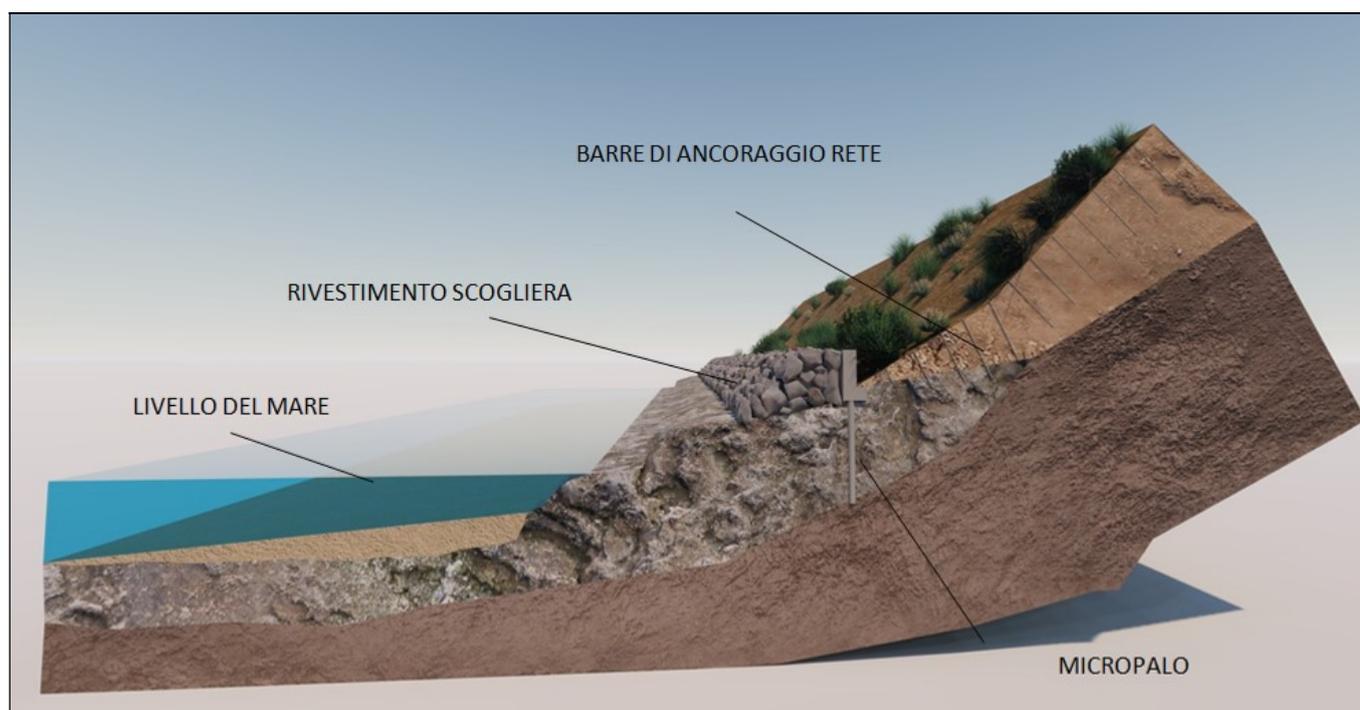
Sezione con vista prospettica del corpo discarica in corrispondenza del diaframma di protezione, e visibile il sistema di raccolta e allontanamento acque meteoriche

Nella parte nord della discarica, la stabilizzazione mediante gradonatura e messa in sicurezza permanente con il capping, previsto per la restante parte della discarica è tecnicamente impraticabile per le forti pendenze del versante e per gli esigui spessori di materiale residuale.

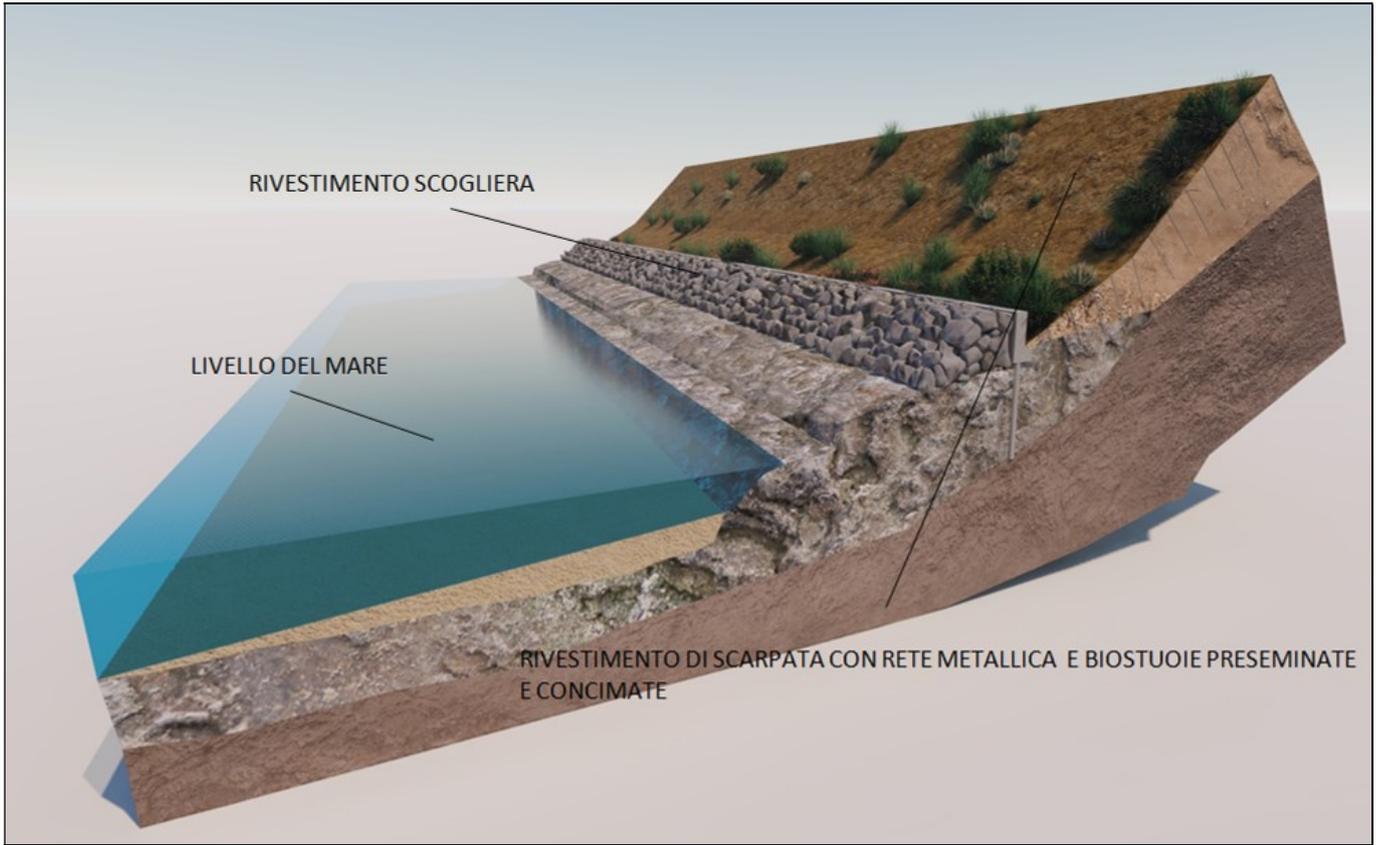
Per tale motivo la scelta progettuale obbligata ha previsto i seguenti interventi:

- regolarizzazione delle superfici subpianeggianti con realizzazione di due piani a quota +53,00 m.s.l.m. (circa 600 mq) e + 47,5 m.s.l.m. (circa 1.000 mq), in tali superfici verrà realizzato il capping come nella restante parte della discarica e verrà realizzato il sistema di smaltimento acque;
- riprofilatura del versante con disaggancio delle parti pericolanti e con scavo eseguito a mano da personale specializzato (rocciatori);
- rivestimento della scarpata mediante posa di rete metallica a doppia torsione galvanizzata e plastificata, rinforzata con funi d'acciaio e con biostuoie preseminate e concimate. La rete metallica verrà fissata al substrato mediante con barre filettate in testa, dotate di flangia e dado o picchetti in tondino di ferro acciaioso della lunghezza di 200 cm dello spessore di 16 mm in ragione di 1 picchetto con passo 2 m. Tali fissaggi hanno il duplice scopo di fissaggio della rete e consolidamento del versante.

Tutto il materiale derivante dalla riprofilatura e regolarizzazione delle superfici verrà riutilizzato in situ. Il piede di questa porzione di discarica verrà consolidato e protetto con un muro di contenimento con fondazione sostenuta da micropali impostati sul basamento roccioso. Il muro sarà posizionato al di fuori della linea di costa ad una quota di 2,50 m.s.l.m e verrà mascherato da una scogliera al fine di limitare l'impatto visivo dell'opera.



Sezione del corpo discarica in corrispondenza del muro di contenimento mascherato con scogliera



Sezione con vista prospettica del corpo discarica in corrispondenza del muro di contenimento mascherato con scogliera

6.2 - Area rimessa barche – Stato di progetto

L'intervento consiste nello scavo di 2.306 m³ di fanghi di cui 2.078 da conferire ad abbancamento mentre circa 227 m³ verranno movimentati all'interno della stessa area per la regolarizzazione della superficie.

I fanghi rimossi dall'area verranno trasferiti e abbancati a rilevato nell'area camper ubicata a nord a circa 300 m di distanza.

Sulla superficie regolarizzata verrà steso uno strato di fondazione dello spessore di 30 cm di tout venant proveniente dalla discarica, al di sopra del quale verrà realizzata la copertura definitiva con uno strato di c.a. dello spessore di 15 cm.

La realizzazione della platea in c.a. come sistema di capping permette l'utilizzo dell'area sia come area soggetta a traffico veicolare sia come area da sistemare a verde (ricaricando e rimodellando le superfici con terra vegetale).

L'area verrà dotata di impianto di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche costituito da un sistema di pozzetti con griglia e condotte in pvc, (condotte secondarie 200 mm e condotta principale del diametro 300 mm che conferirà nella rete cittadina).

Si riporta di seguito la planimetria con evidenziate le opere in progetto (Figura 12).

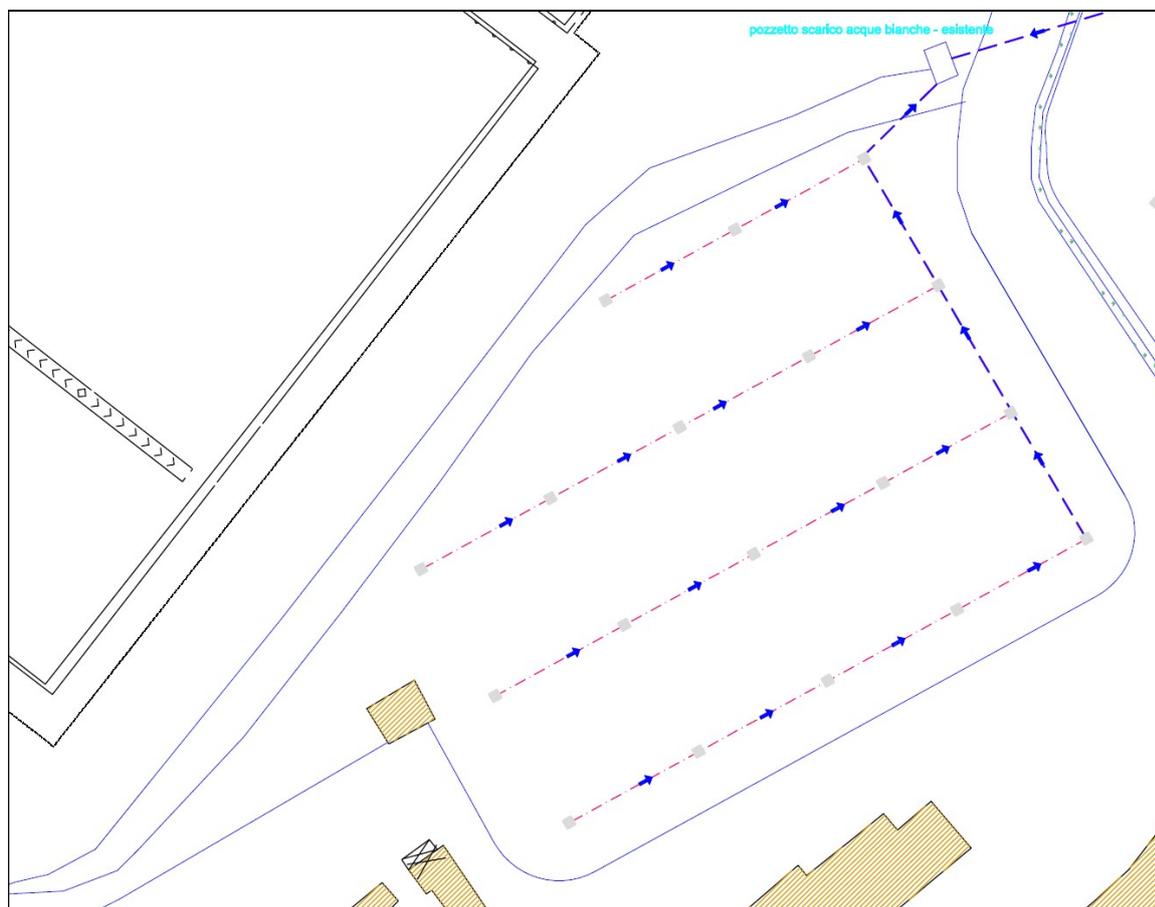


Figura 12 – Planimetria dell'area barche con la rappresentazione delle opere in progetto

La scarpata che raccorda l'area pianeggiante con l'area portuale verrà impermeabilizzata con un pacchetto di copertura costituito da:

- regolarizzazione della superficie;
- geotessile;
- materassino bentonitico;
- geocomposito ad alta capacità drenante;
- strato di rivestimento delle scarpate costituito da stabilizzato di cava 0-40 e terra vegetale con spessore medio di cm 25, leggermente costipato.
- rinverdimento della superficie con vegetazione autoctona.

6.3 - Area campo sportivo – Stato di progetto

In questo caso si pone la duplice esigenza di realizzare un sistema impermeabilizzante che impedisca alle acque superficiali di infiltrarsi all'interno dei fanghi e nel contempo di rispondere alla esigenza dell'Amministrazione comunale di recuperare e valorizzare, secondo le indicazioni della sovrintendenza ai beni culturali, l'edificio della vecchia laveria e le aree di pertinenza.

Precondizione per attuare il progetto di recupero e valorizzazione della struttura è quella di rimuovere dall'area del campo sportivo e dalle aree limitrofe lo strato di fanghi di circa 3,50 m di spessore per portare il piano di sistemazione finale dell'area antistante la laveria al piano terra della laveria stessa, con la messa in mostra degli aspetti più significativi dell'archeologia industriale.

L'intervento prevede la rimozione di circa 51.600 m³ di fanghi che dall'area verranno trasferiti e abbancati a rilevato nell'area camper ubicata a nord a circa 100 m di distanza.

Nella tabella 3 sono riportati i volumi movimentati per realizzare l'intervento di messa in sicurezza permanente nell'area campo sportivo.

Lo scavo produrrà una superficie pianeggiante di circa 13.900 m² che si estenderà per tutta la larghezza del campo sportivo dal fabbricato della laveria fino al muro di delimitazione dell'arenile.

La messa in sicurezza permanente di tale area verrà effettuata mediante la realizzazione di una platea in c.a. dello spessore di 15 cm.

Per la realizzazione della stessa, nella superficie regolarizzata, si realizzerà una fondazione dello spessore di 30 cm di tout venant proveniente dalla discarica al di sopra del quale verrà realizzata la copertura definitiva.

L'utilizzo della platea in c.a. come sistema di capping permetterebbe l'utilizzo dell'area sia come soggetta a traffico veicolare che come area da sistemare a verde (ricaricando e rimodellando le superfici con terra vegetale).

L'area verrà dotata di impianto di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche costituito da un sistema di pozzetti con griglia e condotte in pvc, (condotte secondarie 200 mm e condotta principale del diametro 300 mm che conferirà nella rete cittadina).

Di seguito si riporta la planimetria con la rappresentazione degli interventi previsti (Figura 13).

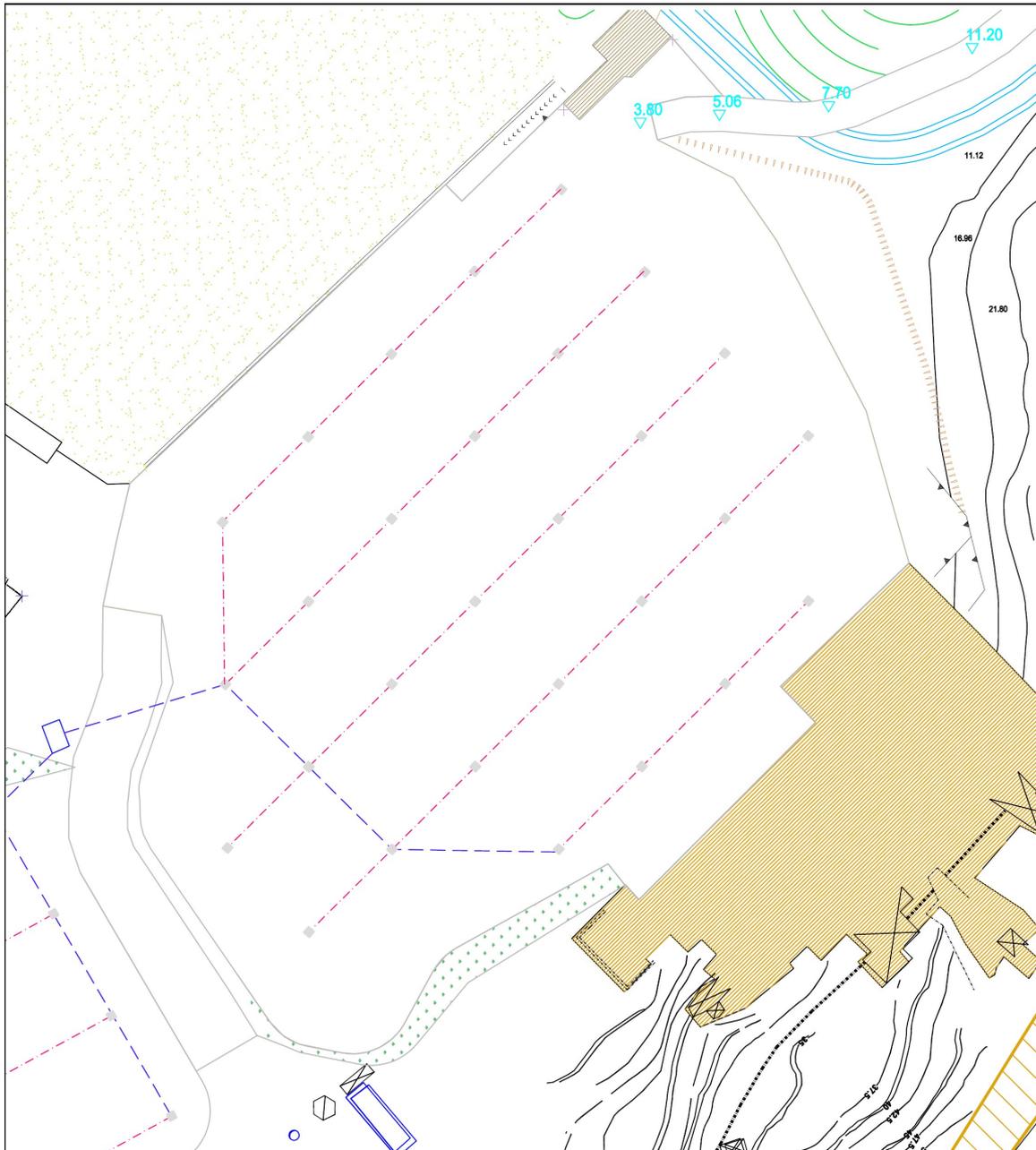


Figura 13 – Planimetria dell'area campo sportivo con la rappresentazione delle opere in progetto

Le scarpate di raccordo con le aree perimetrali verranno impermeabilizzate con un pacchetto di copertura costituito da:

- regolarizzazione della superficie;
- geotessile;
- materassino bentonitico;
- geocomposito ad alta capacità drenante;
- strato di rivestimento delle scarpate costituito da stabilizzato di cava 0-40 e terra vegetale con spessore medio di cm 25, leggermente costipato.
- rinverdimento della superficie con vegetazione autoctona.

L'intervento così realizzato permetterà di ottenere una grande superficie con ampia visuale verso il mare che potrà essere riutilizzata per la riqualificazione e recupero funzionale dell'edifici della lavanderia.

6.4 - Ex area sosta camper – Stato di progetto

Il progetto prevede l'utilizzo di tale area per abbancare il materiale asportato dall'area piazzale barche e dall'area campo sportivo.

I lavori previsti dal progetto vengono suddivisi nelle sotto elencate fasi:

- regolarizzazione dell'area di stoccaggio dei fanghi scavati dall'area rimessa imbarcazioni e dal campo sportivo;
- preparazione dell'argine laterale con materiale proveniente dalla discarica opportunamente rullato e compattato;
- trasferimento e messa a rilevato opportunamente compattato dei fini di flottazione provenienti dallo scavo delle aree rimessa imbarcazioni e dal campo di calcio. Il piano di sistemazione finale sarà ubicato a quota 27,50 m s.l.m. e avrà una superficie di circa 2.100 mq;
- rimodellamento generale dell'area, secondo la conformazione di progetto, compresa la formazione della strada di accesso per assicurare l'operatività dei mezzi di trasporto e la formazione delle scarpate.

Di seguito si riporta la planimetria con la rappresentazione degli interventi previsti (Figura 14).

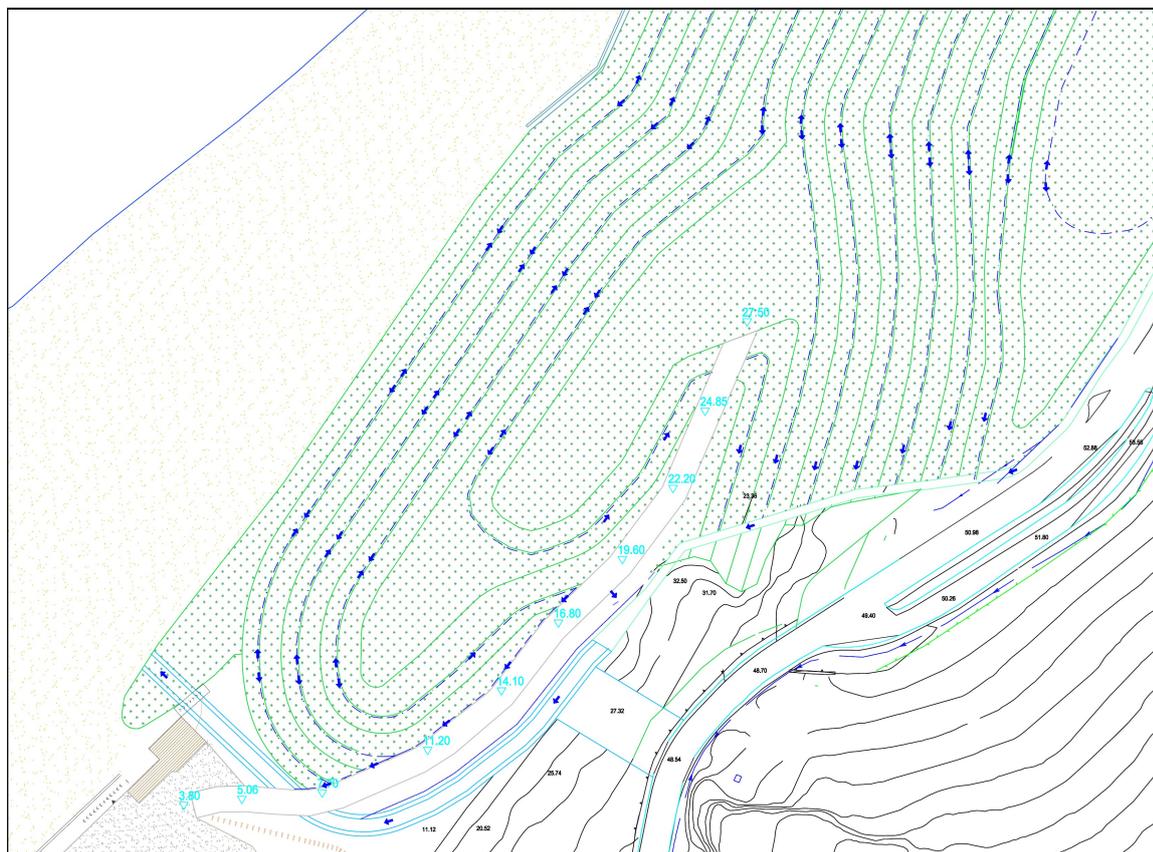


Figura 14 – Planimetria dell'area camper con la rappresentazione delle opere in progetto

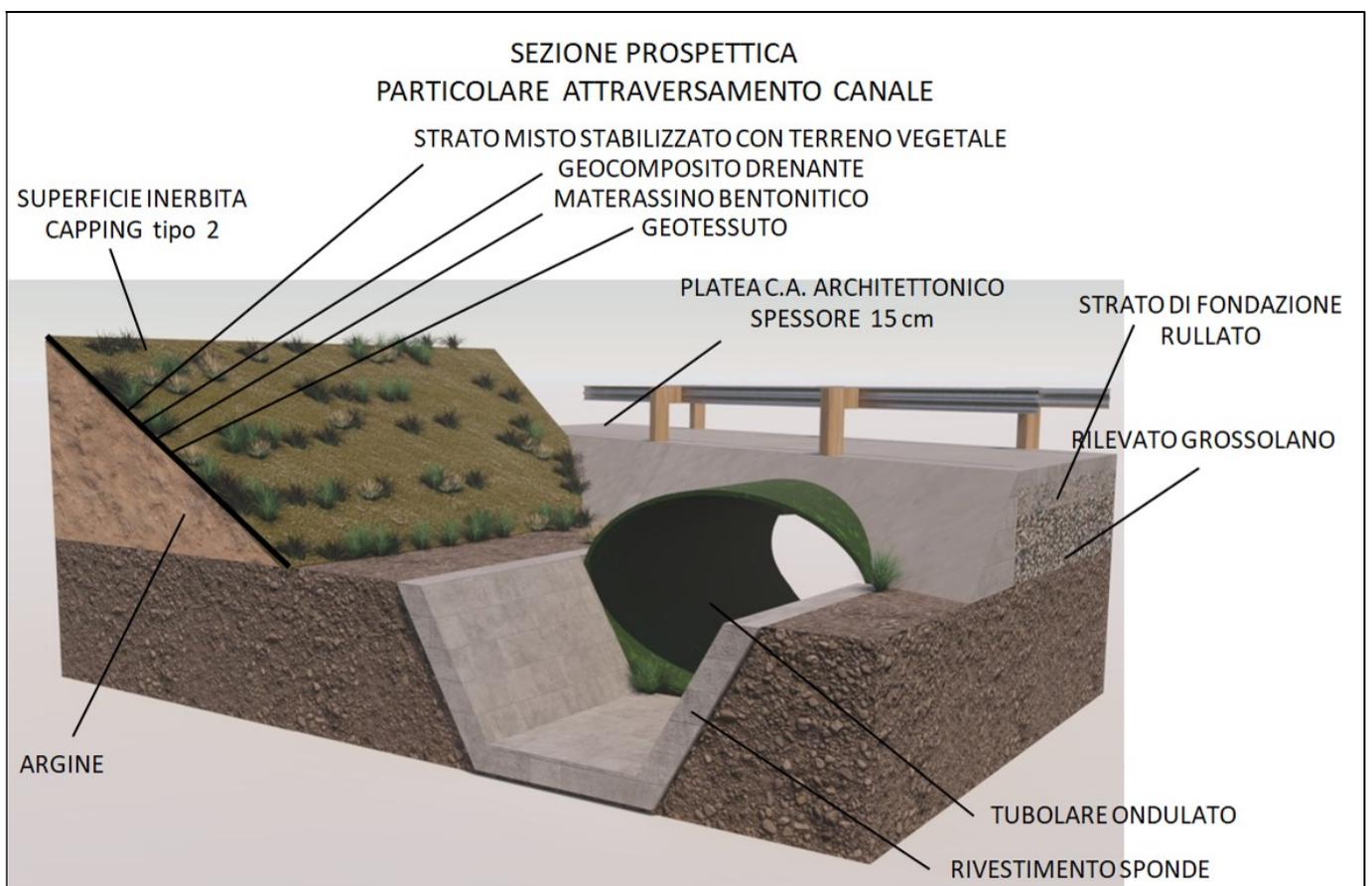
Il paramento di valle dell'argine verrà profilato con gradoni di altezza massima pari a 5 m, e larghezza delle berme di 4 m con una pendenza generale di circa 28° e inclinazione delle singole scarpate pari a 45°, riproponendo lo stesso modello geometrico in continuità di quello della discarica.

La messa in sicurezza permanente si completerà con la realizzazione di un sistema di copertura così costituito:

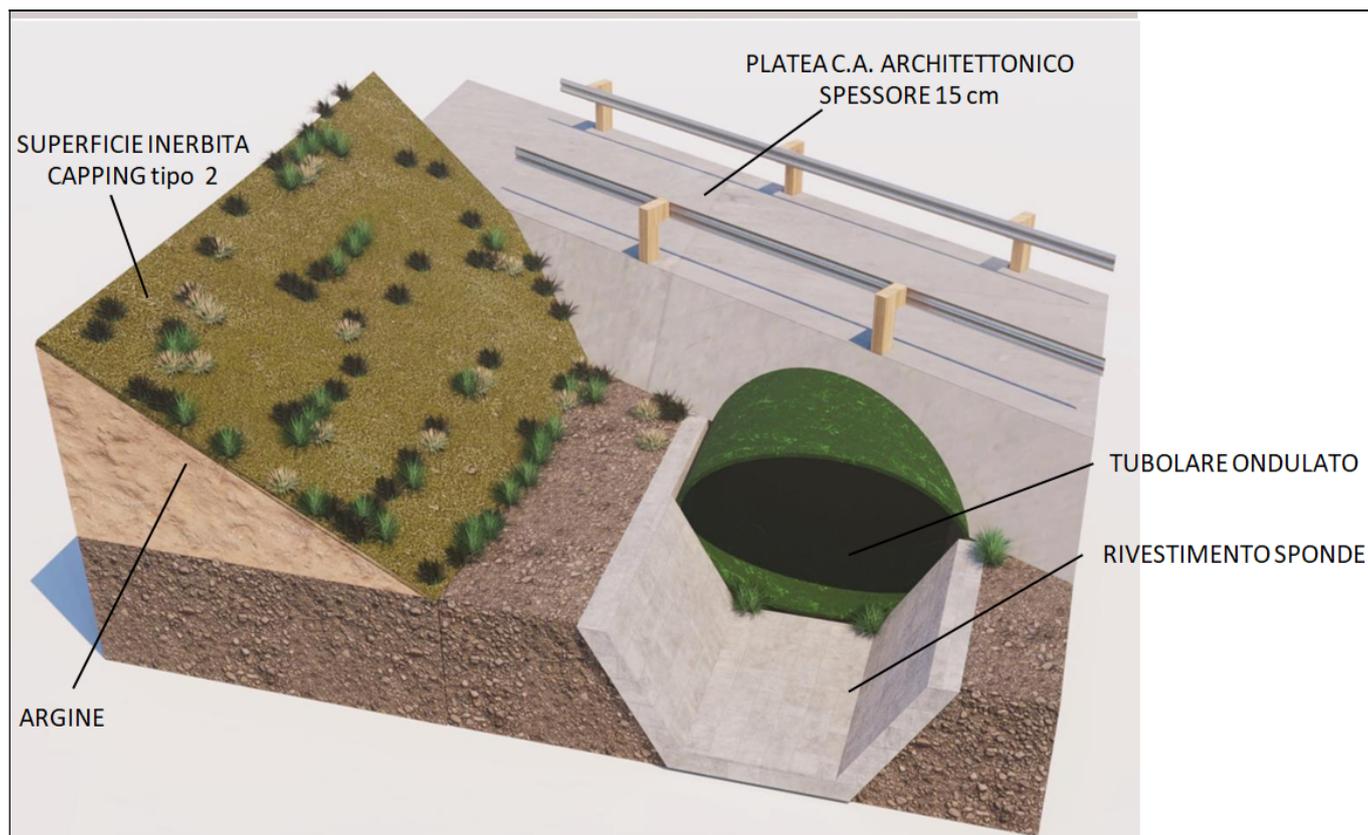
- regolarizzazione della superficie;
- geotessile;
- materassino bentonitico;
- geocomposito ad alta capacità drenante;
- strato di rivestimento delle scarpate costituito da stabilizzato di cava 0-40 e terra vegetale con spessore medio di cm 25, leggermente costipato.
- rinverdimento della superficie con vegetazione autoctona.

I gradoni saranno dotati di canalette in c.a. per drenare per le acque di infiltrazione all'interno della copertura e di corrivazione superficiale che conferiranno in un sistema di pozzetti di raccolta e condotte in pvc.

A protezione dell'area verrà realizzato un canale di guardia in c.a di sezione trapezia, in grado di smaltire e conferire nell'antistante arenile le acque provenienti dal bacino soprastante e quelle del canale di guardia a monte di una parte di discarica oggetto di messa in sicurezza permanente.



Vista prospettica dell'attraversamento del canale



Vista prospettica dell'attraversamento del canale

7 – INTERAZIONI TRA OPERE PROPOSTE E PAESAGGIO

La qualità del paesaggio originale, come si evince dalla rappresentazione fotografica dello stato attuale è fortemente alterata dalla presenza di elementi antropici come discariche minerarie, manufatti industriali, presidi della passata attività mineraria che hanno comunque creato un paesaggio caratteristico ricco di elementi peculiari e distintivi, naturali e antropici, di particolare qualità scenica e panoramica.

Le scelte progettuali, le cui finalità principali sono rivolte alla messa in sicurezza permanente, hanno tenuto conto dell'attitudine dei luoghi ad assorbire le modificazioni imposte dal progetto senza diminuzione sostanziale della qualità visiva.

L'opera prevista assumerà forme e colori tali da essere integrata fedelmente nello sfondo paesaggistico. Gli interventi di modellamento e di costituzione della copertura vegetale porteranno ad un nuovo assetto, in sintonia con i caratteri morfologici, cromatici e vegetazionali del paesaggio circostante.

Per il rivestimento delle superfici della discarica e dell'area di abbancamento fini è stato scelto di utilizzare uno strato di rivestimento delle scarpate costituito da una miscela di stabilizzato di cava 0-40 mm e terra vegetale con spessore di 25 cm (la presenza dello stabilizzato di cava garantisce un adeguato angolo di attrito che rende stabile il pendio, mentre la frazione di terra vegetale favorisce l'attecchimento delle specie erbacee scelte per il rinverdimento).

Tale scelta risponde a due diverse esigenze:

- assicurare la stabilità del rivestimento in quanto la sola terra vegetale, non avendo un adeguato angolo d'attrito interno non garantirebbe la stabilità del rivestimento;
- riprodurre sia dal punto di vista compositivo, sia dal punto di vista cromatico la superficie esistente della discarica attuale costituita da materiale ghiaioso e frazione fine.

Le specie da utilizzare per la realizzazione della copertura vegetale sono quelle tipiche colonizzatrici delle discariche minerarie quali *Euphorbia pythusa*, elicriso (*Helichrysum*

microphyllum), santolina (*Santolina corsica*) e tra gli arbusti le spinose *Genista sulcitana* e *Genista corsica* o endemiche come il *Limonium merxmulleri* che colonizza diverse aree degradate.

Si tratta di essenze che vegetano nelle zone più difficili da colonizzare (scarpate rocciose, pietraie e discariche) idonee all'utilizzo di progetto che, grazie al loro forte apparato radicale, contribuiscono a consolidare i terreni con un'azione di "retinazione" dei terreni declivi, determinando la formazione di un orizzonte ben strutturato e meccanicamente stabile (Foto 18).

Le superfici in cui è stato necessario prevedere il capping con pavimentazione in c.a. dello spessore di 15 cm, verranno realizzate con aggregati esposti mediante spazzolatura; tale finitura superficiale permette di ottenere superfici che per cromatismi e ed effetto visivo sono compatibili con i fondi stradali sterrati esistenti (Foto 19).

Tale trattamento superficiale verrà eseguito su tutte le superfici in c.a. esposte.

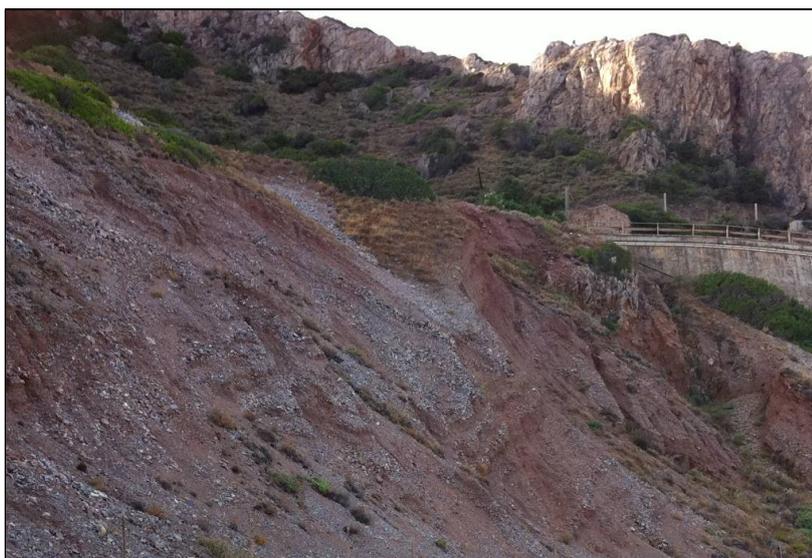


Foto 18 – Esempio di composizione cromatica, granulometrica e di vegetazione spontanea dell'attuale discarica



Foto 19 - Esempio di pavimentazione in calcestruzzo con aggregati esposti

Il corretto intervento di reinserimento ambientale dell'area, secondo criteri di mantenimento e riqualificazione delle configurazioni paesaggistiche, permetterà il recupero e la riqualificazione delle aree.

Si riportano di seguito alcune fotosimulazioni da cui si evince che le scelte progettuali oltre rispondere agli obiettivi fissati per la messa in sicurezza permanente del sito, hanno consentito di inserire gli interventi in maniera armonica nel quadro paesaggistico esistente.



Foto 20a - Ortofoto dell'area di intervento



Foto 20b - Ortofoto dell'area di intervento con inserimento delle opere



Foto 21a - Foto da sud dello stato attuale



Foto 21b - Foto da sud con inserimento delle opere



Foto 22a - Vista della discarica dalla spiaggia nello stato attuale



Foto 22b - Vista della discarica dalla spiaggia a seguito degli interventi



Foto 23a - Vista da ovest della discarica nello stato attuale



Foto 23b - Vista da ovest della discarica con l'inserimento degli interventi

Buggerru 25/10/2019

Dott. Geol Franco Cherchi

Dott. Ing Salvatore Angelo Figus

