

DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

MANDATARIA:

 **Lombardi**

Lombardi Ingegneria S.r.l.
Ing. Carlo SILVESTRI

MANDANTI:

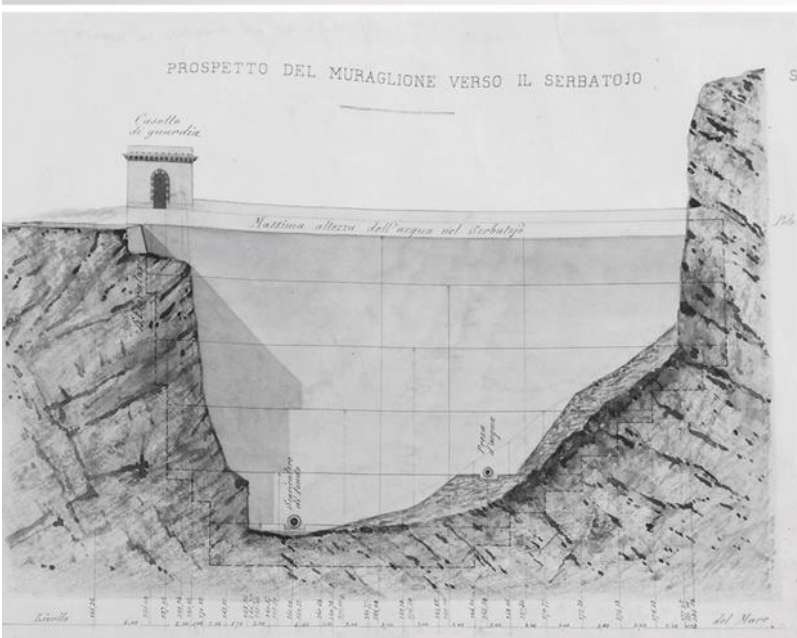
 **FECENTRAL**

 **Metassociati**
architettura ingegneria urbanistica

 **Lombardi**

Lombardi SA Ingegneri Consulenti

Archeologo N. FADDA



AMBIENTE

Verifica di assoggettabilità alla V.I.A. nazionale
Studio Preliminare Ambientale

1	13.10.2022	Revisione in seguito alla richiesta di integrazione da parte del MiTE e dell'ARPAS (Procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA)	E. Rubanu	R.Barracu	C. Silvestri
0	15.10.2021	Versione iniziale	C.Frongia	R.Barracu	C. Silvestri
Versione	Data	Modifica	Redatto	Verificato	Approvato

MANDATARIA:

MANDANTI:

Indice

1	PREMESSA	1
2	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	2
3	LO STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	3
3.1	Situazione attuale della fauna e della vegetazione	12
3.2	CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA E Uso del suolo	30
3.3	Situazione attuale dei fattori climatici	33
4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	45
4.1	Le Opere in progetto	45
4.2	Cantierizzazione	49
4.3	Gestione delle materie	52
4.3.1	Aree di cantiere	53
4.3.2	Argine di ritenuta	54
4.3.3	Opera di presa e dissipazione	54
4.3.4	Galleria	55
4.3.5	Riutilizzo e destinazione a recupero	55
5	COMPATIBILITÀ CON LE NORME AMBIENTALI E PAESAGGISTICHE, NONCHÉ CON I VIGENTI PIANI E PROGRAMMI GENERALI E SETTORIALI	56
5.1	Piano Paesaggistico Regionale	56
5.1.1	Caratteristiche e valenze ambientali, paesaggistiche ed insediative	56
5.1.2	Caratteristiche e valenze ambientali, paesaggistiche ed insediative	56
5.1.3	Indirizzi del Piano Paesaggistico Regionale relativi all'approccio progettuale	57
5.1.4	Usi civici	60
5.2	Piano Urbanistico Provinciale	62
5.3	Piano Urbanistico comunale	63
5.4	Piano di assetto idrogeologico	65
5.4.5	Pericolo geomorfologico ai sensi del P.A.I.	66
5.5	Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)	67
5.6	Ulteriori strumenti di tutela	69
5.7	Cumulo con altri progetti	69
6	CARATTERISTICHE DELL'IMPATTO POTENZIALE IN FASE DI REALIZZAZIONE	70
6.1	Impatti dovuti alla produzione di rifiuti	70

MANDATARIA:

 **Lombardi**
Lombardi Ingegneria S.r.l.

MANDANTI:

 **TSCNPA**

 **Metassociati**
architettura ingegneria urbanistica

 **Lombardi**
Lombardi SA Ingegneri Consulenti

**ARCHEOLOGO
N. FADDA**

6.2	Impatti dovuti alla gestione delle terre e rocce da scavo	70
6.3	Impatti sull'inquinamento atmosferico	74
6.4	Effetti su suolo e sottosuolo	76
6.5	Rumore e vibrazioni	76
6.6	Acque superficiali e sotterranee	77
6.7	Impatti sulla biodiversità	78
6.8	Impatto sul paesaggio e sul territorio	79
6.9	Impatto sulla salute umana e rischio incidenti e/o calamità	80
6.10	Piano di monitoraggio ambientale	81
7	CARATTERISTICHE DELL'IMPATTO POTENZIALE IN FASE DI ESERCIZIO	81
7.1	Impatti sull'inquinamento atmosferico	81
7.2	Effetti su suolo e sottosuolo	82
7.3	Rumore e vibrazioni	83
7.4	impatti su acque superficiali e sotterranee	83
7.5	Impatti sul contesto naturalistico	83
7.6	Impatti sulla biodiversità	84
7.7	Impatto su paesaggio e territorio	84
7.8	Impatto sulla salute umana	85
7.9	Effetti sul sistema socio economico	85
8	CONCLUSIONI	85
9	ALLEGATI	86

1 PREMESSA

Il presente Documento costituisce lo Studio Preliminare Ambientale previsto nell'ambito della Procedura di Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. Nazionale relativa agli interventi di "Dismissione della Diga di Bunnari Basso e Progettazione delle opere di sistemazione idraulica connesse", ai sensi dell'art. 19 del D.L.vo n. 152/2006 e s.m.i.

L'intervento rientra tra quelli previsti dall'Allegato II – bis comma 2, relativo ai progetti sottoposti a verifica di assoggettabilità a VIA di competenza statale, al punto 13.

Il Comune di Sassari con nota prot. 31369 del 18/02/2022, acquisita dal MiTE al prot. 24543 del 28/02/2022, successivamente perfezionata con la nota prot. 49273 del 15/03/2022, acquisita dal MiTE al prot. 39656 del 28/03/2022, ha presentato istanza di verifica di assoggettabilità a VIA nazionale cui ha fatto seguito l'attività istruttoria degli enti regionali preposti.

In esito all'istruttoria si segnala il parere favorevole del Genio civile di Sassari, dell'Ass.to alle infrastrutture e ai trasporti, dell'Ass.to all'Urbanistica, dell'Ufficio Tutela del Paesaggio e della Direzione Regionale Agricoltura. In particolare, l'Ufficio Tutela del Paesaggio segnala, con proprio parere prot. 29329 del 07/06/2022 quanto segue *"si ritiene che i lavori di cui all'oggetto siano ammissibili ai sensi della normativa vigente e compatibili con i valori paesaggistici"*.

L'ARPAS evidenzia delle carenze nello studio preliminare ambientale relativamente agli aspetti riguardanti la flora, la fauna, il clima, chiede: la redazione del Piano di utilizzo preliminare per le terre e rocce da scavo; di dettagliare la cantierizzazione e una valutazione degli impatti riconducibili al rinvaso del Bunnari Alto.

L'Ass.to Difesa dell'ambiente fa proprie le osservazioni dell'ARPAS e si esprime per l'assoggettabilità a VIA del progetto.

Il MiTE ha pertanto richiesto integrazioni alla documentazione presentata con propria nota prot. GE/2022/0157622 dell'11/08/2022, concedendo al Comune di Sassari tempo fino al 31/08/2022 per produrre la documentazione integrativa in risposta alle osservazioni. Tale termine è stato poi prorogato al 13/10/2022. A seguito della lettura delle osservazioni, i progettisti hanno rilevato come l'ARPAS abbia inteso come ambiti di intervento anche il rinvaso del Bunnari Alto, intervento che nella documentazione progettuale è stato inserito come possibile futuro intervento che esula dal presente progetto, che si sostanzia nella sola messa in sicurezza, a seguito della sua dismissione, dello sbarramento storico sul Bunnari Basso realizzato nel 1818. Al fine di chiarire l'ambito esatto dell'intervento progettuale, il gruppo di progettazione ha avviato un'interlocuzione con ARPAS che ha portato a un incontro in data 08/09/2022 presso la sede ARPAS di Sassari che ha visto la presenza del RUP, dei progettisti e dei funzionari ARPAS.

Durante l'incontro è stato chiarito come l'intervento progettuale oggetto dell'istanza di assoggettabilità a VIA risulti propedeutico a un eventuale messa in esercizio del Bunnari Alto per la quale ad oggi non vi è certezza, pertanto le opere in progetto sono finalizzate alla sola messa in sicurezza dello storico sbarramento sul Bunnari Basso, al termine dei lavori del presente intervento progettuale non si prevede alcun tipo di rinvaso.

ARPAS riscontra che la documentazione allegata all'istanza, lasciava intendere che l'intervento prevedesse anche il riavvio dell'intero sistema degli sbarramenti e che pertanto le osservazioni richieste erano tese alla verifica della sussistenza degli impatti ambientali legati a tale evenienza.

L'ARPAS invita i proponenti in sede di trasmissione delle integrazioni al MITE di procedere a una formalizzazione documentale tesa a chiarire univocamente tale aspetto.

I proponenti prendendo atto delle indicazioni emerse dell'incontro con ARPAS, ritenendo fondamentale chiarire i confini dell'intervento progettuale per il quale si richiede la verifica di assoggettabilità a VIA, provvedono ad integrare la documentazione presentata in sede di istanza, in risposta alla richiesta di integrazioni del MITE, attraverso la redazione di una versione aggiornata dello studio preliminare ambientale che dettaglia il quadro di riferimento ambientale con particolare riguardo alla flora e alla fauna, integra gli aspetti climatici, analizza gli impatti sulla vegetazione mediante rilievi sito specifici documentati anche con gli allegati al presente documento.

Viene inoltre predisposto il Piano di utilizzo preliminare delle terre e rocce da scavo (elaborato: 2020_0275_002_AMB_R005_0), che si consegna congiuntamente alla documentazione integrativa.

2 DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE

Il progetto di "Dismissione della Diga di Bunnari Basso e Progettazione delle opere di sistemazione idraulica connesse" interessa i territori comunali di Sassari e Osilo, sviluppandosi nell'area geografica del Logudoro, su un territorio prevalentemente collinare la cui altitudine varia dai 250 ai 350 m s.l.m. I comuni interessati dall'intervento fanno attualmente parte della Città Metropolitana di Sassari.

Il territorio comunale di Sassari sorge su un terreno calcareo, in particolare, nel bacino in questione vi è una caratterizzazione geologica di vulcaniti oligomioceniche. Il territorio, in tutta la sua estensione è in larga parte pianeggiante e collinare, anche se, la zona oggetto di studio è acclive con pendenze che vanno dal 60 al 90 per cento.

Il paesaggio si caratterizza per l'alternarsi di un sistema di valli fluviali e altopiani che degradano verso la pianura della Nurra. Sono numerosi i corsi d'acqua che l'attraversano in direzione est ovest tra cui il rio Mascari che incide nella parte sud della città un profondo canyon naturale. I principali corsi d'acqua sono il Riu Santu e il Riu Mannu. Quest'ultimo, dopo aver ricevuto diversi affluenti, tra cui in destra il Rio Bunnari, sfocia a Porto Torres.

Su tutta quest'area, paesaggisticamente omogenea, si trovano formazioni vegetali spontanee a leccio (*Quercus ilex*) sparse e elementi di macchia mediterranea a *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus* e *Cistus* Sp.).

La componente antropica presente sul territorio considerato, risulta di secondaria importanza, in quanto l'area dista 9 km da Sassari e 8.3 km da Osilo.

3 LO STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Al fine di sviluppare un'analisi conoscitiva ed interpretativa sull'ambito territoriale di influenza e per delineare il dominio delle componenti naturali, è apparso utile fare riferimento ad uno dei più recenti elaborati prodotti dall'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA) con la collaborazione e l'ausilio di Università, Enti di ricerca, Enti ed Agenzie locali: la Carta della Natura in scala 1:50.000.

I principali impieghi di Carta della Natura alla scala 1:50.000 vanno ricondotti in generale a tutte le azioni per le quali è necessario possedere una conoscenza omogenea ed estesa del territorio con specifico riferimento all'ambiente naturale, ai suoi elementi di valore e alla sua fragilità.

La Carta rappresenta, dunque, uno strumento conoscitivo delle emergenze ambientali naturali e degli assetti ecosistemici, utile per stimare il valore ecologico e il grado di vulnerabilità e fragilità delle unità cartografate. Lo strumento appare certamente adeguato alle finalità del presente studio, in relazione ai suoi obiettivi generali, orientati all'individuazione e stima degli impatti potenziali delle opere.

Il sistema ecologico, scelto come unità ambientale omogenea di riferimento alla scala 1:50.000, è l'habitat, come inteso nella "Direttiva Habitat" della Comunità Europea, che definisce gli habitat naturali come "zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali" (European Communities, 1992; European Commission, 1996).

Secondo il Sistema Informativo della Carta della Natura (Ispra), l'area di progetto è collocata sugli habitat identificati come segue:

- **45.317 Leccete Sarde - *prasio majoris-Quercetum ilicis, pyro amygdaliformis-Quercetum ilicis*.** Leccete della Sardegna del piano termo e mesomediterraneo; ricopre l'8,09% della superficie regionale ed è il quarto in termini di abbondanza che è possibile trovare dal piano pianiziale a quello montano. Le specie guida sono *Quercus ilex* (dominante), *Prasium majus* (caratteristica), *Arbutus unedo*, *Arisarum vulgaris*, *Carex distachya*, *Clematis cirrhosa*, *Lonicera implexa*, *Pistacia lentiscus*, *Pyrus spinosa*, *Rhamnus alaternus*, *Rubia peregrina*, *Ruscus aculeatus*, *Tamus communis* (altre specie significative).
- **32.3 Garighe e macchie mesomediterranee silicicole - *Lavanduletalia stoechadis*.** Si tratta di formazioni arbustive mesomediterranee che si sviluppano su suoli silicicoli. Sono stadi di degradazione o di ricostruzioni legati ai boschi del Quercion ilicis. Le specie guida dell'habitat sono *Cistus salvifolius*, *Cistus crispus*, *Cistus laurifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Cytinus hypocistis*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Lavandula stoechas* (dominanti), *Stachys glutinosa*, *Teucrium marum* (caratteristiche). Questo habitat è il terzo più abbondante nella Regione e ne ricopre il 10.13%; l'habitat è presente dal piano costiero a quello collinare.
- **53.1 - Canneti a *Phragmites australis* e altre elofite (Vegetazione dei canneti e di specie simili) - *Phragmition, Glycerio-Sparganion*.** Sono qui incluse tutte le formazioni dominate da elofite di diversa taglia (esclusi i grandi carici) che colonizzano le aree palustri e i bordi di corsi d'acqua e di laghi. Sono usualmente dominate da poche specie (anche cenosi monospecifiche). Le specie si alternano sulla base del livello di disponibilità idrica o di caratteristiche

chimico fisiche del suolo. Le cenosi più diffuse, e facilmente cartografabili, sono quelle dei canneti in cui *Phragmites australis* è in grado di tollerare diversi livelli di trofia, di spingersi fino al piano montano e di tollerare anche una certa salinità delle acque (53.11). Quest' habitat si distribuisce dal piano planiziale a quello montano; in Sardegna occupa lo 0.24% della superficie regionale.

Di seguito la carta di riferimento.

ISPRA - Carta della Natura

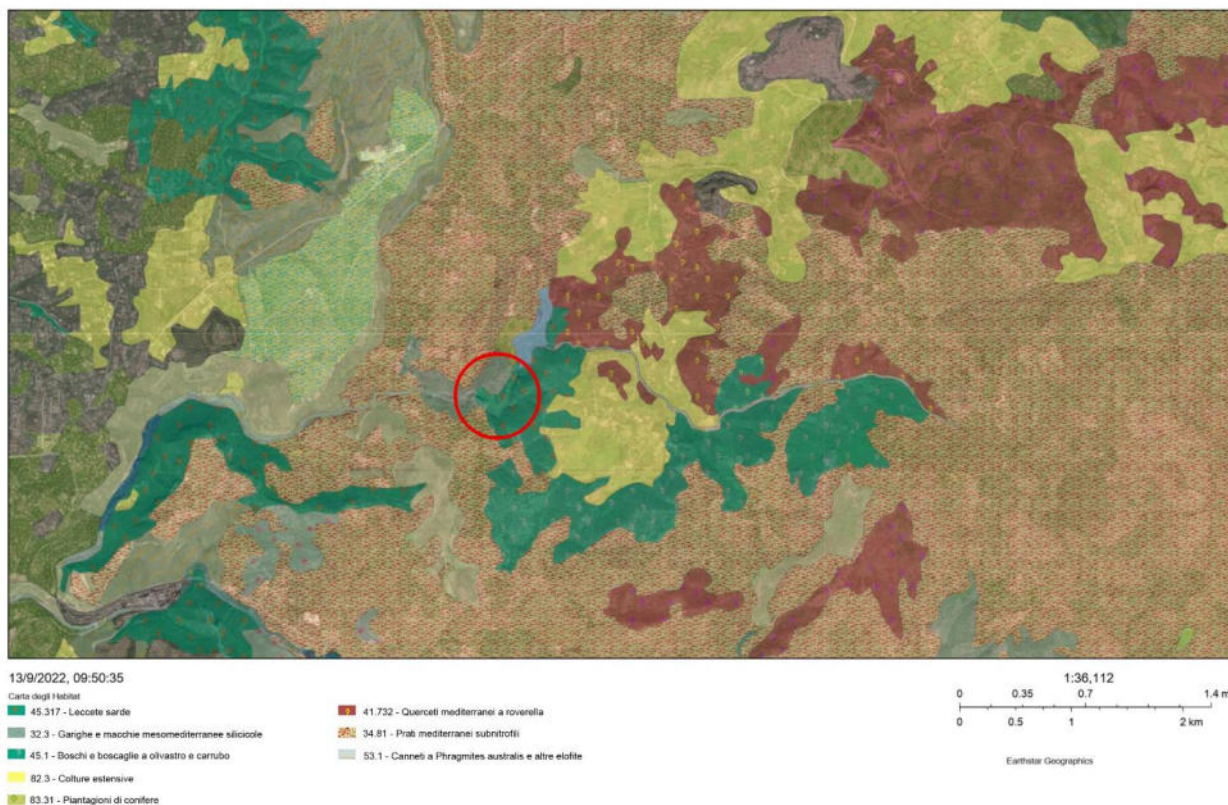


Figura 1 Carta degli Habitat. Da Carta della Natura - Ispra

Valore ecologico

Il Valore Ecologico è definito come la misura della qualità di un biotopo dal punto di vista ambientale, calcolato attraverso l'utilizzo di specifici indicatori di pregio (si veda la seguente tabella). Il Valore Ecologico viene inteso con l'accezione di pregio naturale e per la sua stima si calcola un set di indicatori riconducibili a tre diversi gruppi:

- uno che fa riferimento a cosiddetti valori istituzionali, ossia aree e habitat già segnalati in Direttive Comunitarie;
- uno che tiene conto delle componenti di biodiversità potenziale degli habitat, in base ai criteri di idoneità ecologica specie-habitat ed in base ai rispettivi areali di distribuzione;
- un terzo gruppo che considera indicatori tipici dell'ecologia del paesaggio come la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

Di seguito si fornisce l'elenco e la descrizione delle procedure di calcolo degli indicatori di Valore Ecologico.

INDICE	DESCRIZIONE
ind1ve_sic	Valore del biotopo per la sua inclusione in un SIC (Dir. 92/43/CEE)
ind1ve_zps	Valore del biotopo per la sua inclusione in una ZPS (Dir. 79/409/CEE)
ind1ve_rms	Valore del biotopo per la sua inclusione in un'area Ramsar (Convenzione di Ramsar sulle zone Umide del 02/02/1971)
ind1ve	Media matematica dei tre indicatori precedenti
ind2ve	Valore del biotopo per la sua inclusione nella lista degli habitat di interesse comunitario (allegato 1 della Direttiva Habitat 92/43/CEE)
ind3ve	Valore del biotopo per la presenza potenziale di vertebrati
ind4ve	Valore del biotopo per la presenza potenziale di flora
ind5ve	Valore del biotopo per la sua ampiezza
ind6ve	Valore del biotopo per la sua rarità
ind7ve	Valore del biotopo per il rapporto perimetro/area

Il Valore Ecologico, è rappresentato tramite una suddivisione dei valori numerici in cinque classi: "Molto Bassa", "Bassa", "Media", "Alta" e "Molto Alta". Dalla Carta della Natura emerge che l'area di progetto è collocata in un'area dove il Valore Ecologico è *medio*.

ISPRA - Carta della Natura



Figura 2 Carta del valore ecologico, medio per l'area di intervento. Da Carta della Natura – Ispra.

Sensibilità Ecologica

La stima della Sensibilità Ecologica è finalizzata ad evidenziare quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado perchè popolato da specie animali e vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione, oppure per caratteristiche strutturali. In questo senso la sensibilità esprime la vulnerabilità o meglio la predisposizione intrinseca di un biotopo a subire un danno, indipendentemente dalle pressioni di natura antropica cui esso è sottoposto. (Ratcliffe, 1971; Ratcliffe, 1977; APAT Manuale n.30/2004). La sensibilità ecologica, invece, è da intendersi come il rischio, quantitativamente determinato, di degrado, o perchè popolato da specie animali e vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione, oppure per caratteristiche strutturali. In questo senso la sensibilità esprime la vulnerabilità o meglio la predisposizione intrinseca di un biotopo a subire un danno, indipendentemente dalle pressioni di natura antropica cui esso è sottoposto (AA.VV., 2004). Anche gli indicatori utilizzati per la stima della Sensibilità Ecologica sono riconducibili alle tre categorie precedentemente descritte per il calcolo del Valore Ecologico; ne ricalcano i contenuti, ma mirano ad evidenziare i fattori di vulnerabilità. In particolare si considerano i seguenti indicatori:

- indicatori che recepiscono le Direttive Comunitarie, per biotopi già inclusi nell'elenco degli habitat di interesse comunitario secondo la direttiva 92/43CEE;
- indicatori di Biodiversità che si riferiscono alla presenza potenziale di specie faunistiche e floristiche a rischio, in base ai criteri di idoneità ecologica e distributiva.
- indicatori dello stato di conservazione dei biotopi che fanno riferimento all'isolamento, ampiezza, e rarità dei biotopi stessi.

Di seguito si fornisce l'elenco e la descrizione delle procedure di calcolo degli indicatori di Sensibilità Ecologica.

INDICE	DESCRIZIONE
ind1se	Sensibilità del biotopo per la sua inclusione nella lista degli habitat di tipo prioritario (allegato 1 della Direttiva Habitat 92/43/CEE).
ind2se	Sensibilità del biotopo per la presenza potenziale di vertebrati a rischio.
ind3se	Sensibilità del biotopo per la presenza potenziale di flora a rischio.
ind4se	Sensibilità del biotopo per la sua distanza dal biotopo più vicino appartenente allo stesso tipo di habitat.
ind5se	Sensibilità del biotopo per la sua ampiezza.
ind6se	Sensibilità del biotopo per la rarità.

ISPRA - Carta della Natura

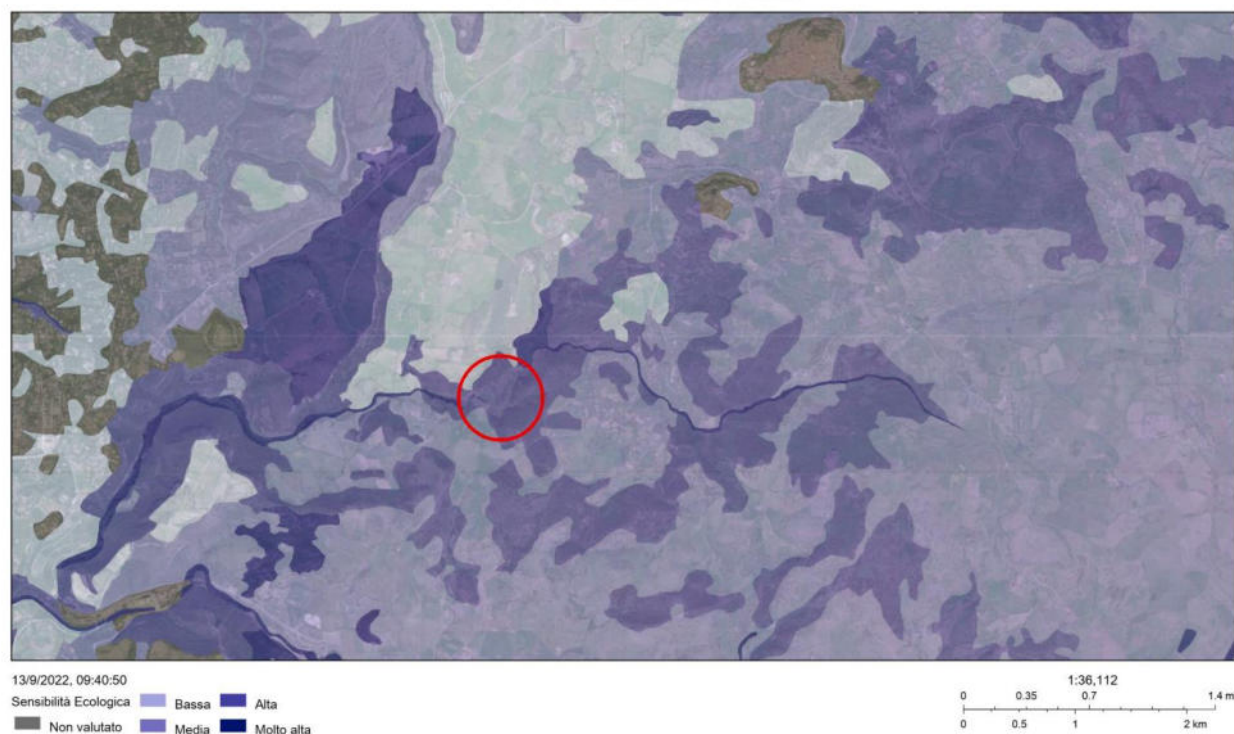


Figura 3 Carta della sensibilità ecologica, bassa per l'area di intervento. Da Carta della Natura – Ispra.

Come per il Valore Ecologico, anche l'Indice di Sensibilità Ecologica è rappresentato da cinque classi: “Molto Bassa”, “Bassa”, “Media”, “Alta” e “Molto Alta”; dalla Carta della Sensibilità Ecologica si può notare che l'area di progetto è indicata come area a *bassa* Sensibilità Ecologica.

Pressione Antropica

Gli indicatori per la determinazione della Pressione Antropica forniscono una stima indiretta e sintetica del grado di disturbo indotto su un biotopo dalle attività umane e dalle infrastrutture presenti sul territorio. Si stimano le interferenze maggiori dovute a: frammentazione di un biotopo prodotta dalla rete viaria; adiacenza con aree ad uso agricolo, urbano ed industriale; propagazione del disturbo antropico.

Di seguito si fornisce l'elenco e la descrizione delle procedure di calcolo degli indicatori di Pressione Antropica.

INDICE	DESCRIZIONE
ind1pa	Grado di frammentazione di un biotopo, prodotto dalla rete viaria.
ind2pa	Costrizione del biotopo.
ind3pa	Diffusione del disturbo antropico.

Anche la stima della pressione antropica, come quella dei precedenti valori, è rappresentata da cinque classi: “Molto Bassa”, “Bassa” “Media”, “Alta” e “Molto Alta”; l'area di progetto ricade in un'area a *bassa* Pressione Antropica.

ISPRA - Carta della Natura



Figura 4 Carta della pressione antropica, bassa per l'area di progetto. Da carta della Natura – Ispra.

Fragilità Ambientale

La fragilità ambientale di un biotopo rappresenta il suo effettivo stato di vulnerabilità dal punto di vista naturalistico-ambientale. Essa è direttamente proporzionale alla predisposizione dell'unità ambientale al rischio di subire un danno ed all'effettivo disturbo dovuto alla presenza ed alle attività umane che agiscono su di essa. Indicando con “sensibilità ecologica” di un biotopo la sua predisposizione intrinseca al rischio di degrado e con per “pressione antropica” il disturbo provocato dall'uomo nell'unità stessa, l'entità della “fragilità ambientale” di un biotopo è la risultante della combinazione di questi due indici, ciascuno dei quali calcolabile attraverso l'uso di specifici indicatori. In estrema sintesi la procedura di valutazione consiste nel determinare, per ciascun biotopo, dapprima il valore ecologico, la sensibilità ecologica e la pressione antropica attraverso l'uso di indicatori appositamente selezionati e algoritmi appositamente ideati, e in ultimo la fragilità ambientale come risultato della combinazione tra sensibilità ecologica e pressione antropica (Angelina et al., 2009).

La Fragilità ambientale, a differenza degli altri indici calcolati, non deriva da un algoritmo matematico ma dalla combinazione della Pressione Antropica e Sensibilità Ecologica, secondo una matrice che mette in relazione le rispettive classi: “Molto Bassa”, “Bassa” “Media”, “Alta” e “Molto Alta”.

Per le considerazioni già svolte e per la definizione appena data, l'area di progetto è considerata a *bassa* Fragilità Ambientale.

		SENSIBILITÀ ECOLOGICA				
		Molto bassa	Bassa	Media	Alta	Molto alta
PRESSIONE ANTROPICA	Molto bassa	Molto bassa	Molto bassa	Molto bassa	Bassa	Media
	Bassa	Molto bassa	Bassa	Bassa	Media	Alta
	Media	Molto bassa	Bassa	Media	Alta	Molto alta
	Alta	Bassa	Media	Alta	Alta	Molto alta
	Molto alta	Media	Alta	Molto alta	Molto alta	Molto alta

Figura 5 Quadro sinottico dei valori di sensibilità e pressione che determinano la fragilità ambientale

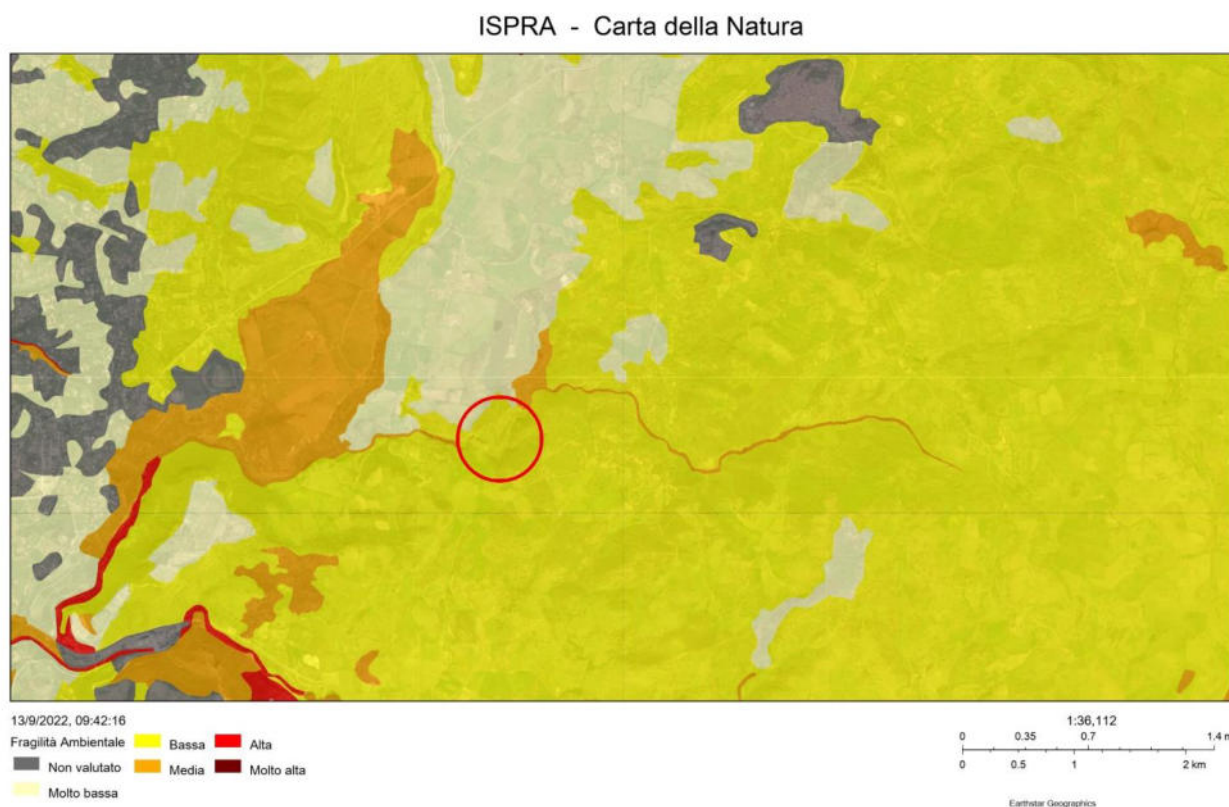


Figura 6 Carta della Fragilità ambientale. Da Carta della Natura - Ispra

In data 13/09/2022 è stato effettuato un sopralluogo sui luoghi oggetto di intervento, rilevando la vegetazione presente e documentando il tutto con un report fotografico raccolto nelle allegate schede di analisi e in via sintetica riassunto nelle seguenti immagini.

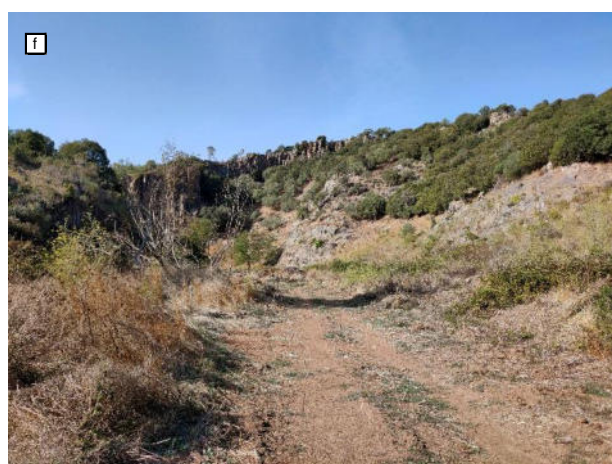
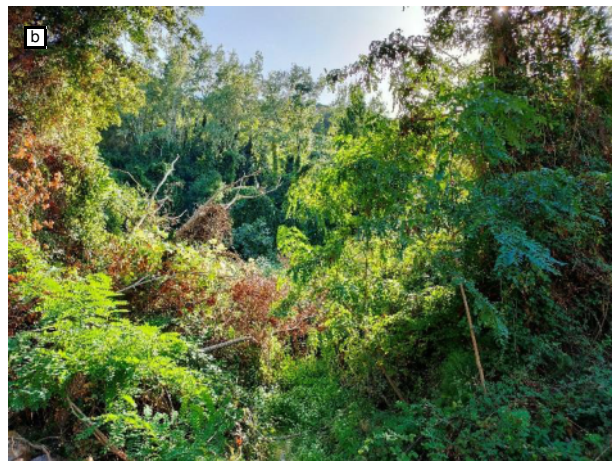




Figura 7 Foto del sopralluogo del 13/09/2022: aree vasca e savanella (a, b, c, d), aree opera di presa e argine (e, f, g, h), parete a sinistra e destra della diga (i,j) interessate dalla messa in sicurezza.

Tramite il sopralluogo è stato possibile analizzare lo stato dei luoghi di cui, dalla Carta della Natura, si aveva un quadro generale; si conferma quanto da questa indicato ossia che il valore ecologico dell'area è discreto per la presenza degli habitat precedentemente indicati che consentono di avere un certo grado di complessità ecosistemica e una *bassa* Sensibilità Ecologica; per la sua localizzazione, lontana dall'abitato del comune di Sassari, e per la presenza nei dintorni di poche attività legate all'agricoltura e al pascolo, nell'area di progetto la Pressione antropica è bassa.

La combinazione tra i valori di Sensibilità Ambientale e Pressione Antropica stabilisce che l'area in oggetto è caratterizzata da una *bassa* Fragilità Ambientale.

Nei punti dove sono previste la vasca e la savanella la vegetazione risulta molto fitta tanto da coprire il Rio che in alcuni tratti, ristagna in pozze (foto a, b, c, d); l'area dove verranno collocati l'opera di presa e l'argine (foto e, f, g, h) è inserita tra due ripide pareti rocciose, garighe rocciose la cui parte sommitale è parzialmente colonizzata da vegetazione arborea e arbustiva, i cui componenti immediatamente riscontrabili sono il Leccio e l'Olivastro. Il fondo dell'ex bacino, un tempo ricoperto dall'acqua, attualmente risulta interessato dal processo di colonizzazione da parte della vegetazione. In dinamica di vegetazione, tale processo viene definito successione secondaria: in sostanza, la vegetazione primaria, rimossa o distrutta, in questo caso per cause antropiche, una volta cessato il disturbo (assenza di acqua nel bacino) ricolonizza il

terreno, sul quale nel tempo si avvicenderanno diverse comunità vegetali, sino ad arrivare alla copertura ideale del bosco, ovviamente se contemporaneamente non intercorrono altri disturbi a bloccare il processo.

Le piste di cantiere insistono prevalentemente su viabilità agricola esistente e non comportano tagli significativi di vegetazione. Procedendo dall'edificio filtri verso la diga di Bunnari Basso, la vegetazione arborea che si rinviene sulla sinistra è costituita da alcuni esemplari di Olivastri, Lecci e Sughere, alcuni dei quali interferiscono con le attività di cantiere e si valuterà la possibilità di trasferirle nelle vicinanze o procedere al loro abbattimento. Nelle restanti parti delle piste la vegetazione risulta rada in quanto costituita da gariga o perché a causa del continuo passaggio ai fini agricoli viene frequentemente tagliata.

Sulle pareti interessate dalla messa in sicurezza per il rischio frana, ai lati della diga di Bunnari Basso, si rinvencono esemplari di Olivastro, Leccio e Lentisco, unitamente a Fico e Fico d'india: la colonizzazione da parte delle piante è scarsa lungo le pareti verticali più ripide, ed aumenta sulla sommità, più regolare e favorevole alla loro crescita. La scarsa colonizzazione da parte di arbusti ed alberi è da imputare non solo alla verticalità delle pareti, ma anche alla scarsa presenza di spazi dove queste possono insinuare l'apparato radicale o ancora all'assenza minima di suolo che ne consenta la crescita. Complessivamente è possibile definire le pareti che si affacciano sull'area dell'invaso storico della diga di Bunnari basso scarsamente occupate da vegetazione arborea ed arbustiva.

La messa in sicurezza dal rischio frana della parte prossima alla vasca di calma e alla savanella, implica un maggiore taglio della vegetazione, più vigorosa a causa della vicinanza all'acqua e costituita prevalentemente da esemplari di Leccio, Pioppo e Robinia, ricoperti da Rovo, Edera e Smilax. Si sottolinea come la messa in sicurezza del fronte franoso non implica un'impermeabilizzazione del suolo e pertanto è possibile, viste le favorevoli condizioni, un rapido ripristino della vegetazione ante operam in condizioni di esercizio.

Dal sopralluogo, si è potuto evidenziare che la flora presente nell'area di progetto è molto comune nel nord della Sardegna, non emergono elementi floristici di pregio o situazioni ambientali di particolari sensibilità. Le specie vegetali rinvenute sono comuni nel territorio, in alcuni casi sono specie in grado di disperdersi e riprodursi facilmente o comunque specie estremamente resilienti ai disturbi. Le opere in progetto interessano porzioni modeste di vegetazione che dovranno essere rimosse durante i lavori, tuttavia si prevedono interventi di mitigazione con nuove piantumazioni che concorreranno al ripristino ambientale.

Per una maggiore chiarezza dello stato attuale delle componenti ambientali, si rimanda alle schede del sopralluogo allegate al presente documento.

3.1 SITUAZIONE ATTUALE DELLA FAUNA E DELLA VEGETAZIONE

Fauna

Per quanto riguarda la situazione attuale faunistica, si fa riferimento alle analisi riportate nella *Carta delle Vocazioni faunistiche* che, approvata dalla regione Sardegna con deliberazione n. 42/15 del 4.10.2006, rappresenta lo strumento indispensabile per una corretta gestione conservazione della fauna selvatica.

La Carta Faunistica Regionale si articola in 4 sotto-progetti:

1. Studio e censimento dei Cormorani e avifauna migratoria nelle zone umide;
2. Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio;

3. Studio ungulati selvatici: Cervo sardo, Muflone, Daino e Cinghiale;
4. Studio fauna stanziale: Pernice sarda, lepre sarda e coniglio selvatico.

Avifauna migratoria di interesse venatorio

Attraverso la carta delle vocazioni faunistiche della Sardegna – Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio, è possibile verificare se l'area di progetto ricade nelle aree di vocazionalità di tali specie. Le specie oggetto di studio sono state: la Quaglia, la Beccaccia, il Colombaccio, la Tortora selvatica, l'Allodola, il Merlo, il Tordo bottaccio, il Tordo Sassaello; la Cesena, è stata oggetto di studio ma non verrà qui considerata in quanto osservata solo nell'Isola di Mal di Ventre.

La ricerca è stata condotta attraverso differenti linee metodologiche, funzionali alla varietà degli obiettivi conoscitivi riguardanti lo status delle popolazioni nidificanti e migratrici delle specie oggetto dello studio. I dati sono stati raccolti con metodologie standardizzate e condivise a livello internazionale. Per la caratterizzazione ambientale dei dati raccolti è stata adottata la codifica CORINE Land Cover 2000, organizzata secondo una complessa articolazione gerarchica su diversi livelli e che fornisce una base topografica per l'interpretazione dell'intero territorio regionale.

Le specie oggetto di studio per le quali si hanno dati puntuali di frequenza nei vari ambiti di CORINE sono la Quaglia, il Colombaccio, la Tortora selvatica, l'Allodola, il Merlo. Sono specie nidificanti il cui monitoraggio è stato condotto attraverso la tecnica dei punti d'ascolto (count points) che consiste nel conteggio di tutti gli individui rilevabili acusticamente o visivamente entro e oltre un certo raggio da un punto fisso in un determinato intervallo di tempo. Il raggio e l'intervallo di tempo sono stati fissati rispettivamente in 100 m e 10 minuti, in accordo con la metodologia già adottata nell'ambito del programma di monitoraggio degli uccelli nidificanti in Italia "Mito 2000" (BANI et al., 1999). I punti d'ascolto sono stati effettuati su percorsi rappresentativi delle diverse situazioni ambientali riscontrabili in Sardegna, distribuiti lungo la viabilità automobilistica.

La rappresentazione cartografica dei dati scaturiti dai campionamenti puntiformi è basata sulla frequenza

$$F = Np / Nt$$

dove Np è il numero di rilevamenti positivi e Nt il numero totale dei rilevamenti, e tiene conto dei seguenti parametri: 1) classe di copertura CORINE; 2) quota (secondo quattro classi altitudinali: 0-400; 401-800; 801-1.200; >1.200); 3) suddivisione del territorio regionale in cinque ambiti individuati sulla base dei rispettivi sistemi orografici di riferimento: a) Marghine-Goceano-Gallura; b) Gennargentu-Ogliastra-Salto di Quirra, c) Sarrabus-Gerrei; d) Iglesiente; e) Sulcis.

Per queste specie attraverso il numero di osservazione su base regionale e provinciale, è stato possibile ottenere il dato di frequenza. L'uso della frequenza ai fini della restituzione cartografica dei dati faunistici fornisce una chiave interpretativa, sia pure indiretta, del livello di vocazione espresso dai diversi contesti ambientali e geografici della Sardegna per la nidificazione di ciascuna delle specie studiate.

Nella seguente tabella, vengono sintetizzati i dati regionali di frequenza per fascia altitudinale e i dati provinciali di frequenza negli ambiti CORINE che interessano l'area di progetto:

- 2: SUPERFICI AGRICOLE;

- 3: TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI;
- 5: CORPI IDRICI.

SPECIE	STATUS	HABITAT RIPRODUTTIVO	HABITAT NON RIPRODUTTIVO	F = Np/ Nt	F. reg. 0-400 s.l.m	CORINE prov.		
						2	3	5
QUAGLIA <i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)	N M S	Grandi spazi aperti: coltivi, ambienti a macchia bassa rada, praterie montane dal livello del mare fino alle quote maggiori.	Simile ad hr, con limitazioni altitudinali.	Np	75	9	2	0
				Nt	526	69	76	1
				F	0,14	0,13	0,02	0
COLOMBACCIO <i>Columba palumbus</i> (Linnaeus, 1758)	N M S	Zone boschive, ampagne coltivate e alberate, parchi. In Sardegna è legato alle formazioni forestali anche a basso indice di copertura (pascoli alberati), caratterizzate da elevato sviluppo delle essenze arboree dominanti, generalmente Leccio, Sughera, Roverella e impianti artificiali di conifere.	In Sardegna frequenta prevalentemente zone collinari e montuose boscate, dal livello del mare fino a quote più elevate, preferendo gli ambiti forestali più maturi.	Np	74	21	35	0
				Nt	526	69	76	1
				F	0,14	0,31	0,46	0
TORTORA SELVATICA <i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	N M S	Nidifica in boschi e campagne coltivate e alberate disseminate di siepi; predilige aree calde e soleggiate, soprattutto in vicinanza di punti di abbeverata. In Sardegna nidifica fino a 1300 m.	Zone semi aride e zone di savana (africa).	Np	77	6	11	0
				Nt	526	69	76	1
				F	0,15	0,09	0,1	0
ALLODOLA <i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)	N M S	ambienti aperti dal livello del mare fino a circa 2.000 m, nelle praterie primarie e secondarie e nelle colture cerealicole; in Sardegna è diffusa soprattutto in vicinanza di zone umide e nelle praterie, dal livello del mare fino alle quote maggiori.	Simile ad hr, con limitazioni altitudinali	Np	32	2	1	0
				Nt	526	69	76	1
				F	0,06	0,03	0,01	0

MERLO <i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)	N M S	nidifica in ambienti con buona copertura boschiva e arbustiva (boschi, macchia, zone cespugliate, parchi urbani, giardini) dal livello del mare fino al limite superiore della vegetazione; anche in sardegna tende a colonizzare ambienti urbani.	Eccezionalmente variabile, includendo boschi densi, macchia, diverse tipologie di coltivi, lande, zone umide, parchi urbani e giardini	Np				
					29	1	1	
				Nt	526	69	76	1
				F	0,28	0,42	0,58	1

Figura 8 Tabella sintetizzante la frequenza delle specie di avifauna di interesse venatorio (Status Nidificante N; Migratoria M; Svernante S). In particolare viene riportata la frequenza F su base regionale nella fascia altitudinale 0-400 e le frequenze specificatamente riferite alla Provincia di Sassari nei tre ambiti CORINE che interessano l'area di progetto.

I dati raccolti hanno permesso di produrre per le specie in tabella, le carte di vocazionalità; a seconda della frequenza registrata il territorio è stato diviso in vocazionalità *Bassa*, *Media* e *Alta*, ossia rappresentante l'attitudine dell'ambiente ad ospitare una determinata specie.

In relazione all'area di progetto la vocazionalità è *Bassa* per la Quaglia, *Media* per il Colombaccio, *Media* per la Tortora, *Bassa* per l'Allodola e *Media* per il Merlo. Tale vocazionalità si traduce con una possibile presenza nell'area di progetto per le specie citate, quantomeno quelle che per frequenza (sia nella fascia altitudinale che per ambito CORINE) ottengono dei valori medi.

Si vedano di seguito le carte di vocazionalità del territorio delle specie citate.



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE
DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R001_1 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

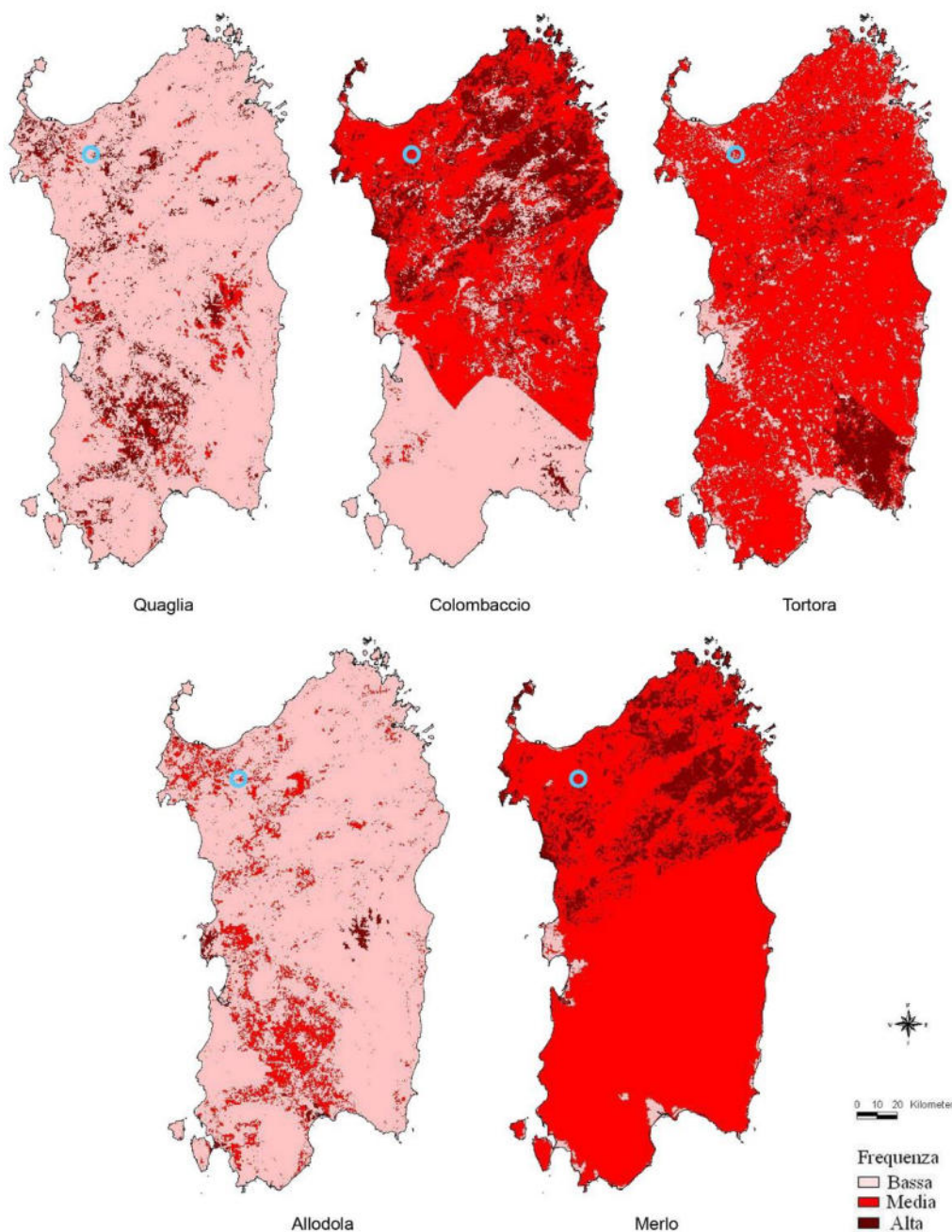


Figura 9 Carte di vocazionalità del territorio delle specie Quaglia, Colombaccio, Tortora, Allodola e Merlo e area di progetto.
Carta delle vocazioni faunistiche della Regione Sardegna – Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio.

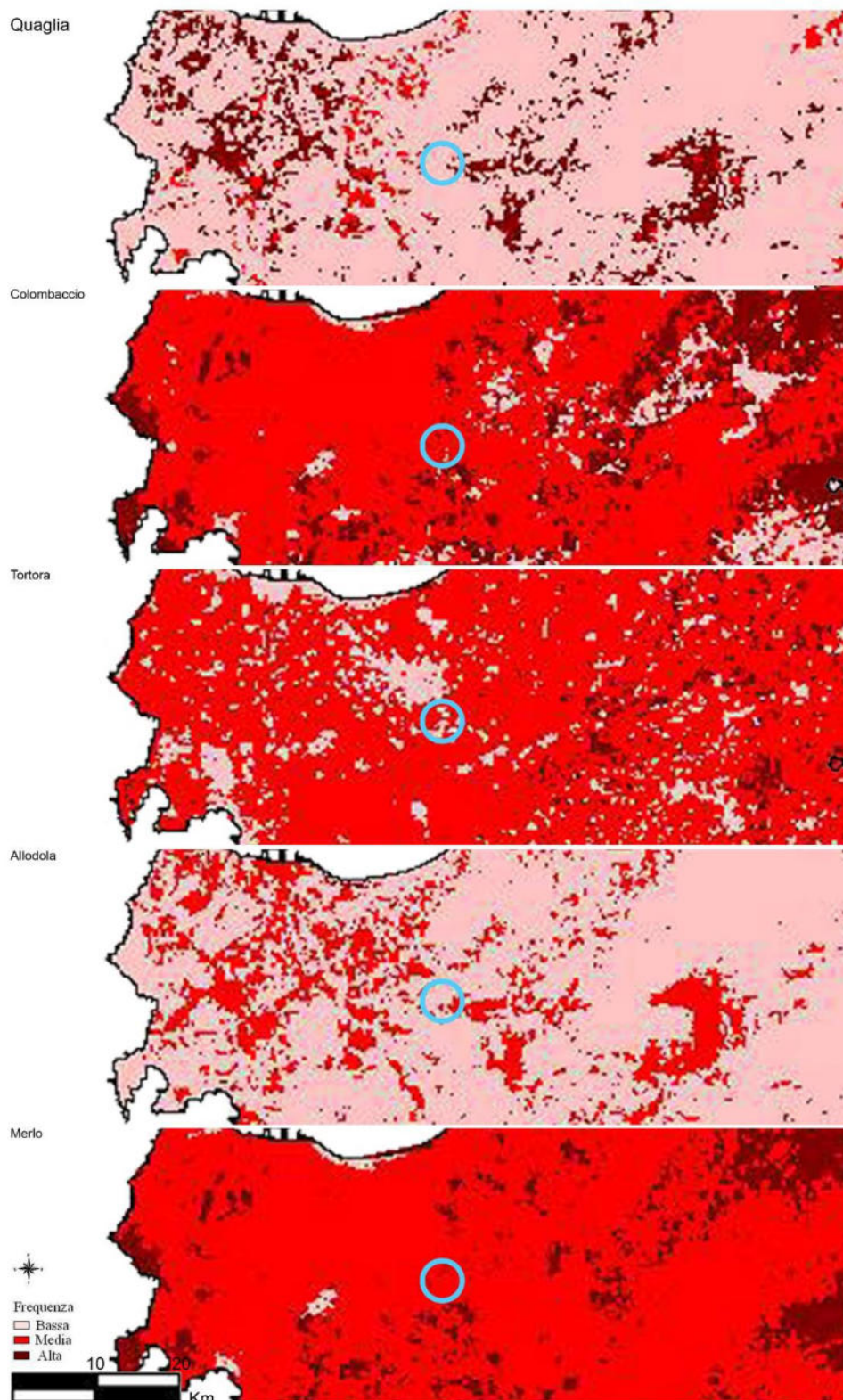


Figura 10 Dettaglio delle Carte di vocazionalità del territorio delle specie Quaglia, Colombaccio, Tortora, Allodola e Merlo e area di progetto. Carta delle vocazioni faunistiche della Regione Sardegna – Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio.

Per le restanti specie: la Beccaccia, il Tordo bottaccio, il Tordo sassello e lo Storno, specie che non nidificano nel territorio sardo ma sono specie migratrici e svernanti, i dati sono stati raccolti sul campo tramite le catture e gli inanellamenti, con la raccolta di campioni di ali attraverso il coinvolgimento del mondo migratorio. Nella seguente tabella sono sintetizzati i dati delle specie con le indicazioni relative all'area di progetto.

SPECIE	STATUS	HR	HABITAT NON RIPRODUTTIVO	DISTRIBUZIONE E FREQUENZA	VOCAZIONALITA' AREA PROGETTO
BECCACCIA <i>Scolopax rusticola</i> (Linnaeus, 1758)	M S	-	In Sardegna frequenta soprattutto le formazioni boschive a Sughera o Leccio; suoli drenati e ricchi di humus, presenza di vegetazione che dia riparo visivo e mobilità al suolo.	Non si hanno dati puntuali sulla frequenza nelle varie aree, nonostante ciò il monitoraggio fa emergere le aree montane della provincia di Sassari risultano essere ad alta vocazione per lo svernamento.	Possibile presenza della specie nell'area di progetto (soprattutto pressi del Rio) per conformità della stessa con HNR.
TORDO BOTTACCIO <i>Turdus philomelos</i> (C. L. Brehm, 1831)	M S	-	Aree alberate o arbustive accompagnate da campi aperti, boschi di latifoglie con abbondante lettiera, zone agricole e suburbane. In Sardegna la specie frequenta soprattutto ambienti di macchia e la sua distribuzione intra- ed interannuale è condizionata dalla fruttificazione delle essenze dominanti che costituiscono la base della sua dieta, come il Ginepro fenicio, Lentisco, Corbezzolo, Olivastro, Fillirea, Mirto. Frequenta, soprattutto nella seconda parte dello svernamento, anche zone più aperte, prati o campi arati dove si alimenta di invertebrati quali Gasteropodi e Anellidi.	Non si hanno dati puntuali sulla frequenza nelle varie aree.	Possibile presenza della specie nell'area di progetto per conformità della stessa con HNR
TORDO SASSELLO <i>Turdus iliacus</i> (Linnaeus, 1766)	M S	-	In inverno la specie predilige ambienti caratterizzati da alberature non troppo fitte. Nei periodi particolarmente freddi può frequentare ambienti antropizzati come giardini o parchi urbani con piante ricche di bacche. Manifesta una notevole capacità di adattamento a diverse condizioni ecologiche. In Sardegna può essere rinvenuto in diversi tipi di ambienti, dalla macchia ai boschi aperti, a qualunque quota ma più spesso, almeno durante lo svernamento, nelle zone interne.	Non si hanno dati puntuali sulla frequenza nelle varie aree della provincia di Sassari.	Possibile presenza della specie nell'area di progetto per conformità della stessa con HNR
STORNO <i>Sturnus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	M S	-	In Sardegna la specie frequenta zone aperte come coltivi, pascoli, uliveti e formazioni a lentisco e olivastro preferibilmente a bassa	Non si hanno dati puntuali sulla frequenza nelle varie aree della provincia di Sassari. Nonostante ciò, alla ricerca di dormitori, il sito di Platamona risulta classificato	Possibile presenza della specie nelle vicinanze dell'area di progetto (seminativi) per conformità delle stesse con HNR.

copertura, parchi urbani e nella massima categoria di
giardini. abbondanza.

Per tutte le specie citate in tabella, non si hanno indicazioni sulla frequenza poiché non sono specie nidificanti sul territorio. Per tali specie è possibile ipotizzare la presenza nell'area di progetto, in quanto questa possiede le stesse caratteristiche indicate per gli habitat non riproduttivi (HNR) delle singole specie.

Fauna stanziale

Attraverso la *Carta delle vocazioni faunistiche della Regione Sardegna – Studio relativo alla fauna stanziale: Pernice sarda, Lepre sarda e Coniglio selvatico*, (e relativo aggiornamento) e attraverso il documento *Indagine per la valutazione della consistenza di Lepre sarda (Lepus capensis mediterraneus) e Pernice sarda (Alectoris barbara) sul territorio della Regione Sardegna (2019)* è possibile analizzare la distribuzione delle tre specie a livello regionale e in relazione all'area di progetto, grazie alle carte di vocazionalità del territorio prodotte attraverso i dati riguardanti i capi abbattuti nelle autogestite, i censimenti nelle aree protette e da altre osservazioni. Le carte suddividono il territorio regionale in celle di 2 km di lato (400ha) dette Unità Campioni (UC). All'interno di ogni UC sono state misurate complessivamente 81 variabili, delle quali 30 sono state derivate dalla estensione percentuale delle diverse categorie di copertura del suolo, ritenute importanti nell'influenzare la presenza della lepre. Inoltre sono stati introdotti variabili riguardanti la variabilità morfologica della distribuzione della specie.

- Pernice Sarda - Alectoris barbara: l'area di distribuzione è uniforme in tutta la regione: nell'ultimo aggiornamento della carta delle vocazioni faunistiche, la presenza della specie è stata registrata in 299 comuni con un areale di 19.533 kmq pari all'81,1 % della superficie regionale. Le densità delle popolazioni presenti sono diverse e risultano essere particolarmente abbondanti nel settore sud occidentale. Nella distribuzione di questa specie, la provincia di Sassari, mostra la situazione più compromessa, in termini di abbondanza, in quanto esistono vaste porzioni del territorio dove gli indici d'abbondanza assumono valori vicini allo zero e quelle con abbondanza più elevata appaiono soggette ad un progressivo isolamento e frazionamento in sub areali e dove inoltre si segnalano aree con dati incompleti o mancanti. In generale l'intero territorio regionale risulta essere idoneo alla specie; Le porzioni di territorio a bassa idoneità per la Pernice sarda ricadono soprattutto nelle zone pianeggianti dell'isola. Dalle indagini per la valutazione della consistenza della specie del 2019, emerge una correlazione tra presenza della specie e uso suolo, in particolare si sottolinea una correlazione positiva tra la presenza delle coppie di pernice e l'uso del suolo in aree seminate, agricole, macchia-gariga, dove è quindi presente una vegetazione bassa e rada; risulta invece una correlazione negativa tra la densità di coppie e le aree boscate, dove ricade l'area di progetto.

MANDATARIA:

MANDANTI:

- Lepre sarda - *Lepus capensis mediterraneus*: Per questa specie endemica, in generale si registrano nell'intero territorio regionale indici di densità molto bassi ma è ancora da chiarire se le popolazioni siano in declino o se la capacità portante del territorio sia limitata da vari fattori (clima, predazione, disturbo antropico) a tal punto da non permettere alla specie di raggiungere densità comparabili a quelle raggiunte dalla Lepre europea negli ambienti continentali. I fattori che influenzano negativamente l'abbondanza della Lepre sarda, oltre al prelievo venatorio, sono stati individuati fondamentalmente nella tendenza a uniformare il territorio attraverso la continua riduzione degli ambienti idonei e alla presenza massiccia di bestiame domestico. La sua distribuzione sul territorio, per quanto limitata, risulta comunque uniforme, in quanto la specie occupa tutti gli ambienti sia di pianura, sia di collina, sia di montagna, con eccezione ovviamente dei centri abitati e delle zone industriali. La presenza di questa specie, all'ultimo aggiornamento della carta delle vocazioni faunistiche, è stata registrata in 310 comuni implementando la sua presenza in altri 52 comuni, quindi con un areale di 20.438 kmq pari all'88,8 % della superficie regionale. Anche nell'aggiornamento della carta delle vocazioni faunistiche che nel censimento del 2019, si sottolineano grandi differenze di densità delle popolazioni a livello regionale dovute a dinamiche irregolari, quindi non solo legate al prelievo diretto, ma anche ad altri disturbi antropici come la massiccia presenza di bestiame o cani, oppure disturbi naturali come presenza di cinghiali o altri predatori. In generale consistenze apprezzabili si registrano nella provincia di Sassari: dalla carta della idoneità del territorio alla lepre sarda, la parte occidentale della provincia di Sassari risulta essere un territorio ad alta idoneità, comprendente i comuni di Alghero, Olmedo, Sassari, Sorso, Mores; invece i territori a medio-bassa idoneità sono localizzati nelle aree caratterizzate dalle grandi estensioni dei boschi lungo i massicci montuosi. L'area di progetto localizzata tra Sassari e Osilo, mostra un'alta vocazionalità per la presenza di questa specie; come per la pernice, anche la distribuzione della lepre è legata al tipo di uso suolo prediligendo in particolare le aree seminate o prative alternate a quelle di macchia; come la pernice, la lepre risulta meno frequente nelle aree boscate dove la vegetazione è più fitta, nel caso particolare, dove si colloca l'area di progetto.
- Coniglio selvatico - *Oryctolagus cunicu*: la specie è distribuita quasi uniformemente su tutto il territorio regionale e l'areale di distribuzione del appare leggermente più ristretto rispetto a quello della Lepre. Dalla carta delle vocazionalità faunistiche della Sardegna, la presenza della specie è stata registrata in 236 comuni, con un areale di 17.306 kmq, pari al 71,8% della superficie della Regione e una delle aree a maggiore consistenza è la Nurra. L'areale ad elevata idoneità è largamente preponderante su quello a bassa idoneità e consiste nel 70,6% dell'intera regione. Le vocazionalità più elevate si registrano nelle zone costiere della regione e aree collinari entro i 500 m s.l.m; mentre, le aree a minore idoneità ambientale sono quelle caratterizzate da importanti estensioni di boschi e da scarsità di coltivazioni e le quote più elevate dei massicci montuosi. Nonostante l'alta vocazionalità del territorio, al censimento del 2019 si osserva una situazione critica per le popolazioni di coniglio selvatico dove, su 19 aree censite, viene censito solo in 7 (3 su 7 aree sono nella provincia di Sassari). Rispetto

all'area di progetto, questa specie risulta avere vocazionalità elevata, si ricorda però la predilezione della specie alle aree non boscate, quindi preferibilmente le aree seminate nei pressi dell'area di progetto.

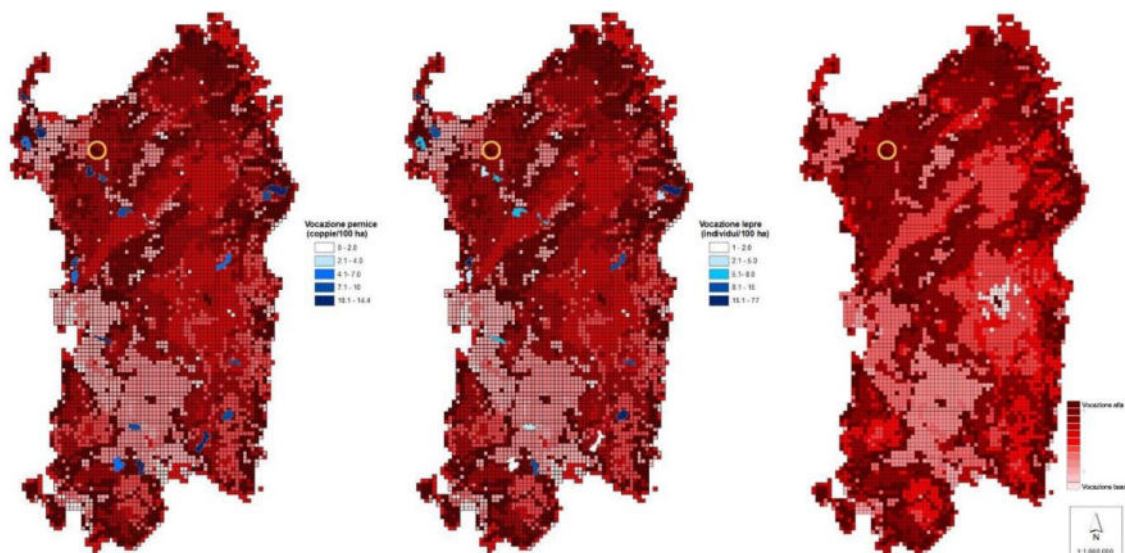


Figura 11 Carte di vocazionalità del territorio della Pernice, Lepre e Coniglio. Da Indagine per la valutazione della consistenza di Lepre sarda (*Lepus capensis mediterraneus*) e Pernice sarda (*Alectoris barbara*) sul territorio della Regione Sardegna (2019): confronto tra la situazione 2005 e censimento condotto nel 2019 (blu).

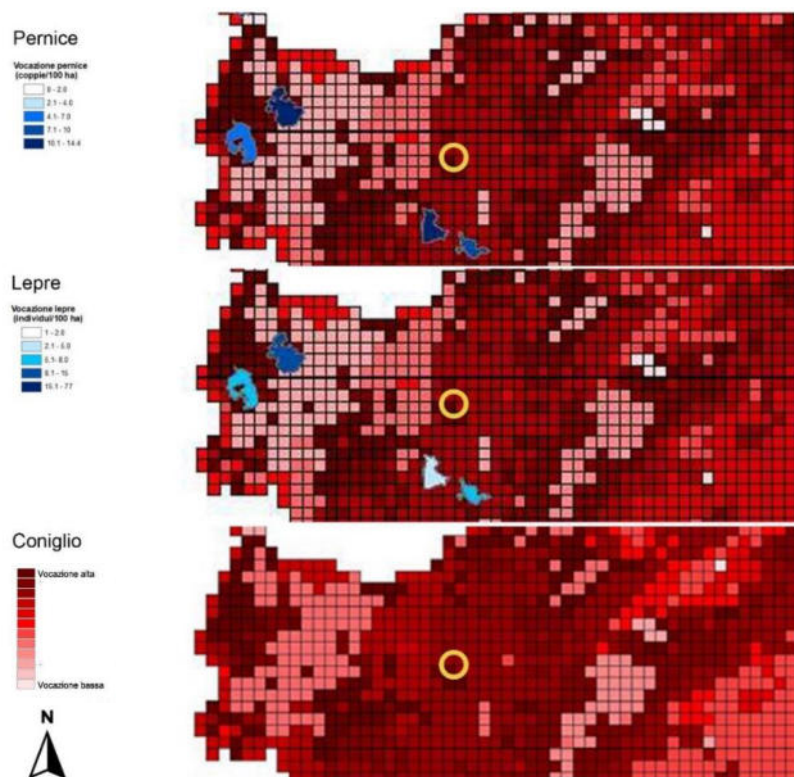


Figura 12 Carte di vocazionalità del territorio della Pernice, Lepre e Coniglio. Zoom sull'area di progetto. Da Indagine per la valutazione della consistenza di Lepre sarda (*Lepus capensis mediterraneus*) e Pernice sarda (*Alectoris barbara*) sul territorio della Regione Sardegna (2019): confronto tra la situazione 2005 e censimento condotto nel 2019 (blu).

MANDATARIA:

MANDANTI:

Cinghiale - *Sus scrofa meridionalis*

Attraverso la *Carta delle vocazioni faunistiche della Regione Sardegna - Studio relativo agli ungulati* e relativo aggiornamento, è possibile analizzare la distribuzione del cinghiale sardo, una specie ampiamente diffusa, ubiquitaria che presenta l'areale di distribuzione più ampio e consistente fra gli ungulati sardi (Cervo, Muflone e Daino).

Per questa specie, ampiamente diffusa e quasi ubiquitaria, risulta difficile determinare i confini dell'areale di distribuzione in virtù anche dell'elevata plasticità ecologica che le consente di colonizzare ambienti nuovi ed eterogenei in tempi brevi.

Anche per questa specie è stata costruita una carta di vocazionalità del territorio attraverso il dato di prelievo e l'avvistamento dei capi nelle autogestite e attraverso l'analisi degli ambiti CORINE per il territorio sardo.

Di seguito si veda il confronto tra la densità registrata per i vari comuni e la densità potenziale sul territorio.

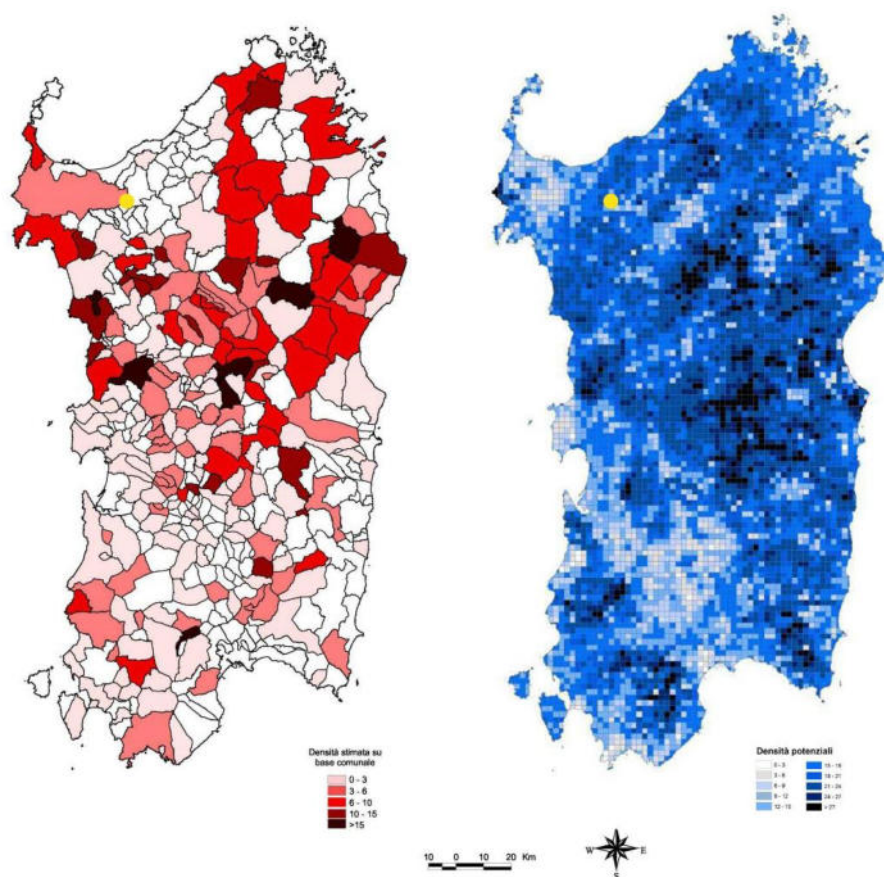


Figura 13 Confronto tra la densità rilevata e la carta di vocazionalità del territorio (densità potenziale) del Cinghiale Sardo. Da Aggiornamento della Carta delle Vocazioni Faunistiche della Sardegna.

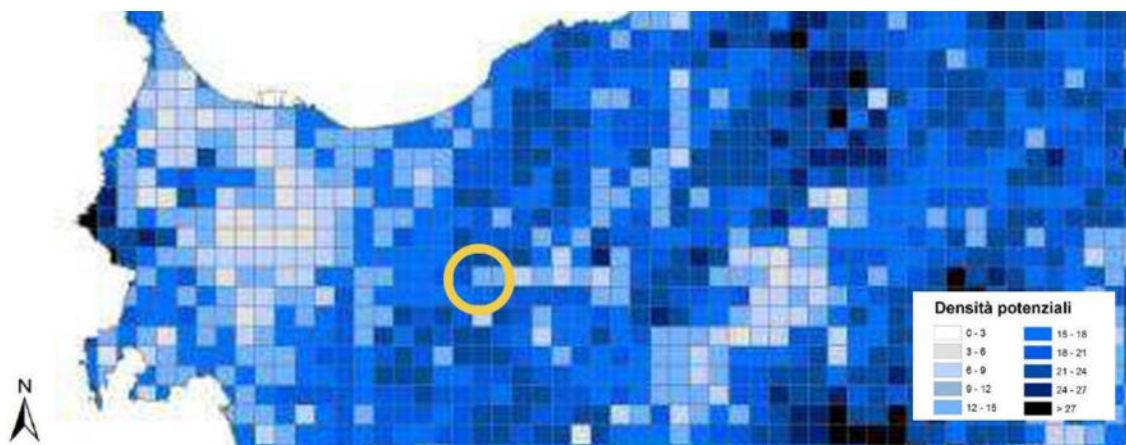


Figura 14 Carta di vocazionalità del territorio (densità potenziale) del Cinghiale Sardo – Zoom su area di Progetto. Da Aggiornamento della Carta delle Vocazioni Faunistiche della Sardegna.

L'aggiornamento della Carta delle vocazioni faunistiche, propone per questa specie uno studio di densità a livello comunale attraverso la conta dei capi abbattuti nelle autogestite. Come si può vedere dalla carta, il comune di Sassari presenta una densità medio-alta, così come tutto il territorio della Nurra (5-10 o 10-15 capi/100 ha stimati). In generale, in Sardegna, la distribuzione si è mantenuta stabile nel tempo, confermandosi ubiquitaria ad eccezione i limitate aree del Campidano, della Marmilla, delle Trexenta e dell'Isola di San Pietro; si sottolinea come l'assenza di dati riferibili alla presenza della specie in tali aree non può essere considerata come prova certa della mancanza della specie ma piuttosto come una densità estremamente ridotta riferibile a presenze occasionali. Elementi comuni delle aree nelle quali la specie risulta assente sono la scarsità/assenza di corpi di bosco, l'assenza di rilievi degni di nota, una densità abitativa relativamente alta, una rilevante attività agricola rivolta soprattutto alle colture cerealicole ed ai vigneti. Di contro la specie si è dimostrata in grado di occupare praticamente quasi ogni altra tipologia ambientale e può essere interessante notare come in molti casi anche in assenza di una reale copertura boschiva il cinghiale si sia adattato a vivere in ambiti caratterizzati da macchia bassa a diversi livelli di degrado ed in paesaggi dove le superfici coltivate si alternavano agli incolti o a pascoli scarsamente alberati.

Per quanto riguarda nello specifico l'area di progetto si evidenzia una vocazionalità medio-alta giustificata dal fatto che l'area in esame e i suoi dintorni rappresentano un habitat favorevole alla specie, ma anche dal fatto che la specie stessa risulta essere di per sé numerosamente consistente in tutto il territorio sassarese, estremamente plastica e adattabile a diversi tipi di ambienti.

Comunità Zoobentoniche

Per definire lo stato delle comunità zoobentoniche del rio Bunnari, si è fatto riferimento alla pubblicazione *Struttura delle comunità zoobentoniche del rio Bunnari (Sardegna settentrionale)* (Manconi A. et al. 1995).

Lo studio è stato effettuato attraverso la metodica dell'Indice Biotico Esteso (E.B.I) che prevede l'analisi della struttura delle comunità dei macroinvertebrati presenti nelle acque correnti la cui presenza o assenza, a seconda delle specie rinvenute, da indicazione dello stato del corpo idrico. Questa metodica si basa sul fatto che quando le biocenosi sono sottoposte a sollecitazioni causate da fattori di turbativa ambientale si può avere la scomparsa delle specie più sensibili, l'aumento delle specie in grado di beneficiare della nuova situazione e la comparsa di nuove specie resistenti. Poichè i macroinvertebrati hanno cicli vitali relativamente lunghi, l'indice fornisce un'informazione integrata nel tempo sugli effetti causati da differenti cause di turbativa (fisiche, chimiche e biologiche).

I campionamenti sul Rio Bunnari sono stati effettuati scegliendo 3 stazioni di campionamento:

- Stazione 1: si trova a 330 m s.l.m. subito a valle del Rio Truncanesu. In questo punto il corso d'acqua ha una larghezza di 3 metri nel periodo di morbida. La profondità in questo punto raggiunge un massimo di 25 cm; la velocità e la pendenza sono basse, determinando bassa turbolenza delle acque. La vegetazione acquatica è scarsa, mentre è più abbondante la vegetazione lungo le sponde. Le acque in questo punto risultano abbastanza limpide, inodori, prive di segni di eutrofia mentre l'ambiente si presenta ben ossigenato e con scarso detrito vegetale.



Figura 15 Stazioni di campionamento delle comunità zoobentoniche (Manconi A. et al. 1995) rispetto all'area di Progetto (cerchiata).

- Stazione 2: si trova nella bassa valle del Bunnari, all'altezza della cava di Calancoi, nella località conosciuta come "Valle dei Ciclamini" per l'abbondanza di *Cyclamen repandum*. La stazione si trova ad un'altitudine di circa 209 m s.l.m ad una distanza di circa 2300 m dall'invaso (ex). In questo punto la velocità della corrente e la pendenza sono basse permettendo la formazione di pozze di acqua ferma. Il prelievo è stato effettuato in acqua corrente, a valle di tali pozze. In questo punto l'alveo bagnato non supera i 2 m nel periodo di morbida e la profondità oscilla tra i 10 e 20 cm. Anche in questo punto la vegetazione acquatica è scarsa. Le acque non sono limpide anche se inodori; si registrano inoltre nel periodo di magra fango perfitico e l'abbondante presenza di Alghe filamentose. Il fondale è composto da ciottoli, sabbia, fango e detrito organico.
- Stazione 3: si trova a circa 130 m s.l.m. e dista circa 5100 m dal bacino artificiale. Anche in questo caso la scarsa pendenza e bassa velocità della corrente determinano assenza di turbolenza. La larghezza dell'Alveo bagnato in periodo di magra è di 2.5 m e la profondità non supera i 15 cm. Sono inoltre presenti alcune pozze di acqua lenta di discreta larghezza e profondità. Il substrato è costituito da sassi, ciottoli e sabbia mista a fango. In questo punto è presente abbondante vegetazione acquatica e riparia rappresentata da alghe filamentose e non, ortica, sedano acquatico, e rovi, oltre

alla vegetazione arborea. L'acqua si presenta piuttosto limpida e inodore mentre l'ambiente circostante mostra chiari segni di inquinamento.

In ogni stazione è stato scelto un transetto ideale da sponda a sponda, in obliquo e controcorrente al fine di poter campionare tutti i microhabitat lungo il transetto stesso. Per il campionamento dei microinvertebrati è stato scelto un retino Suber modificato. Durante il campionamento il retino viene adagiato sul fondo come in figura, disponendo l'imboccatura controcorrente. Direttamente sul campo si procede al risciacquo del materiale campionato, alla separazione degli organismi dal materiale detritico e ad una prima identificazione degli stessi. Gli esemplari separati vengono poi trasferiti in laboratorio e identificati fino al livello di genere e/o famiglia che corrispondono alle unità sistematiche (U.S.) utilizzate per il calcolo dell'E.B.I.

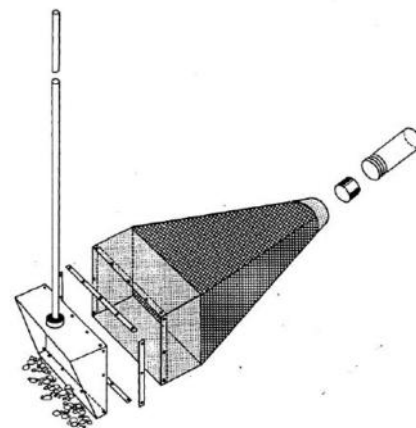


Figura 16 Retino Suber modificato

Al variare della numerosità delle unità sistematiche riconosciute, viene attribuito un valore di E.B.I. che corrisponde a sua volta ad una classe di qualità ambientale come indicato nella tabella seguente.

Classi	Valori E.B.I.	Giudizio di Qualità	Colore
Classe I	10-11-12-...	Ambiente non alterato in modo sensibile	Azzurro
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	Verde
Classe III	6-7	Ambiente alterato	Giallo
Classe IV	4-5	Ambiente molto alterato	Arancione
Classe V	0-1-2-3	Ambiente fortemente degradato	Rosso

- Monitoraggio Stazione 1: nel periodo di morbida sono state contate 27 U.S. di cui 22 considerati validi ai fini del calcolo dell'E.B.I. e corrispondenti ad un E.B.I. pari a 11. Che indica una classe di qualità ambientale I. Nel periodo di magra sono state contate 24 U.S. di cui 22 sono considerate valide ai fini dell'E.B.I. Nel periodo di magra, la presenza di un solo genere di Plecotteri fa diminuire il valore E.B.I. di un punto. Il valore E.B.I. corrispondente è quindi di 10 e classe di qualità ambientale I.
- Monitoraggio Stazione 2: nel periodo di morbida sono stati catturati 20 U.S. valide alle quali equivale un valore E.B.I. pari a 8/9, corrispondente alla classe di qualità II. In periodo di magra sono state censite 21 U.S. considerate valide. Queste corrispondono ad un valore E.B.I. di 8/9 e ad alla classe II.
- Monitoraggio Stazione 3: in periodo di morbida sono state contate 32 U.S. di 27 considerate valide. Queste corrispondono ad un E.B.I. pari a 11 equivalente alla classe di qualità I. In periodo di magra sono state contate 25 U.S. valide corrispondenti ad un E.B.I. pari a 10/11 e alla classe di qualità I.

Si allegano le schede dei censimenti nelle varie stazioni riportanti il dettaglio delle unità sistematiche individuate e delle abbondanze.

Dai censimenti si evince che la distribuzione dei vari taxa è influenzata dalla variazione delle caratteristiche ambientali lungo il corso d'acqua. Nella stazione 1 e 3 i valori dell'E.B.I. corrispondono sia in periodo di morbida che di magra alla classe di qualità I "Ambiente non alterato in modo sensibile". La stazione 2, localizzata a valle del bacino artificiale, ottiene valori, nei periodi di morbida e di magra, ricadenti nella classe II "Ambiente con moderati sintomi di alterazione". Il peggioramento, seppur sensibile della qualità delle acque nella stazione 2 determina un peggioramento delle biocenosi bentoniche. Tale peggioramento è imputabile al fatto che quando è stato condotto lo studio è stato riscontrato un aumento dell'eutrofizzazione a causa degli scarichi delle aziende zootecniche nei pressi della stazione, ed inoltre era ancora presente il Lago del Bunnari che determinava una modifica e un peggioramento locale delle caratteristiche fisiche dell'emissario (corrente, temperatura, ossigeno disciolto, tipologia del substrato) interrompendo il continuum fluviale.

In generale, la presenza del Lago ha determinato in passato la modificazione e la struttura di alcuni taxa che rispondono in modo differente alle variazioni ambientali indotte dall'invaso, con conseguente scomparsa o sostituzione di specie nella zona a valle. A questo effetto si somma un aumento della trofia del sistema e dell'aumento di vegetazione algale (come evidenziato in occasione dei campionamenti nella stazione 2 dovuti anche agli scarichi delle acque di fondo, altamente eutrofiche, dell'invaso).

Il rio In occasione del campionamento si rivela però un ambiente in possesso di buone capacità di autodepurazione naturale in quanto nel breve tratto che separa la stazione 2 dalla stazione 3, risulta in grado di recuperare le condizioni di qualità presenti nella stazione 1, come se effettivamente non vi fosse la turbativa ambientale costituita dall'invaso.

Attualmente la situazione della stazione 2, non essendo attivo il bacino di Bunnari Alto, potrebbe essere migliorata ed un eventuale campionamento potrebbe portare a dei risultati migliori per questa stazione.

Si sottolinea come l'intervento in progetto non prevede alcun riinvaso del Bunnari alto ma si sostanzia nella sola messa in sicurezza della diga storica nel Bunnari basso. Pertanto non vi sono modifiche rispetto alle Comunità Zoobentoniche.

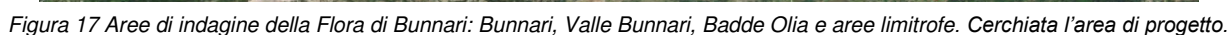
Flora

L'area di progetto ricade all'interno della serie SA 20 – Serie sarda, calcifuga, mesomediterranea della sughera (*Viola dehnhardtii-Quercetum suberis*). Si tratta di un mesobosco dominato da *Quercus suber* con querce caducifoglie ed *Hedera helix*. Lo strato arbustivo, denso, è caratterizzato da *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Arbutus unedo* ed *Erica arborea*. Negli aspetti più mesofili dell'associazione riferibili alla subass. *oenanthetosum pimpinelloidis*, nel sottobosco compare anche *Cytisus villosus*. Gli aspetti termofili (subass. *myrtetosum communis*) sono differenziati da *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis* e *Calicotome spinosa*. Tra

le lianose sono frequenti *Tamus communis*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Rosa sempervirens* e *Lonicera implexa*. Nello strato erbaceo sono presenti *Viola alba* subsp. *dehnhardtii*, *Carex distachya*, *Pulicaria odora*, *Allium triquetrum*, *Asplenium onopteris*, *Pteridium aquilinum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Luzula forsteri* e *Oenanthe pimpinelloides*. La serie trova il suo sviluppo ottimale sui substrati vulcanici oligomiocenici e plio-pleistocenici della Sardegna nord-occidentale, nel piano fitoclimatico mesomediterraneo inferiore subumido inferiore e superiore e mesomediterraneo superiore con ombrotipi dal subumido inferiore all'umido inferiore. Alle quote più basse la subass. *Myrtetosum communis* è sostituita da formazioni preforestali ad *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Myrtus communis* e *Calicotome villosa*, riferibili alle associazioni *Erico arboreae-Arbutetum unedonis* e da formazioni di macchia dell'associazione *Calicotomo-Myrtetum*. Le garighe sono inquadrabili nell'associazione *Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis*. Le praterie perenni sono riferibili alla classe *Artemisietea*, mentre i pratelli terofitici alla classe *Tuberarietea guttatae*. Per intervento antropico, vaste superfici sono occupate da pascoli annuali delle classi *Stellarietea* e *Poetea bulbosae*. Alle quote superiori ai 400 m s.l.m., le tappe di sostituzione della subass. *oenanthetosum pimpinelloidis* sono costituite da formazioni arbustive ad *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Cytisus villosus*, garighe a *Cistus monspeliensis*, praterie perenni a *Dactylis hispanica*, comunità delle classi *Tuberarietea guttatae*, *Stellarietea* e *Poetea bulbosae*.

La zona, soprattutto la bassa valle del Bunnari è nota per il particolare pregio naturalistico-vegetazionale ed è meglio conosciuta come "Valle dei ciclamini" per l'abbondanza di esemplari di *Cyclamen repandum*. Per il variare dei fattori pedologici e topografici lungo tutto il tratto del Rio Bunnari, quali grado di rocciosità, esposizione, tratto aperto o incassato, distanza dal Rio, presenza di alcune sorgenti, ecc., si verificano condizioni microclimatiche diverse che rendono possibile la presenza di una flora diversificata, legata a diverse formazioni vegetali (bosco, macchia, gariga, vegetazione riparia, igrofila, ruderale, ecc.). Lo studio più completo della flora dell'area è sicuramente quello intitolato "*Florula officinale della bassa valle del Bunnari*" (Atzei A. D. e Drascich Campazzi L.; 1988) che segnala la presenza di 331 specie appartenenti a 69 famiglie rinvenute nelle aree geografiche di Bunnari, Valle Bunnari, Badde Olia e aree limitrofe.

Attualmente, la flora di Bunnari conta 363 specie, 240 generi e 80 famiglie; l'aumentato numero di specie, generi e famiglie compresi, è dovuto a nuove segnalazioni di specie aliene, come riportato nell'articolo *Contributo alla conoscenza della biologia delle infestanti delle colture della Sardegna nord-occidentale: censimento delle specie esotiche della Sardegna*. (Viegi L., 1993), e da nuove segnalazioni inserite in tempi più recenti nel portale *Wikiplantbase #Sardegna*



- **Fanerofite P e Nanofanerofite NP:** piante legnose perenni (alberi o arbusti) con gemme poste ad un'altezza dal suolo >25cm, le gemme sono esposte e risentono del clima freddo;
- **Camefite Ch:** piante legnose, piccoli arbusti alla base con gemme svernanti poste a livello del suolo o ad un'altezza inferiore ai 30 cm dal suolo;
- **Emicriptofite H:** piante erbacee bienni o perenni, con gemme poste a livello del suolo protette da foglie;
- **Idrofite I:** piante erbacee perenni che vivono quasi completamente sommerse in acqua;
- **Geofite G:** piante erbacee perenni che possiedono organi sotterranei di riserva quali bulbi o rizomi preposti a conservare al loro interno le gemme durante il periodo sfavorevole;
- **Terofite T:** piante erbacee annuali che superano la stagione avversa sotto forma di seme;

Figura 18: Conteggio delle Forme Biologiche presenti a Bunnari.

Come si può vedere lo spettro biologico è dominato da specie erbacee, annuali e biennali, (emicriptofite e terofite), a seguire alberi e arbusti (fanerofite e nanofanerofite) e piante legnose o piccoli arbusti (camefite); le idrofite, piante che vivono esclusivamente in acqua, sono presenti in numero non rappresentativo (una sola specie); è da sottolineare però che molte delle specie rinvenibili, pur non essendo idrofite, vivono e proliferano a stretto contatto con l'acqua o sono proprie degli ambienti di transizione e basano il loro ciclo biologico sulla presenza dell'acqua. In particolare il Rio è costeggiato, da una fascia di vegetazione riparia costituita da fanerofite, fanerofite igrofile, nanofanerofite, emicriptofite e geofite; il tratto più aperto del fondo valle comprende zone prative con emicriptofite, geofite e terofite rappresentate soprattutto da Poaceae e Fabaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Lamiaceae, Orchidaceae ecc.

Considerando il contesto su cui si sta operando la vegetazione riparia ha certamente un ruolo fondamentale: parte dell'area di intervento ricade nell'Habitat 53.1, dominato da singole specie di elofite o poche specie di diversa taglia che si distribuiscono sulla base del livello di disponibilità idrica, caratteristiche chimico fisiche del suolo e grado di eutrofia delle acque. Tra le specie guida dell'habitat 53.1, nell'area di Bunnari è segnalata la presenza di *Alisma plantago-aquatica*. Altre specie, non direttamente specie guida dell'habitat, ricadono nello stesso, favorite dalle condizioni di umidità del terreno, andando così a far parte della vegetazione riparia del Rio Bunnari, ossia un'area di interazione diretta tra l'ambiente terrestre ed acquatico che comprende specie formanti un mosaico vegetale che può avere diversa fisionomia, struttura e composizione a seconda delle condizioni fisiche che cambiano lungo il tratto del rio e specie allo stesso tempo tolleranti al disturbo causato dalle variazioni idriche durante l'anno. Questo tipo di vegetazione riveste un ruolo fondamentale nell'ecosistema fluviale, migliorando la qualità dell'acqua attraverso l'assorbimento di inquinanti e nutrienti, consolidando le sponde del rio, ombreggiando le acque e determinano un habitat rifugio per la fauna, determinando in generale un ambiente più produttivo di quelli circostanti.

In allegato viene riportato l'elenco floristico delle specie rinvenibili nell'area di Bunnari. L'elenco non segue un ordine sistematico ma un ordine alfabetico per famiglie, per semplificarne la lettura; inoltre la nomenclatura utilizzata è quella della *Checklist 2018, in Bartolucci & al., Galasso & al. e aggiornamenti*, che propone un ammodernamento della nomenclatura, che potremmo definire tradizionale, a seguito di nuove e migliorate indagini filogenetiche. Le specie in grassetto sono quelle che da bibliografia e da portale riportano toponimo "Bunnari"; l'elenco riporta inoltre i luoghi dove è possibile osservare le specie: macchia, zone ruderali, prato, zone umide, ecc.

3.2 CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA E USO DEL SUOLO

Per la caratterizzazione pedologica dell'area interessata dal progetto si è fatto riferimento alla “Carta dei suoli della Sardegna” a cura di Aru, Baldaccini, Delogu, Dessena, Madrau, Melis, Vacca A., Vacca S., 1991, con due sistemi di classificazione: la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1988) e lo schema FAO (1989).

Nell'area di intervento si riscontra l'unità cartografica D13 e D15, appartenenti ai “paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del Cenozoico e loro depositi di versante colluviale.

- D13 – D15: Rock Outcrop, Lithic Xerorthents (U.S.D.A. Soil Taxonomy – 1988); Rock Outcrop, Eutric e Lithic Leptosols (F.A.O – 1988);

In generale si tratta di suoli acidi con profondità compresa tra 25 e 50 cm e affioramenti rocciosi.

È plausibile affermare che la flora in quest'area è acidofila, e di questa considerazione si dovrà tenere conto nella scelta delle specie per le opere di rinverdimento.

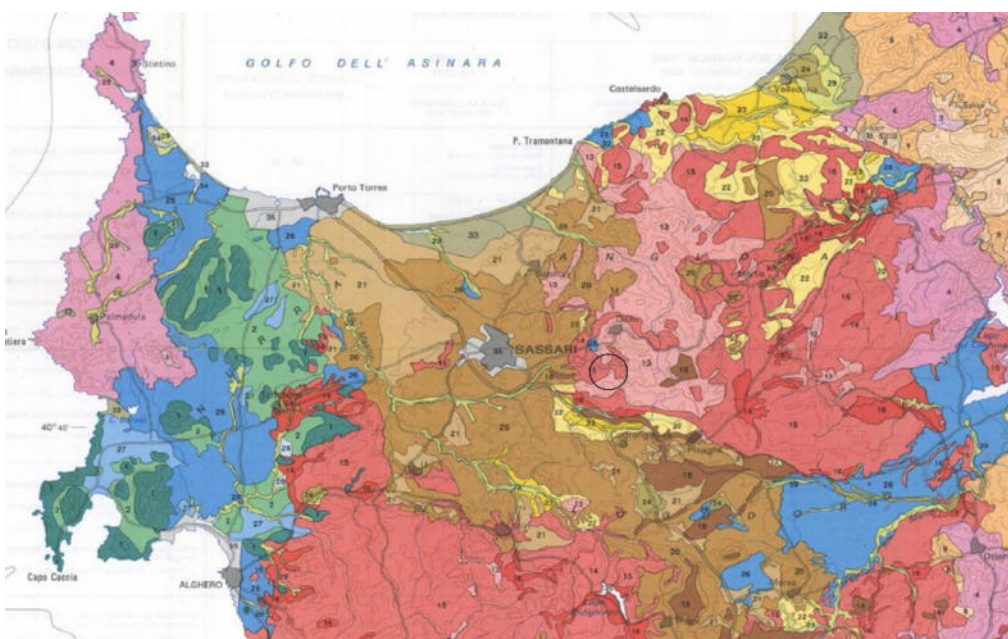


Figura 19 Carta dei suoli della Sardegna.

Il territorio è caratterizzato da un ambiente tipicamente collinare. La superficie su cui ricade l'intervento è compresa del distretto 03 - *Anglona*, individuato dal Piano Forestale Ambientale Regionale a cura della RAS.

Tale area ha un'alta valenza ambientale per la caratterizzazione dei suoli forestali e per la presenza di specie arboree autoctone. Il territorio infatti presenta ampi spazi occupati da bosco, in prevalenza di conifere e latifoglie, e macchia mediterranea bassa. Il territorio è descritto sinteticamente nella carta dell'uso del suolo di seguito riportata, in cui sono individuabili otto sistemi chiave:

Aree a ricolonizzazione naturale; Bacini artificiali; Boschi misti di conifere e latifoglie; Bosco di latifoglie; Fabbricati rurali; Macchia mediterranea; Seminativi in aree non irrigue.

Nel caso specifico dell'area di progetto sono necessarie delle considerazioni:

La carta dell'uso suolo riporta per l'area di progetto la denominazione "Bacini Artificiali", denominazione giustificata dal fatto che probabilmente, durante la realizzazione di tale carta erano ancora attivi sia il lago di Bunnari che la diga di Bunnaari basso, e che quindi l'area fosse soggetta ad allagamenti.

Attualmente però del lago di Bunnari rimane solo il perimetro e la nominazione sulle varie carte, a livello di uso suolo per quest'area sarebbe più corretto parlare di "Aree a vegetazione arborea ed arbustiva in evoluzione" ossia *vegetazione arbustiva o erbacea con alberi sparsi. Formazioni che possono derivare dalla degradazione della foresta o da una rinnovazione della stessa per ricolonizzazione di aree non forestali*, in quanto a seguito dello svuotamento del bacino, la vegetazione ha ripreso a rigenerarsi e a colonizzare l'area una volta sommersa.

Si vedano di seguito i confronti con la situazione 2004, 2014, 2022, la carta dell'uso suolo della regione Sardegna del 2008 (Sardegna Mappe) e la rielaborazione proposta a seguito delle considerazioni fatte.



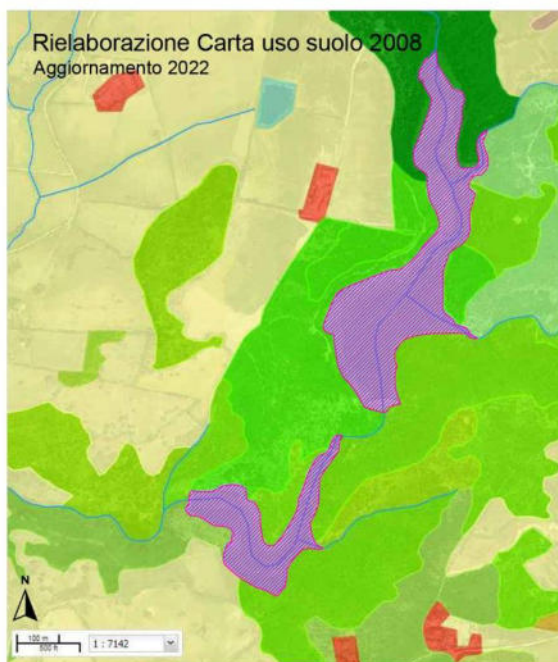
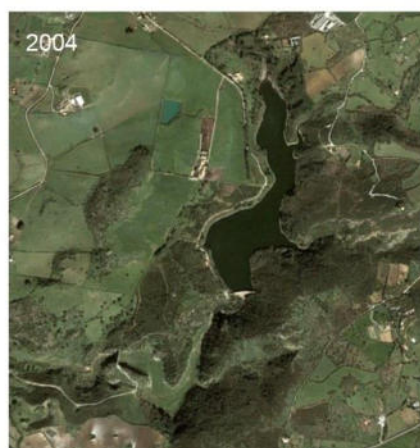
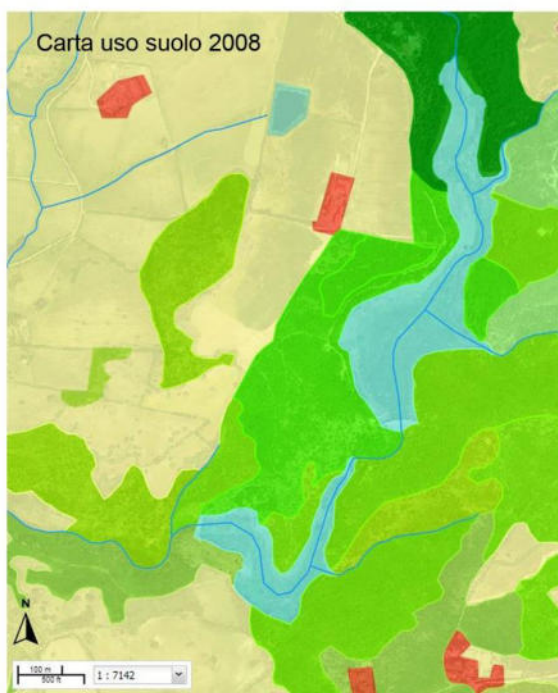
COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R001_1 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE



- Seminaativi in aree non irrigue
- Fabbricati rurali
- Bacini artificiali
- Macchia Mediterranea
- Aree a ricolonizzazione naturalee
- Bosco di latifoglie
- Aree a vegetazione sclerofilla
- Bosco di conifere
- Aree a vegetazione arborea ed arbustiva in evoluzione

MANDATARIA:

MANDANTI:

32

Lombardi
Lombardi Ingegneria S.r.l.

TECNEPAC

Metassociati
architettura ingegneria urbanistica

Lombardi
Lombardi SA Ingegneri Consulenti

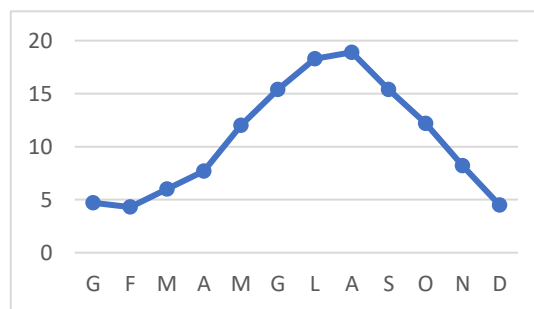
ARCHEOLOGO
N. FADDA

3.3 SITUAZIONE ATTUALE DEI FATTORI CLIMATICI

Per definire la situazione climatica del territorio, sono stati utilizzati i dati raccolti dalle stazioni di monitoraggio dell'ARPAS relativi alle temperature (anni 1990-2021), alle precipitazioni (anni 1990-2021) e alle condizioni idrometriche (anni 1974-1980). La media delle temperature minime mensili nel trentennio 1981-2010 è compresa tra i 4.3°C e i 18.9°C, mentre per quanto riguarda l'ultimo anno 2021, la temperatura media minima mensile registrata è di 10.2°C nel mese di gennaio.

Climatologia della Sardegna - Trentennio 1981-2010 - Temperatura minima - ARPAS

Stazione Osilo
Provincia Sassari
Quota m s.l.m. 650
Utm EST 472244
Utm NORD 4510419
Distanza mare (m) 12902
Classe B



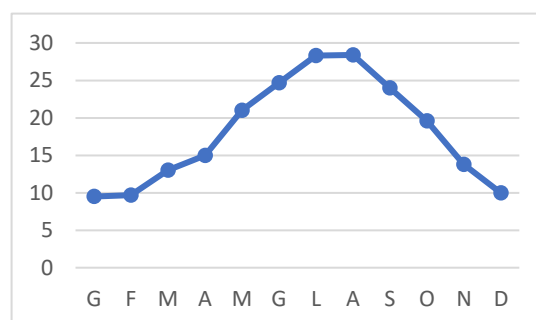
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media annuale
Media	4,7	4,3	6	7,7	12	15,4	18,3	18,9	15,4	12,2	8,2	4,5	10,7

Figura 20 Climatologia della Sardegna - Trentennio 1981-2010 - Temperatura minima. Fonte: ARPAS, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna, <https://arpas.maps.arcgis.com>

La media delle temperature massime mensili nel trentennio 1981-2010 è compresa tra i 9.5°C e i 28.4°C, per quanto riguarda l'ultimo anno trascorso la temperatura media massima mensile registrata raggiunge i 27.7°C nel mese di luglio.

Climatologia della Sardegna - Trentennio 1981-2010 - Temperatura massima

Stazione Osilo
Provincia Sassari
Quota m s.l.m. 650
Utm EST 472244
Utm NORD 4510419
Distanza mare (m) 12902
Classe B



	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	media annuale
Media	9,5	9,7	13	15	21	24,7	28,3	28,4	24	19,6	13,8	10	18,1

Figura 21 Climatologia della Sardegna - Trentennio 1981-2010 - Temperatura minima. Fonte :ARPAS, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna, <https://arpas.maps.arcgis.com/>

A partire dall'anno 2015, l'ARPAS ha acquisito la responsabilità della pubblicazione degli Annali Idrologici della Regione Sardegna, di seguito l'analisi dei dati idrometrici, pluviometrici e termometrici pubblicati per la stazione termo-pluviometrica di Osilo e la stazione idrometrica Riu Mannu di Porto Torres.

IDROMETRIA MEDIA MENSILE ANNI 1974 - 1980

ANNI	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Totali
1974	20	25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	245
1975	25	33	56	41	30	19	3	3	10	19	40	37	316
1976	28	55	46	37	31	22	19	9	16	34	79	57	433
1977	53	62	31	26	19	17	4	-2	4	20	25	38	297
1980	43	30	30	28	42	27	26	21	19	39			305
MEDIA	33,80	41,00	36,60	30,40	28,40	21,00	14,40	10,20	13,80	26,40	41,00	38,00	

MESI	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Media	33,80	41,00	36,60	30,40	28,40	21,00	14,40	10,20	13,80	26,40	41,00	38,00

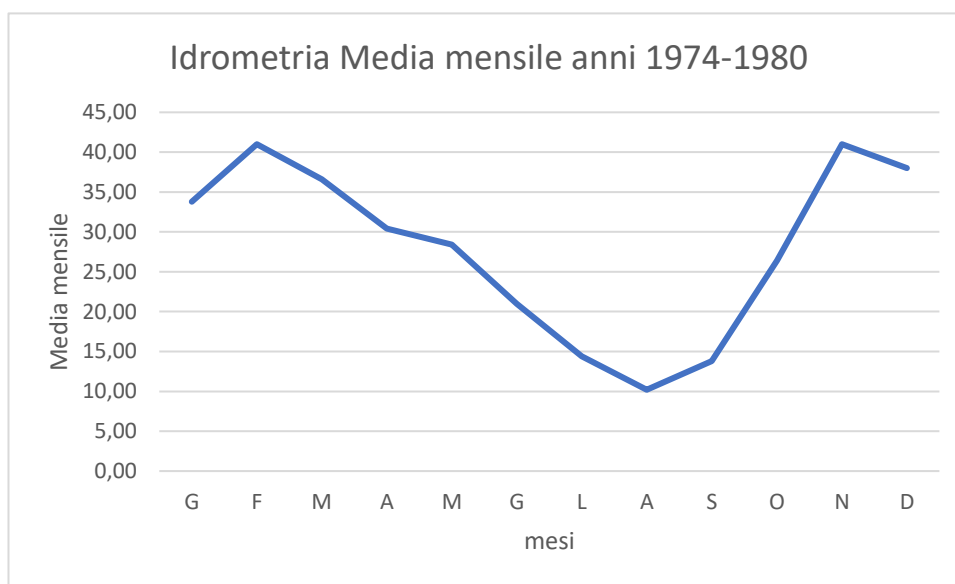


Figura 22. Idrometria media mensile per la stazione di Osilo, anni 1974-1980. Fonte: ARPAS

La misura idrometrica si riferisce all'altezza della colonna d'acqua (in metri) al di sopra di un determinato riferimento. Tale riferimento è solitamente lo "zero dell'asta idrometrica di stazione". Il valore assoluto della misura idrometrica non rappresenta quindi l'altezza dell'acqua rispetto al fondo del corso d'acqua. Le stazioni idrometriche presentano valori critici anche molto differenti e altezze d'acqua simili possono avere diverso significato.

STAZIONE TELEIDROMETRICA RIU MANNU DI PORTO TORRES A PONTE MULINU (USINI)

Riferimenti Sito	Coordinate		H s.l.m.
Ponte sul Rio Mannu al Km14+800 della S.P. 28 Loc.Ponte Molinu Usini (SS)	EPSG 4326 WGS84: Long; Lat;	8°32'25.7"; 40°38'35.8"	87.79 m
	EPSG 32632 WGS84: X; Y	461145.34; 4499260.23;	
Zona Allerta: Sard-G-Logudoro	Bacino Idrografico Mannu di Porto Torres.		



Figura 24. Localizzazione della stazione teleidrometrica Riu Mannu di Porto Torres a Ponte Mulinu (Usini).

Fonte: ARPAS dati pluviometrici

I dati termoidrometrici vengono registrati nella stazione pluviometrica in telemisura di Osilo, in particolare i valori legati alle temperature e alle precipitazioni in una fascia temporale che va dal 1990 al 2021.

TEMPERATURE MEDIE MENSILI ANNI 1989 - 2002

ANNI	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
1990	7,1	8	11,5	10,4	15,5	18,6	23,1	23,1	18,6	14,9	10,9	9,7
1991	7,5	8,9	10,2	10,1	15,8	19,3	22,9	22,7	19,2	16,4	10,6	7,8
1992	7,3	8,2	10,6	10	14,6	18,8	22,9	23,2	19,9	15,8	10,4	7,3
1993	7,4	7,8	10,3	10,4	15,4	18,5	22,7	23,6	19,9	15,2	11,1	7,6
1994	7,3	7,6	9,9	10,6	15,7	18,8	22,6	23,7	19,8	15,5	10,9	7,7
1995	7,4	7,6	10,2	10,3	16	19,1	22,9	24,1	19,9	15,6	11,5	8,1
1996	7,7	7,7	9,8	10,5	15,9	18,8	23	23,7	19,5	15,8	11,4	8,1
1997	7,8	7,4	9,5	10,6	15,7	18,8	22,9	23,5	19,1	15,5	11,3	8,1
1998	7,9	7,5	9,5	10,5	15,9	19	22,6	23,4	19,2	15,6	11,2	8,1
1999	7,9	7,6	9,4	10,6	15,9	19	22,6	23,4	19,2	15,4	11	8
2000	7,9	7,4	9,5	10,6	16,2	19,1	22,6	23,6	19,4	15,6	10,9	7,9
2002	7,8	7,5	9,6	10,9	16,4	19,2	22,7	23,7	19,4	15,6	11	7,9
2020	7,7	8,5	8,2	12,5	16,5	18,4	23,3	23,3	18,4	12,9	11,8	7,2
2021	10,2	10,9	10,9	12,9	16,4	22,4	24,7	24,5	23	17,5	13,8	11
Media	7,78	8,04	9,94	17,46	15,85	19,13	22,96	23,54	19,61	15,52	11,27	8,18

ANNI	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Media	7,78	8,04	9,94	17,46	15,85	19,13	22,96	23,54	19,61	15,52	11,27	8,18

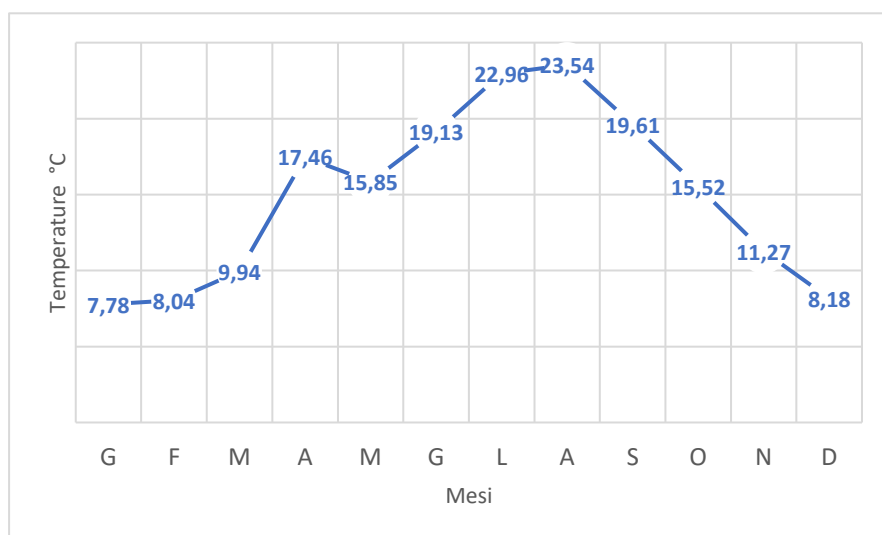


Figura 25. Temperatura media mensile per la stazione di Osilo, anni 1990-2021. Fonte: ARPAS



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

**DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE
DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE**

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R001_1 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

PLUVIOMETRIA MEDIA MENSILE ANNI 1990 - 2021

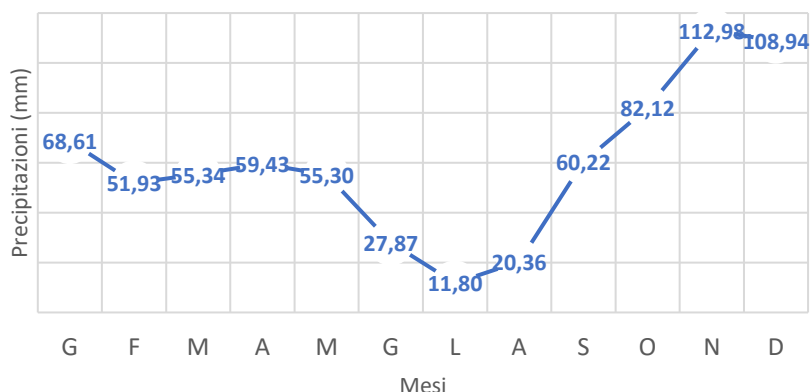
ANNI	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Totali
1990	24	12,6	41,8	81,6	17,2	13,4	0,4	32	7,2	147	116,2	92	585,4
1991	44	41,2	52,8	73,6	89,4	1,8	2,4	3	99,8	169,2	112,4	2,8	692,4
1992	127	13,6	41,6	60,6	54,8	48,2	10,4	2	12,6	245,8	41,4	110	768
1993	2	34,2	69,6	73	79,8	8,6	1,6	12,2	74,2	136,2	95,4	133	719,8
1994	94,4	52,8	0,8	43	26,4	35,6			100,4	42,2	81,8	110,6	588
1995	16	13,2	83,4	101,6	53,4	36	6	34,8	99,6	0,8	99	112,2	656
1996	43,6	125,8	112,6	63,2	89,8	79,6	6,6	1,4	74,6	61,8	127,8	144	930,8
1997	58,8	18,2	16	52	67,4	21		17,2	23,2	62,4	142	62,2	540,4
1998	40	29	63,8	99,6	35	1,8		5,6	62,8	156,4	42,2	115	651,2
1999	30,8	38,2	62,4	75,4	31,4	0,4		0,8	95,8	100	106,4	60,8	602,4
2000	42,4	3,4	21	45,6	24,6	85,2	18,2	3,2	71,8	118,6	220,6	174,4	829
2001	169,6	53	36	17,4	35,2	1,8	4,6		27	14,2	86	50,8	495,6
2002	29,2	51,4	10,2	115,4	50,2	57	39,2	140,3	59,9	82	154,9	137,1	926,8
2003	119,4	58,4	19,6	22,6	22,6	3		0,8	57,8	184,4	158	103	749,6
2004	81	44,2	44,4	102,4	121,4	8,7	0,4	10,6	27	101,6	115,2	210,1	867
2005	58	64,5	39,5	103	39,5	1,2		20,8	45,1	30,8	145	106,3	653,7
2006	47,6	56,8	90,4	8,8	0,4	11	2,4	6	154,2	25,8	35,6	99,4	538,4
2007	18,4	166,2	72	104,5	104,7	27,5	8,6	23,1	16	60	88	78,2	767,2
2008	102,7	26,5	103	33,7	128,1	30,6			42,6	101	122,8	160,4	851,4
2009	147,2	47,4	46,8	98,8	8	48			80,2	34,2	84,2	127,6	722,4
2010	144,2	65	75,8	36	60	92,2		1	5,4	94,2	260	120,8	954,6
2011	78,8	33,8	67,4	46,4	5,6	27,8	48		31,8	13,8	103	121	577,4
2016	54,6	143,2	105,4	16,4	46,4	3,8	25,4	0,2	63,2	14,2	71,6	34,6	579
2017	75,6	59	19,4	18,6	4	28,4	12,6		46,2	5	110,4	124,4	503,6
2018	31	94	96	28,4	210,2	41		85,8	51,8	80	151	56,6	925,8
2020	23,6	2,6	53	48	36,6	27,4		26,2	173	113,4	49,2	185,6	738,6
2021	148,6	53,8	49,6	35	51	11,6	2	0,6	22,8	22,2	130,4	108,6	636,2
MEDIA	68,61	51,93	55,34	59,43	55,30	27,87	11,80	20,36	60,22	82,12	112,98	108,94	

MESI	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Media	68,61	51,93	55,34	59,43	55,30	27,87	11,80	20,36	60,22	82,12	112,98	108,94

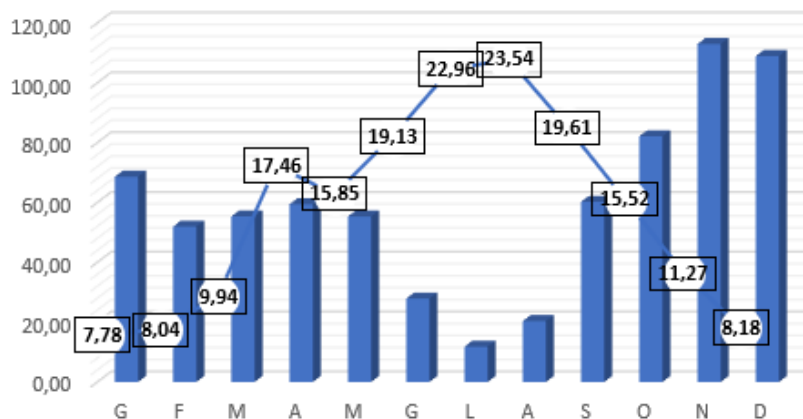
MANDATARIA:

MANDANTI:

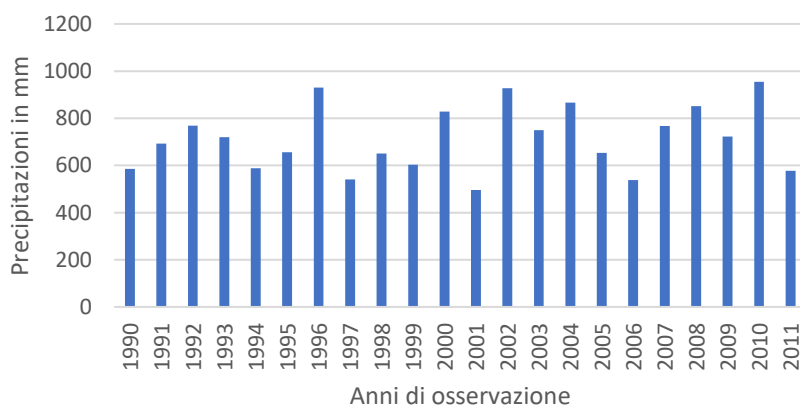
PRECIPITAZIONI MEDIE ANNI 1990 - 2011



Rapporto temperature-pluviometria anni 1990-2021



Precipitazioni medie Annuali - 1990 - 2021



A partire dai dati interpolati di temperatura e precipitazione mensile, secondo gli studi per lo sviluppo della climatologia sul trentennio 1981-2010 con integrazione al decennio 2011-2020, sono stati calcolati diversi indici derivati, tra i quali:

- Evapotraspirazione di riferimento mensile e annuale;
- Bilancio idroclimatico, espresso come differenza tra piogge ed evapotraspirazione, anche questo a scala mensile e annuale;
- Somme termiche rispetto alle soglie 0°C, 5°C e 10°C, a scala mensile e aggregate su diversi periodi dell'anno.

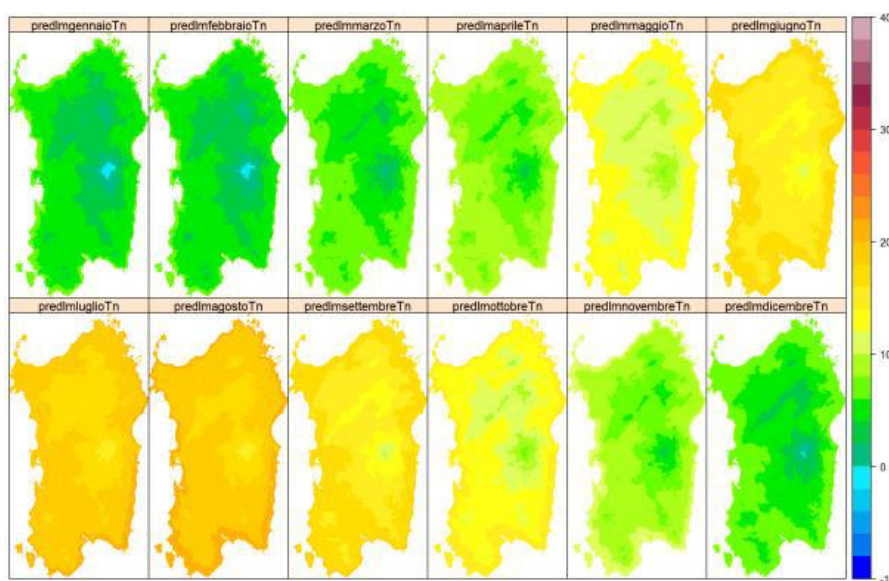


Figura 26. Interpolazione spaziale delle temperature minime mensili col metodo della regressione multipla. Fonte: ARPAS, 2021

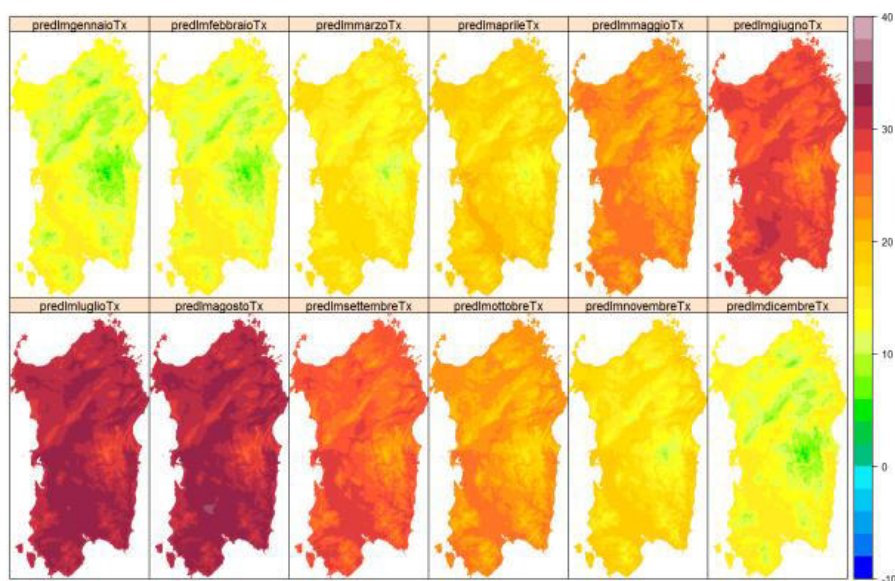


Figura 27. Interpolazione spaziale delle temperature massime mensili col metodo della Regressione multipla. Fonte: ARPAS, 2021

Dall'analisi dei dati delle singole serie storiche, nell'ultimo trentennio, è stato possibile riportare una rappresentazione statistica dei valori climatologici che riguardano le temperature minime, temperature massime e precipitazioni, pur a livello regionale, dal 1991 al 2020.

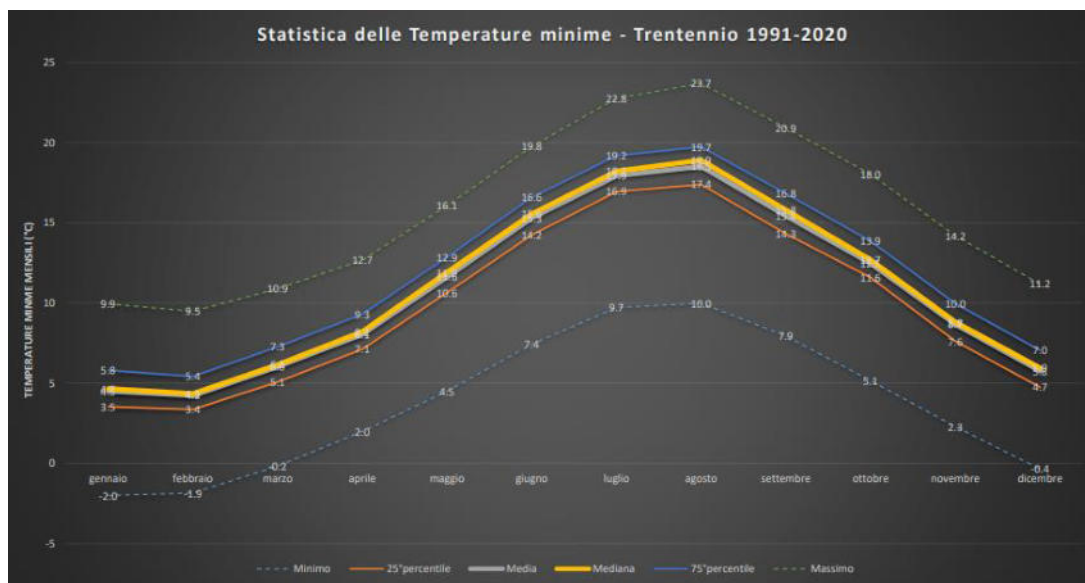


Figura 28. Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature minime (°C). Fonte: ARPAS, 2021

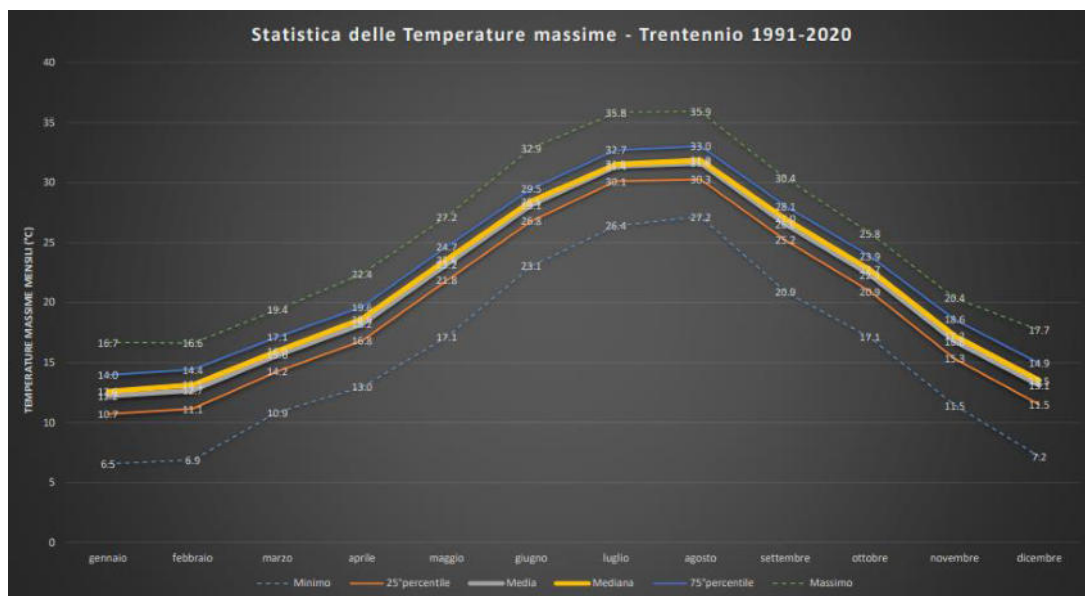


Figura 29. Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature massime (°C). Fonte: ARPAS, 2021

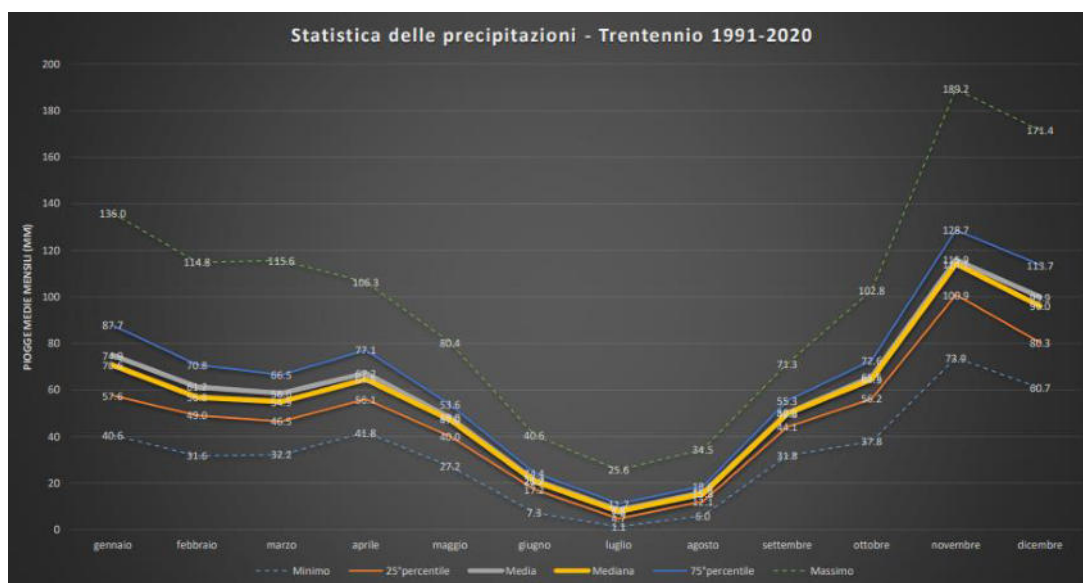


Figura 30. Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle precipitazioni (mm). Fonte: ARPAS, 2021.

Per quanto riguarda la velocità media annua del vento onshore (direzione perfettamente perpendicolare alla linea della costa dal mare verso terra), a 50 metri sopra il livello del terreno abbiamo una velocità media annua di 5-6 m/s, a 75 m s.l.t. tra 5-6 m/s e 6-7 m/s, a 125 m s.l.t. di 6-7 m/s e infine a 150 m s.l.t. una velocità media annua di 6-7 m/s, come illustrato nelle immagini dell'Atlante Eolico dell'RSE.

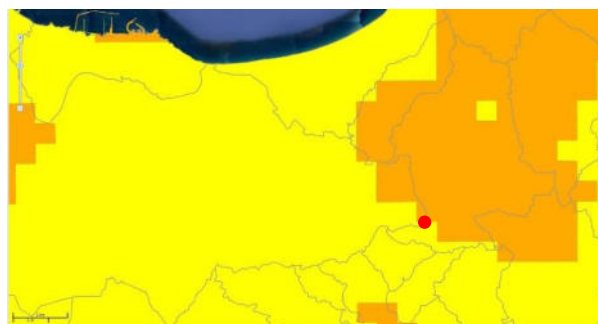
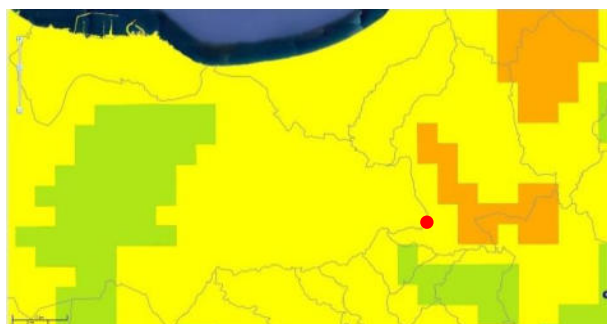


Figura 31. 50 e 75 m s.l.t.

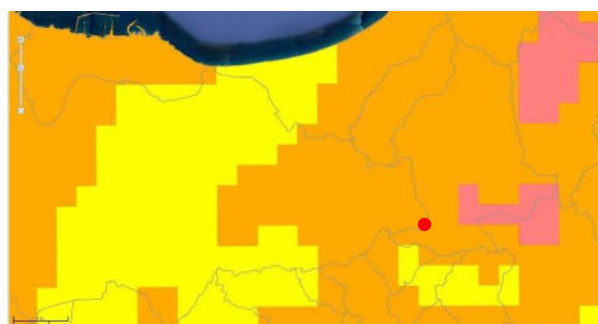
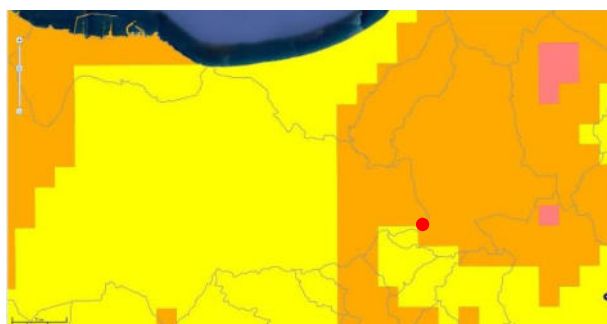


Figura 32. 100 e 125 m s.l.t.

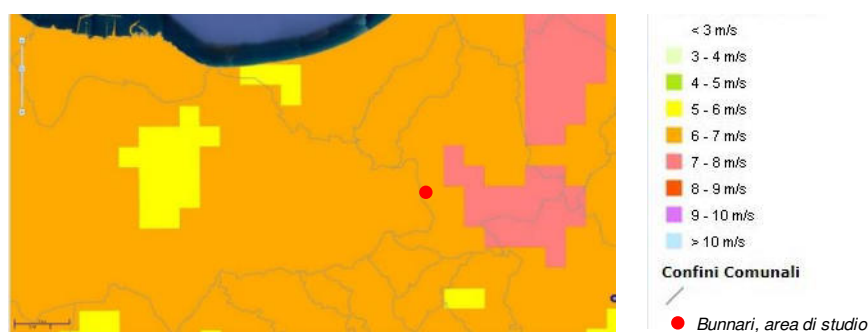


Figura 33. 150 m s.l.t.

La Carta Bioclimatica della Sardegna è stata ottenuta attraverso la sovrapposizione spaziale tra i dati medi mensili della temperature minima, massima e media relativi a 68 stazioni termopluviometriche, dati medi mensili di precipitazione relativi a 203 stazioni pluviometriche. L'arco temporale a cui fanno riferimento è il trentennio 1971-2000. L'analisi bioclimatica del territorio regionale è stata effettuata seguendo il modello bioclimatico denominato "Worldwide Bioclimatic Classification System" (WBCS), (Rivas-Martinez, 2011). Si tratta di una classificazione numerica che mette in relazione le grandezze numeriche dei fattori climatici (temperatura e precipitazione) con gli areali di distribuzione delle piante e delle comunità vegetali, allo scopo di comprendere le influenze del clima sulla distribuzione delle popolazioni e delle biocenosi. È impostata su un sistema gerarchico che comprende 5 macrocategorie climatiche definite Macrobioclimi, che a loro volta si dividono in 27 unità tassonomiche di rango inferiore definite Bioclimi. I Bioclimi sono, a loro volta, ulteriormente suddivisi sulla base delle variazioni nei ritmi stagionali della temperatura e delle precipitazioni attraverso l'utilizzo di indici termotipici, ombrotipici e di continentalità. La classificazione bioclimatica di Rivas-Martinez, consente, attraverso la determinazione di una serie di indici calcolati in base ai dati termici e pluviometrici, di definire il clima di una specifica area geografica e, conseguentemente, individuare le principali caratteristiche in termini di fisionomia generale della vegetazione potenziale e reale del luogo. L'obiettivo di tale modello è arrivare all'identificazione degli isobioclimi costituiti da un'unità bioclimatica formata da un Bioclima, un Termotipo e un Ombrotipo (Rivas-Martinez, 2008). Il risultato finale e principale di questo studio è la Carta Bioclimatica della Sardegna, riferita ad un arco temporale recente e sufficientemente lungo da caratterizzare in modo realistico il rapporto tra clima e vegetazione attuale (1971-2000). La mappa degli Isobioclimi, rappresenta l'elaborazione finale in cui tutte le informazioni relative ai singoli indici vengono considerate nel loro insieme per ogni singola area omogenea (Figura 18. Carta Bioclimatica della Sardegna). La mappa è stata ottenuta attraverso un overlay spaziale tra i diversi layers relativi ai Macrobioclima, Piani Fitoclimatici, Indice Ombrotermico e Indice di Continentalità. L'overlay spaziale ha generato un nuovo strato informativo che presenta tutte le combinazioni possibili dei valori relativi agli indici bioclimatici di input, per cui ciascun poligono generato dall'overlay è caratterizzato da più aspetti bioclimatici, quali, primo fra tutti, il tipo di macrobioclima, seguito dal piano fitoclimatico, dall'ombrotipo e dalla continentalità (Figura 19).



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R001_1 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

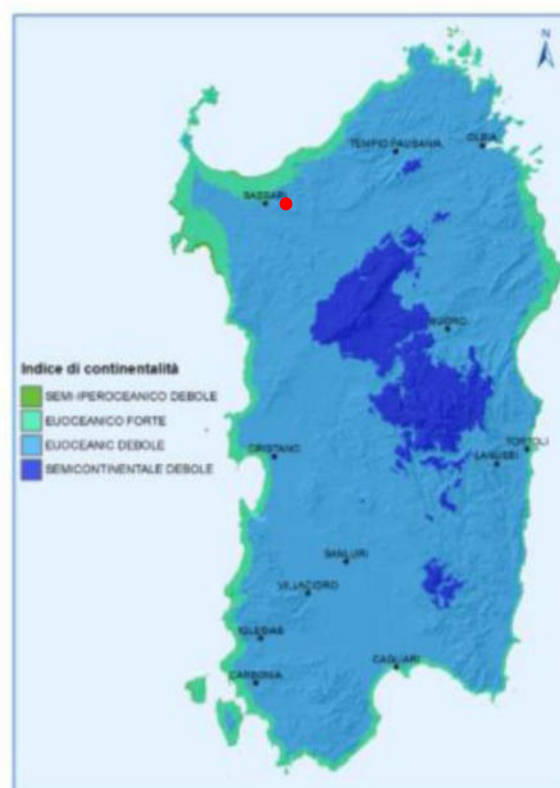
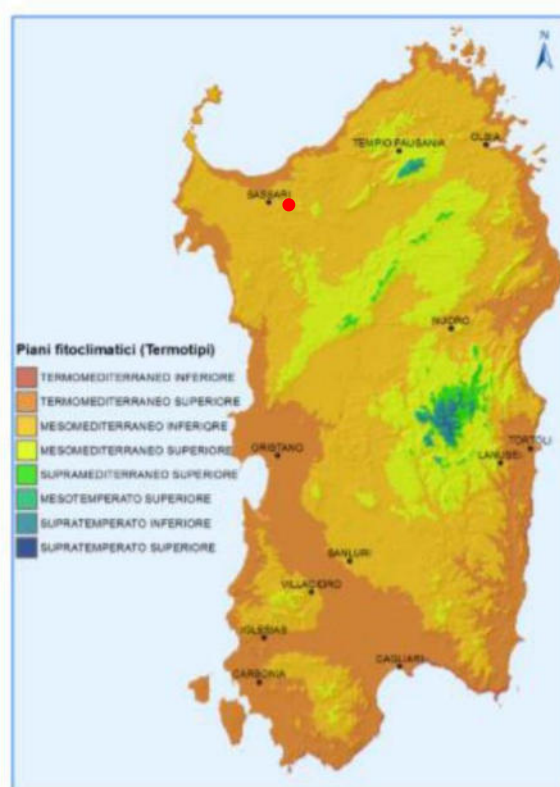
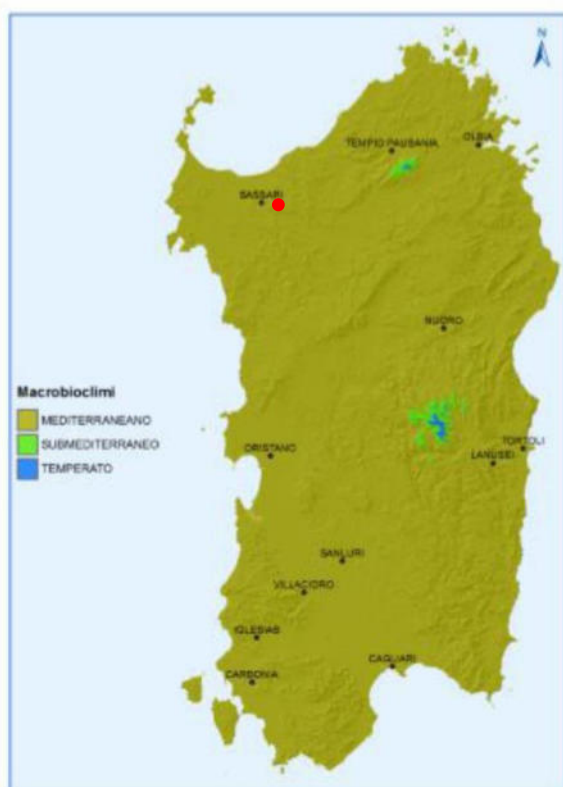


Figura 34 Indici Bioclimatici. - Carta Bioclimatica della Sardegna. Fonte: ARPAS, 2014

MANDATARIA:

MANDANTI:

43

Lombardi
Lombardi Ingegneria S.r.l.

TECNOLOGIA

Metassociati
architettura ingegneria urbanistica

Lombardi
Lombardi SA Ingegneri Consulenti

ARCHEOLOGO
N. FADDA



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R001_1 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

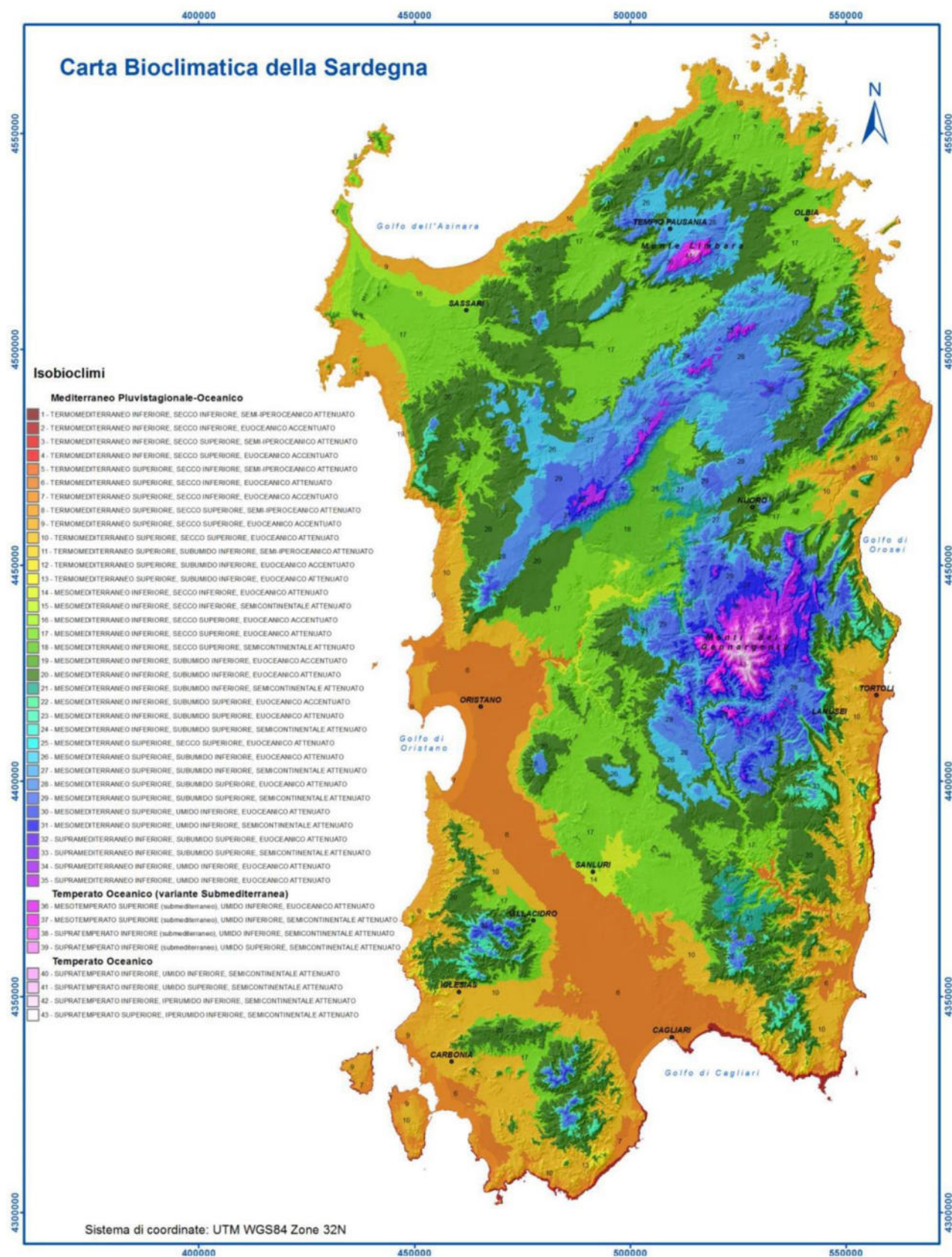


Figura 35. Carta Bioclimatica della Sardegna. Fonte: ARPAS, 2014

MANDATARIA:

MANDANTI:

44

Lombardi
Lombardi Ingegneria S.r.l.

TECENITAL

Metassociati
architettura ingegneria urbanistica

Lombardi
Lombardi SA Ingegneri Consulenti

ARCHEOLOGO
N. FADDA



Figura 36. Carta Bioclimatica della Sardegna, in rosso l'area di studio

Il territorio in esame ricade all'interno delle classi isobioclimatiche 17 e 20, che corrispondono rispettivamente a *mesomediterraneo inferiore, secco superiore, euoceanico attenuato* e *mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico attenuato*.

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1 LE OPERE IN PROGETTO

L'intervento oggetto del progetto è teso a porre in sicurezza la diga di Bunnari Bassa: la programmazione degli interventi è infatti direzionata a riattivare l'invaso di Bunnari Alta, quest'ultima, tuttavia, non oggetto del presente lavoro. L'eventuale re-invaso di Bunnari Alta richiede che siano svolti tutti i lavori propedeutici alla messa in sicurezza della Diga Bassa, oggetto del presente lavoro.

Elemento caratterizzante l'intervento è la realizzazione di una galleria idraulica, con le relative opere di presa e della vasca di dissipazione a valle. Altri elementi significativi sono la realizzazione di un argine di ritenuta e

la stabilizzazione di alcune scarpate. Si prevede infine il restauro di alcuni manufatti storici a corredo dello sbarramento e la demolizione di alcune vasche interrato e di una cabina di trasformazione.

Per preservare l'integrità della diga di Bunnari Basso si prevede la realizzazione di una galleria idraulica dimensionata per il picco di portata dell'evento millenario $Tr=1000$, pari a $Q=194.47 \text{ m}^3/\text{s}$.

La galleria idraulica, a forma di ferro di cavallo e di diametro interno idraulico di 5,5 m, si svilupperà per ca. 150 m interamente in roccia. Lo scavo sarà realizzato adoperando le tecniche classiche di scavo in tradizionale con esplosivi, martellone e scavatore, in funzione della qualità della roccia. La messa in sicurezza dello scavo all'avanzamento del fronte verrà eseguita con chiodatura radiale e spritz-beton della volta se la roccia è di buona qualità, ovvero con centine metalliche e spritz-beton se la roccia si presenta fratturata. La galleria sarà interamente rivestita a fine scavo con un rivestimento di calcestruzzo.

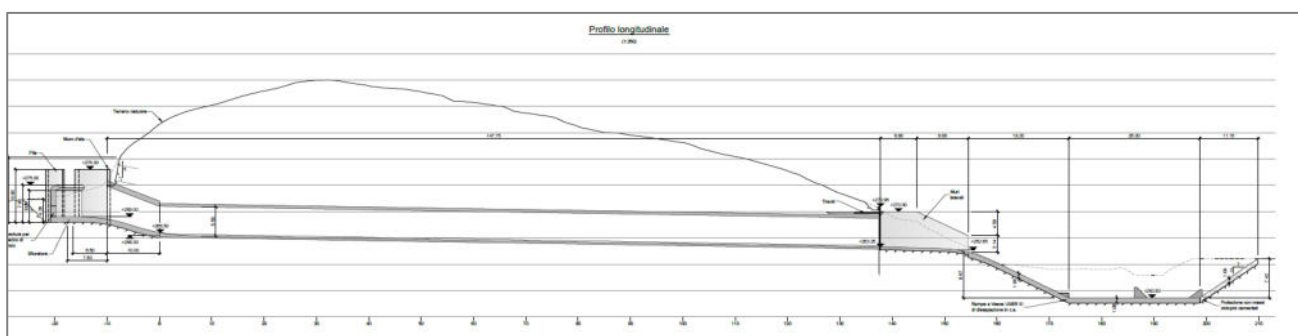


Figura 37 – Profilo longitudinale della galleria di diversione, con imbocco (qui visibile in sinistra) e uscita nel bacino di smorzamento (qui visibile in destra)

L'imbocco in galleria lato monte potrà essere realizzato semplicemente previa messa in sicurezza della parete rocciosa d'imbocco con chiodatura e posa di reti paramassi. Lo sbocco invece richiederà verosimilmente la realizzazione di una berlinese tirantata, interessando probabilmente qualche detrito di versante al piede del pendio.

L'opera di captazione sarà costituita da un manufatto in c.a. con un muro di stramazzo superiore sagomato a Scimemi-Creager, che si svilupperà in 3 settori intervallati da n. 2 pile intermedie e contenuti da n. 2 muri laterali. Questa geometria creerà a valle dello sfioro una vasca di carico, che convoglierà l'acqua in galleria tramite uno scivolo di raccordo.

La vasca precede uno scivolo ($\Delta H=3\text{m}$) che assicura la condizione di corrente critica al suo imbocco e che restringe la larghezza di deflusso da 6.8 m (imbocco) fino a 5.5 m. Segue galleria a sezione corrente a ferro di cavallo, di larghezza pari a 5.5 m, dove la corrente di deflusso si mantiene a regime supercritico.

La dimensione altimetrica e planimetrica dello scivolo scongiura la possibilità di generare rigurgito al livello idraulico dell'invaso che insiste sullo stramazzo di presa. Il raccordo tra la sezione finale dello scivolo e la sezione iniziale della galleria presenta un salto di 0.5 m funzionale a sopperire alle perdite di carico al passaggio tra le due sezioni: la corrente si mantiene pertanto in regime supercritico. L'assetto altimetrico della galleria è tale da assicurare una velocità di deflusso pari a circa 10 m/s e un grado di riempimento non superiore a 70%.

L'opera di presa sarà mitigata grazie alla realizzazione di muri con nucleo in c.a. all'interno di casseri prefabbricati prefiniti con rivestimento in pietra simile a quella presente nei manufatti esistenti; Lo sfioratore sarà rivestito in COR-TEN; le mitigazioni, congiuntamente alle opere a verde, permetteranno di armonizzare l'opera con il contesto ambientale.

L'opera di dissipazione è costituita da una vasca (stilling basin) che presenta un salto idraulico di 9.32 m e un'espansione planimetrica, che conferiscono al deflusso un numero di Froude idoneo per inserire un dissipatore del tipo USBR III. La vasca è poi terminata da un gradino che si raccorda al fondo alveo esistente. La vasca è funzionale a contenere il risalto idraulico, che assicura la dissipazione del carico cinetico in uscita dalla galleria.

Sarà realizzato un argine di ritenuta idraulica di altezza di ca. 8 m, con pendenza dei paramenti di valle e di monte pari a 1 (V): 1,6 (H). Il corpo dell'argine sarà formato da un rilevato in materiale tout-venant proveniente dagli scavi della galleria, dei suoi imbocchi e della vasca di dissipazioni; un nucleo centrale in materiale fino fungerà di barriera impermeabile. **Il paramento di monte sarà protetto da una scogliera con massi ciclopici, mentre quello di valle sarà ricoperto di terreno vegetale e rinverdito tramite idrosemina.**

La stabilizzazione delle pareti rocciose delle sponde sinistra e destra del Bunnari sarà eseguita mediante chiodatura e posa di reti aderenti delle zone instabili. Mirati interventi di disgaggio verranno anche eseguiti per rimuovere blocchi di roccia in equilibrio precario alla sommità dei versanti verticali.

La parete ubicata a sinistra dello sbocco del canale fугatore dello Sfioratore 2 invece è interessata da un dissesto verosimilmente innescato dal piccolo affluente di sinistra idrografica alimentato in passato anche dalle acque provenienti dalla struttura del canale fугatore stesso. Le indagini geognostiche che saranno eseguite prima dell'avvio della progettazione definitiva consentiranno di definire l'estensione areale esatta del dissesto e la sua profondità. Si prevede comunque fin da ora di procedere ad un rimodellamento della parete con alternanza di berme e scarpate, stabilizzate con tirantatura e drenaggio del versante. **Le scarpate saranno protette da geostuoia e rinverdate con idrosemina secondo la tecnica dei Prati Armati. Delle specie arbustive saranno piantate lungo le berme per un reinserimento completo dell'intervento nel paesaggio in loco.**

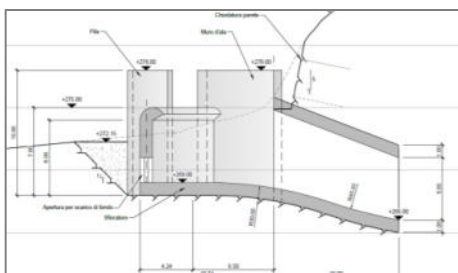


Figura 38 – Sezione dell'opera di captazione

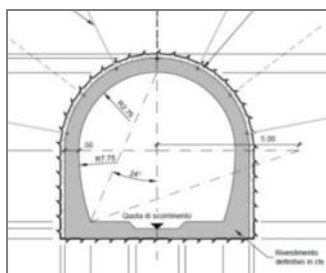


Figura 39 – Sezione trasversale della galleria

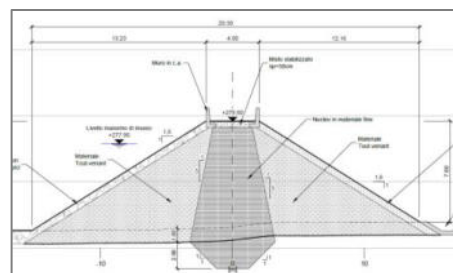


Figura 40 – Sezione trasversale dell'argine di ritenuta

I manufatti storici presenti all'interno dell'area di progetto saranno oggetto di un accurato intervento di restauro volto alla conservazione filologica degli stessi, al fine di preservarne l'integrità.

4.2 CANTIERIZZAZIONE

Gli apprestamenti di cantiere sono funzionali a garantire:

- La presenza di adeguate aree per la logistica di cantiere e per le lavorazioni
- l'accesso a tutte le aree di lavoro
- la salvaguardia delle matrici ambientali in funzione delle lavorazioni eseguite.

Le aree di cantiere sono rappresentate in Figura 42, e possono riconoscersi come:

- (AREA 1) Area logistica di cantiere, posta in fregio al canale fugatore esistente di Bunnari Bassa. L'area è preposta ad ospitare i baraccamenti di cantiere, l'area di ricovero dei mezzi di lavoro, i dispositivi per il lavaggio delle scocche, nonché i container per i rifiuti speciali. La relativa estensione è pari a 2'700 m², che saranno ricoperti con 30 cm di tout-venant e 10 cm superiori di misto granulare stabilizzato (Figura 43, immagine in sinistra). Prima della posa del tout-venant è previsto lo scotico superficiale di circa 40 cm dell'area occupata: il relativo volume, di quantità pari a 1'080 m³, viene temporaneamente abbancato lungo il perimetro dell'area, costituendo un arginello di sezione trapezia, alto 2 m e di base pari a circa 5 m. A conclusione dei lavori, il materiale di pavimentazione in tout-venant e di misto stabilizzato viene rimosso, e viene ripristinato lo stato dei luoghi con la stesa del materiale di scotico precedentemente rimosso, ed allocato a perimetro dell'area
- (AREA 2) Area di lavorazione e deposito temporaneo del materiale di scavo e di demolizione, posta in corrispondenza dell'imbocco della galleria, nel bacino di invaso sotteso dalla diga Bassa. L'area ha estensione pari a 4'400 m², ed è preposta alla lavorazione ed al deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi di galleria e dagli scavi del bacino di smorzamento a valle della galleria. La connessione carrabile tra il bacino di smorzamento e tale area è consentita dal percorso in galleria, reso carrabile a conclusione delle lavorazioni sul tunnel. In Figura 42, la linea verde tratteggiata indica tale percorso di cantiere, utile per il trasporto di tutto il materiale oggetto di scavo all'area di lavoro e di deposito temporaneo all'imbocco galleria. L'area è preposta ad ospitare le lavorazioni di normale pratica industriale sulla roccia di scavo, al fine di approvvigionare materiale per il rivestimento di scogliera e di riempimento; sarà dunque presente un manufatto mobile di frantumazione e vagliatura. L'area viene completamente impermeabilizzata a mezzo di una membrana in HDPE di spessore pari a 2 mm: la membrana viene posata al di sopra di 20 cm di tout-venant e 10 cm di magrone; viene dunque protetta superiormente da calcestruzzo posato in spessore di 10 cm, armato con rete elettrosaldata. L'acqua piovana ricadente sull'area viene intercettata e recapitata a pozzetto di sedimentazione e disoleazione prima dello scarico finale. Prima della realizzazione del pacchetto di pavimentazione, viene asportato uno spessore di 40 cm di terreno a contenuto vegetale, di volume pari a circa 1'760 m³, distribuito lungo il perimetro dell'area secondo una sezione trasversale di tipo trapezio, con base di circa 5 m ed altezza pari a 2 m. A conclusione dei lavori viene completamente

rimosso il pacchetto di pavimentazione, e viene ripristinato lo stato dei luoghi con la stesa del terreno vegetale precedentemente movimentato.

- (AREA 3) Area di cantiere per le lavorazioni sui fabbricati, occupata dai mezzi di lavori impegnati per gli interventi di parziale demolizione sulle superfetazioni di valle diga, in destra idraulica, e per gli interventi di messa in sicurezza del corpo diga. Eventuali volumi provenienti dalle demolizioni vengono depositate nell'immediato negli autocarri di conferimento specifico, senza prevedere in quest'area depositi temporanei. L'area ha estensione pari a circa 1'250 m², e viene rivestita con 30 cm di tout-venant e 10 cm di misto granulare stabilizzato. Come per i casi precedenti, prima della stesa del tout-venant, si provvede alla rimozione del terreno vegetale, per uno spessore di circa 40 m, e per la posa di tale volume (500 m³) nel perimetro d'intorno. A conclusione dei lavori, si provvede al ripristino dello stato dei luoghi, con la rimozione del tout-venant e del misto granulare, e la posa del materiale vegetale abbancato.

Le aree di deposito temporaneo sono concentrate in corrispondenza dell'AREA 2 di cui sopra, interamente impermeabilizzate e perimetrate con cordoli rialzati rispetto al piano carrabile, di modo da assicurare il trattenimento dei materiali e da presidiare le acque di drenaggio in caso di precipitazione. Inoltre, al fine di salvaguardare ulteriormente la qualità delle acque piovane, si predispone la copertura superficiale dei cumuli con telo in HDPE in caso e accadimento meteorico. Tale cautela evita la dispersione per lisciviazione dei nitrati o dei residui di esplosivo, qualora si ricorra ad esplosivo per l'avanzamento nella realizzazione della galleria.

Le piste di cantiere funzionali a consentire l'accesso ai luoghi da parte dei mezzi di cantieri sono rappresentate in Figura 42: trattasi di piste prevalentemente bianche, già percorse attualmente da mezzi, che non necessitano, in prima battuta, di particolari interventi di consolidamento. L'estensione di tali piste è pari complessivamente a circa 2 km. È da porre in evidenza che l'accesso ai mezzi di maggior importanza è da preferire lungo la pista SUD tra quelle tracciate in Figura 42: la pista NORD, infatti, presenta alcuni passaggi con sezione trasversale ristretta, a causa delle condizioni talvolta precarie del versante aggettante. Tale preferenza non limita l'accessibilità ai luoghi di lavoro: dopo la realizzazione della galleria, infatti, il tratto di tunnel diventa percorribile anche agli autocarri, così da connettere direttamente la pista SUD con l'area a valle della diga.

L'allestimento di cantiere non prevede impianti di betonaggio in sito e non prevede impianto di distribuzione dei carburanti. Nel seguito un elenco degli impianti che saranno allestiti:

- Baraccamenti di cantiere in area logistica
- Lavaruote con ciclo idrico integrato, grazie all'installazione di un depuratore e decantatore
- Generatore elettrico, con funzionamento a motore, provvisto di cassa acustica esterna per assicurare bassa emissione sonora
- Impianto di ventilazione per le lavorazioni in galleria

- Sistemi di nebulizzazione per l'abbattimento delle polveri all'imbocco e sbocco della galleria, nonché in corrispondenza dei lavori sulle superfetazioni a valle diga in destra idraulica.

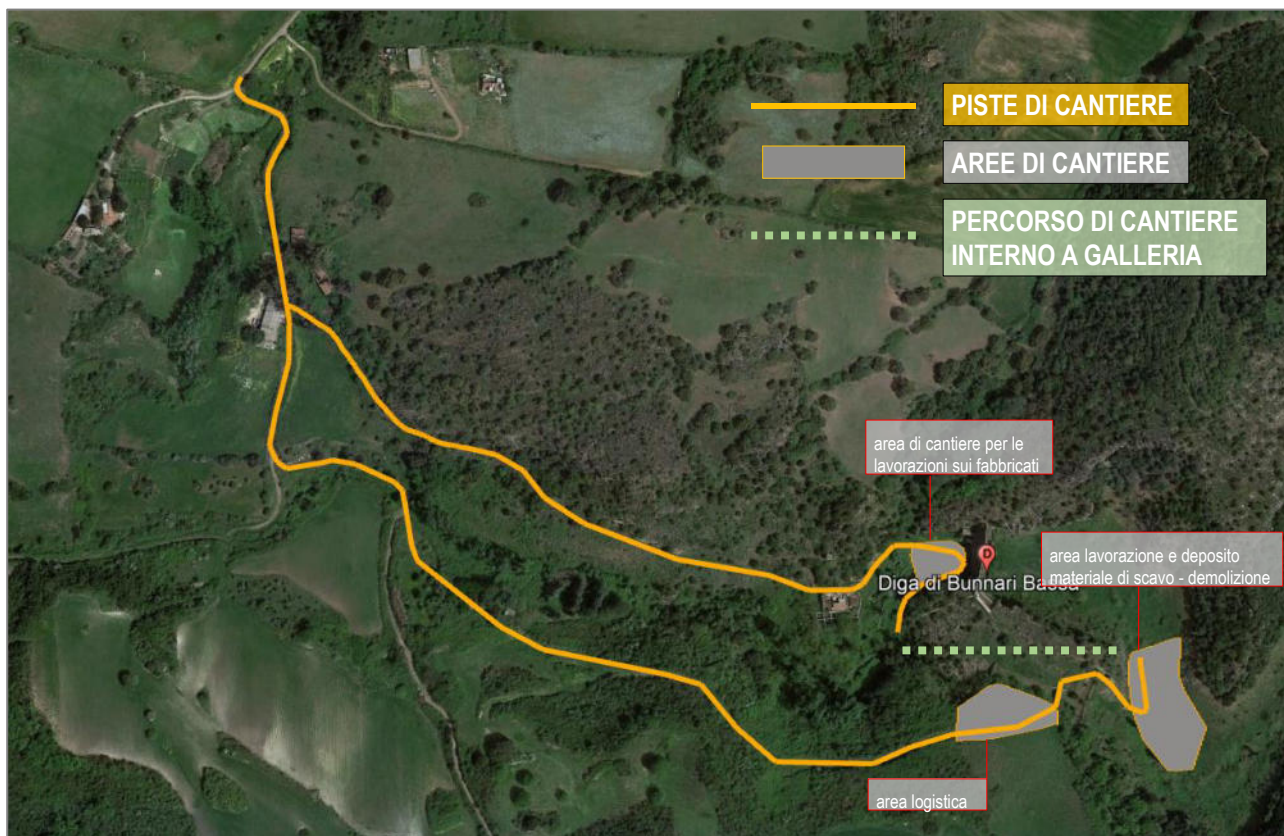


Figura 42 – Stralcio planimetrico con indicazione degli apprestamenti di cantiere

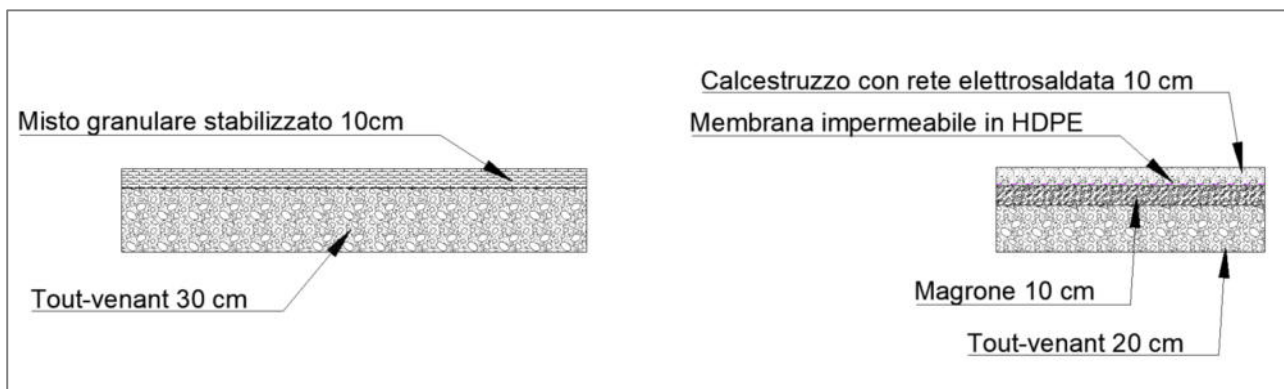


Figura 43 – Sezioni trasversali dei pacchetti planimetrici con indicazione degli apprestamenti di cantiere

4.3 GESTIONE DELLE MATERIE

L'attività di lavoro prevede, in prima fase, l'esecuzione della galleria, considerata come opera primaria e di maggior complessità in fase di cantiere.

In seconda fase si attivano i cantieri relativi all'esecuzione dell'opera di imbocco e dell'opera di dissipazione a valle. Viene lasciato in ultima fase il completamento dell'argine di ritenuta, la cui realizzazione può essere comunque avviata parallelamente alle altre attività, ma completata solo in ultima fase.

Tale schematizzazione delle attività deriva da criteri di convenienza legati alla logistica di cantiere, come l'accessibilità ai luoghi, molto più favorevole per le aree di monte invaso, (all'opera di imbocco del diversivo idraulico) e al ciclo di gestione delle terre e rocce.

A tal proposito, il cantiere è concepito per massimizzare i processi di recupero dei volumi di scavo ed il relativo riutilizzo in cantiere per le opere previste. Nel seguito le macrofasi ad indicazione del ciclo di riutilizzo in sito:

- Vengono allestite le aree di cantiere, previo scotico di almeno 40 cm del materiale superficiale, distribuito perimetralmente a tali aree, e deposto secondo una geometria trasversale trapezia. Tale materiale verrà poi recuperato per la restituzione dei luoghi
- Viene avviato lo scavo della galleria, a partire da monte, ovvero sull'invaso di monte della diga Bassa. Il materiale di esubero derivante dalla realizzazione del tunnel viene stoccato nell'AREA 2 di cui al capitolo precedente. Il materiale, di natura lapidea, viene selezionato e sagomato, eventualmente frantumato e vagliato, pertanto sottoposto ad una normale pratica industriale ai sensi del DPR 120/2017. Viene quindi riutilizzato per le realizzazioni in scogliera e per la costituzione della parte in rockfill dell'argine di ritenuta
- Vengono realizzate le opere di presa e di dissipazione a valle della galleria. Il materiale proveniente da tali scavi viene così gestito:
 - Movimentato e trasportato all'AREA 2 di deposito, già installata per il materiale di scavo della galleria. Il materiale, che dopo i metri di coltre coesivo si presenta ancora di natura lapidea, viene sottoposto ad operazione di normale pratica industriale, prima del riutilizzo per le scogliere o come rockfill per la costituzione dell'argine
 - Il materiale in eccesso viene destinato ad impianti di recupero
- Viene completata l'opera dell'argine di ritenuta: il materiale lapideo in rockfill viene approvvigionato dal riutilizzo del materiale di scavo, mentre il nucleo in argilla viene acquisito da cava
- Vengono svolte le demolizioni sulle superfetazioni a valle diga, in destra idraulica. Il materiale proveniente da demolizione viene direttamente caricato su autocarro ed inviato ad impianto di recupero, senza deposito temporaneo.

Nel seguito i rispettivi bilanci, sviluppati per ciascun corpo d'opera, inclusa le aree di cantiere.

È da evidenziare che il materiale in esubero, non essendo ancora note le risultanze sulle analisi chimico-fisiche, viene cautelativamente assunto che sia destinato ad impianto di recupero. Tale recupero può essere inquadrato nell'ambito normativo di un sottoprodotto: prudenzialmente, tuttavia, si assume per ora che venga inquadrato nell'ambito dei rifiuti inviati a recupero. Qualora saranno note le risultanze chimico-fisiche delle indagini ambientali programmate, si provvederà ad inquadrare con maggior dettaglio l'ambito di destinazione finale.

4.3.1 Aree di cantiere

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano le Aree di cantiere, nel seguito citate:

- Su tutte le aree di cantiere si esegue lo scotico di 40 cm prima della realizzazione dei pacchetti di rivestimento. Lo scotico viene temporaneamente abbancato lungo il perimetro delle aree, e successivamente reimpiegato per il ripristino delle aree
- Il materiale necessario per la costituzione dei pacchetti di pavimentazione sulle aree di cantiere viene approvvigionato da cava, ed a conclusione del cantiere viene movimentato e destinato ad impianto di recupero. Tali quantità corrispondono:
 - Tout-venant e misto granulare – 2460 m3 – CER 17 05 04
 - Magrone e calcestruzzo – 880 m3 – CER 17 01 01.

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m³]
CANTIERIZZAZIONE	AREA 1 Area logistica di cantiere (S=2,700 m2)	Scotico del terreno vegetale sp. 40 cm	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi	1,080.00
		Posa di 30 cm di tout-venant	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	810.00
		Posa di 10 cm di misto granulare stabilizzato	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	270.00
	AREA 2 Area di lavorazione e deposito temporaneo del materiale di scavo e di demolizione (S=4,400 m2)	Scotico del terreno vegetale sp. 40 cm	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi	1,760.00
		Posa di 20 cm di tout-venant	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	880.00
		Posa di 10 cm di magrone	Impianto di betonaggio esterno	Approvvigionamento	Impianto di recupero	440.00
		Posa di 10 cm di c.a.	Impianto di betonaggio esterno	Approvvigionamento	Impianto di recupero	440.00
	AREA 3 Area di cantiere per le lavorazioni sui fabbricati (S=1,250 m2)	Scotico del terreno vegetale sp. 40 cm	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi	500.00
		Posa di 30 cm di tout-venant	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	375.00
		Posa di 10 cm di misto granulare stabilizzato	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	125.00

Il materiale da scavo per il quale è previsto un "Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi" sarà reimpiegato in sito ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dell'art. 24 del DPR 120/17.

La parte di materiale destinato alla predisposizione delle aree di cantiere, sarà inviata ad impianto di recupero rifiuti fuori Sito alla dismissione delle aree. Allo stato attuale della progettazione si prevede una sua gestione come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04.

4.3.2 Argine di ritenuta

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano l'argine di ritenuta, nel seguito citate:

- Sull'area di impronta dell'argine viene eseguito lo scotico dei primi 0.5 m, successivamente impiegati per il rivestimento finale del paramento di valle, inerbito
- Il materiale di costituzione dell'argine si divide in n°2 aliquote:
 - Il materiale granulare, detto rockfill. Tale materiale deriva dallo scavo della galleria e delle opere di presa e di dissipazione. Esso viene lavorato, selezionato, frantumato e vagliato in AREA 2, dove viene temporaneamente depositato prima del riutilizzo per l'argine
 - Il materiale coesivo, impiegato per il nucleo dell'argine. Tale materiale viene prelevato da cava di argilla
- Il materiale di scogliera per il rivestimento del paramento di monte dell'argine, derivato da lavorazione del materiale lapideo di scavo della galleria e del bacino di smorzamento.

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m³]
ARGINE DI RITENUTA	Area di impronta dell'argine (S=900 m²)	Scotico del terreno vegetale e di base	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo per copertura paramento di valle	450.00
	Nucleo interno in materiale coesivo (V=1,400 m³)	Deposito in sito del nucleo in argilla	Cava	Approvvigionamento	Nucleo dell'argine	1,400.00
	Rockfill di costituzione dell'argine (V=2200 m³)	Deposito del rockfill dell'argine	Dallo scavo della galleria	Posa in sito	Costituzione dell'argine	2,200.00
	Scogliera di protezione lato monte	Deposito in sito di pietrame da scogliera	Dallo scavo della galleria e del bacino di smorzamento	Posa in sito	Scogliera di protezione	620.00

4.3.3 Opera di presa e dissipazione

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano l'opera di presa e dissipazione, nel seguito citate:

- Viene rimosso il materiale di scotico, relativo ai primi 0.5 m, provvisoriamente abbancati e successivamente riutilizzati per le sistemazioni e la restituzione finale dei luoghi
- Viene eseguito uno scavo, in materiale prevalentemente lapideo, in quantità pari a 3300 m³
- Viene posizionato materiale da scogliera, in quantità pari a 900 m³, proveniente dalle lavorazioni del materiale di scavo della galleria, o piuttosto dallo scavo dell'opera di presa e dissipazione
- La parte eccedente dallo scavo, non riutilizzata, sarà inviata ad impianto di recupero rifiuti fuori Sito. Allo stato attuale della progettazione si prevede una sua gestione come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04.

WB S	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m³]
OPERA DI PRESA E DISSIPAZIONE	Area di impronta (S=1810 m²)	Scotico del terreno vegetale e di base	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per sistemazioni ambientali	905.00
	Volume di scavo	Scavo	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per tout-venant e scogliere. L'avanzo viene conferito ad impianto di recupero	3,300.00

MANDATARIA:

MANDANTI:

	Scogliera di protezione e lato monte	Deposito in sito di pietrame da scogliera	Dallo scavo della galleria e dell'opera di presa e dissipazione	Posa in sito	Scogliera di protezione	900.00
--	--------------------------------------	---	---	--------------	-------------------------	--------

4.3.4 Galleria

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano la galleria, nel seguito citate:

- Trattasi principalmente di scavo di materiale lapideo, provvisoriamente depositato nell'AREA 2, e qui lavorato per la produzione di tout-venant e di scogliera
- Il materiale non riutilizzato viene inviato ad impianto di recupero. La parte eccedente dallo scavo, non riutilizzata, sarà inviata ad impianto di recupero rifiuti fuori Sito. Allo stato attuale della progettazione si prevede una sua gestione come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04.

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m³]
GALLERIA	Scavo di galleria (V=5800 m³)	Scavo con martellone / esplosivo	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per tout-venant e scogliera. L'avanzo viene conferito ad impianto di recupero	5,800.00

4.3.5 Riutilizzo e destinazione a recupero

Il quantitativo complessivo di riutilizzo in sito previsto, ai sensi del DPR 120/2017, è così conteggiato:

- 1) La produzione complessiva di materiale lapideo proveniente da scavi di galleria e delle opere di imbocco/sbocco risulta pari a: volume $V=3300+5800=9100$ m³, corrispondente a peso $P1=9100 \times 2.5$ ton/m³=22750 ton
- 2) Il materiale per tout-venant e scogliera di protezione risulta pari a: volume $V=2200+620+900=3720$ m³. Applicando 1.9 ton/m³ come peso dell'unità di volume per il tout-venant posto in opera e 2 ton/m³ come peso dell'unità di volume per la scogliera, si ha un peso complessivo pari a $P2=7220$ ton. Tale quantità deriva dal riutilizzo degli scavi, sopra quantificati
- 3) Il materiale in eccedenza che non viene riutilizzato in cantiere, è quantificato, secondo le precedenti valutazioni come $P3=P1-P2=15\,530$ ton, da destinare ad impianto di recupero, con codice CER 17 05 04.

Anche il materiale risultante dal ripristino delle aree di cantiere, viene conferito ad impianto di recupero, e risulta pari a:

- 4) Tout-venant e misto stabilizzato, complessivamente pari a $V4=2460$ m³, corrispondente a $P4=4674$ ton. Il materiale è classificato con codice CER 17 05 04
- 5) Magrone e calcestruzzo, complessivamente pari a $V5=880$ m³, corrispondente a $P5=2024$ ton. Il materiale è classificato con codice CER 17 01 01.

Allo stato attuale della progettazione si prevede una gestione del materiale in esubero rispetto ai riutilizzi interni di cantiere come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04. Nelle successive fasi progettuali si verificherà la diponibilità, presso i Siti individuati di cui al Capitolo seguente e in funzione degli esiti della caratterizzazione ambientale ad oggi ancora in corso, di verificare la disponibilità di siti sul territorio presso i quali conferire il materiale in regime di sottoprodotto ai sensi dell'art. 184 bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e di quanto disciplinato dal DPR 120/17.

5 COMPATIBILITÀ CON LE NORME AMBIENTALI E PAESAGGISTICHE, NONCHÉ CON I VIGENTI PIANI E PROGRAMMI GENERALI E SETTORIALI

5.1 PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE

5.1.1 Caratteristiche e valenze ambientali, paesaggistiche ed insediative

Il Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna – Primo ambito omogeneo, che è stato approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 novembre 2006 (BUR n.30 del 8.09.06), costituisce il quadro di riferimento e coordinamento per gli atti di programmazione e pianificazione regionale, provinciale e locale per lo sviluppo sostenibile.

Nell'ambito di tale piano, la Regione riconosce caratteri, tipologie, forme e punti di vista del paesaggio sardo – costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, intesi come elementi fondamentali per lo sviluppo – e, inoltre, ne disciplina la tutela, promuovendone la valorizzazione.

L'area oggetto del presente intervento, sita in parte nel comune di Sassari, è compresa nell'ambito di paesaggio **14 - Golfo dell'Asinara**.

5.1.2 Caratteristiche e valenze ambientali, paesaggistiche ed insediative

Il Piano analizza e sviluppa diversi tematismi che consentono di dettare gli indirizzi per uno sviluppo coordinato del territorio.

In modo particolare l'analisi territoriale, posta alla base del riconoscimento delle caratteristiche naturali, storiche e insediative, si articola in:

- assetto ambientale;
- assetto storico – culturale;
- assetto insediativo.

Per ogni assetto il Piano individua i beni e le componenti di paesaggio meritevoli di tutela, fornendo, inoltre, indirizzi e prescrizioni finalizzati alla conservazione, al recupero e alla disciplina delle trasformazioni territoriali.

L'assetto ambientale rappresenta l'insieme degli elementi naturali di carattere biotico (flora, fauna e habitat) e abiotico (geologico e geomorfologico).

Per tutti gli elementi indicati come beni paesaggistici con valenza ambientale, le prescrizioni e gli indirizzi del PPR sono finalizzati alla conservazione dei caratteri di ciascun bene, in modo da conservare lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche.

L'intervento in progetto, che si colloca nell'agro al confine tra i comuni di Sassari e Osilo, insiste principalmente su aree individuate come macchia e aree antropizzate.

L'assetto storico – culturale rappresenta l'insieme delle aree dei manufatti che caratterizzano l'antropizzazione del territorio a seguito dei processi storici di lunga durata. Nel territorio comunali di Sassari e Osilo sono individuati vari nuraghi, ruderi, domus de janas, chiese e alberi monumentali.

Per ciascuno di questi beni, fino all'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali, il PPR individua una fascia di tutela della larghezza di 100 m a partire dagli elementi di carattere storico – culturale, all'interno della quale è previsto il vincolo di inedificabilità assoluta.

Dallo studio del PPR non risultano individuati nei pressi dell'area di intervento tale tipologia di bene.

5.1.3 Indirizzi del Piano Paesaggistico Regionale relativi all'approccio progettuale

Assetto Ambientale

Beni Paesaggistici – Art. 142 d.lgs 42/04 Aree tutelate per legge

L'area d'intervento è ricompresa nei fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11 dicembre n. 1175 e le relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna e territori contermini ai laghi, compresi in una fascia della profondità di 300 metri, anche per i terreni elevati sui laghi.



Figura 44 - Vincolo ai sensi del D.lgs. 42/04 art 142. c.1, lett. c)



Figura 37 - Vincolo ai sensi del D.lgs. 42/04 art 142. c.1, lett. c)

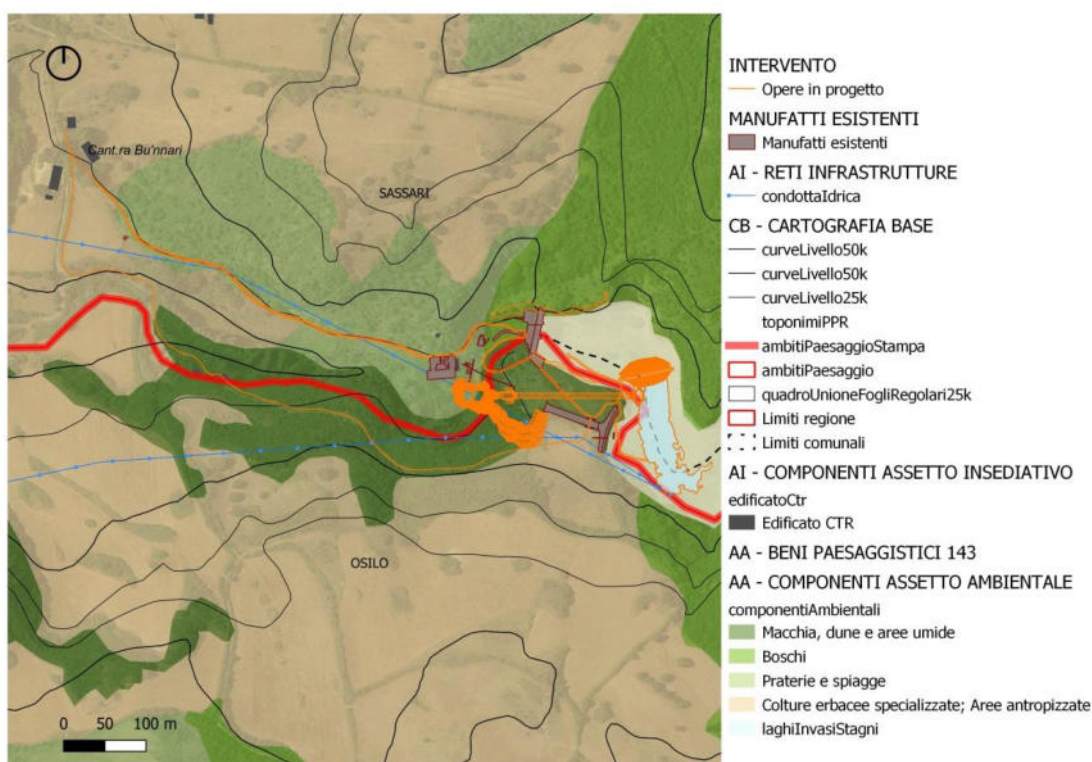


Figura 45 - Sovrapposizione opere in progetto con il PPR

Sull'area di intervento troviamo le seguenti componenti di paesaggio:

- 1a – macchia, dune, aree umide,
- 1b – Boschi,
- 2a – Praterie,
- 3c – Colture erbacee specializzate,
- 4a – Aree antropizzate.

Aree Boscate

Ai sensi dell'art. 21 delle N.T.A. del PPR “*Aree tutelate per legge: Territori coperti da foreste e da boschi o sottoposti a vincoli di rimboschimento*”, nei territori coperti da foreste e da boschi ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del Decreto Legislativo 18 maggio 2001, n. 227 e ss.mm.ii. con valore di prescrizione sono vietati: gli interventi infrastrutturali (viabilità, elettrodotti, infrastrutture idrauliche, ecc.), che comportino alterazioni permanenti alla copertura forestale, rischi di incendio o di inquinamento, con le sole eccezioni degli interventi strettamente necessari per la gestione forestale e la difesa del suolo e degli interventi pubblici e di interesse pubblico finanziati dall'Unione europea, dallo Stato, dalla Regione, dalle province, dai comuni o dagli enti strumentali statali o regionali.

Nello specifico, l'intervento, oggetto della presente relazione, sulle aree identificate come boschi dal PPR riguarda il consolidamento della parete rocciosa in destra idraulica rispetto al corpo diga. Tale intervento non comporta alterazione all'assetto vegetale e rientra tra quelli di difesa dal rischio frana.

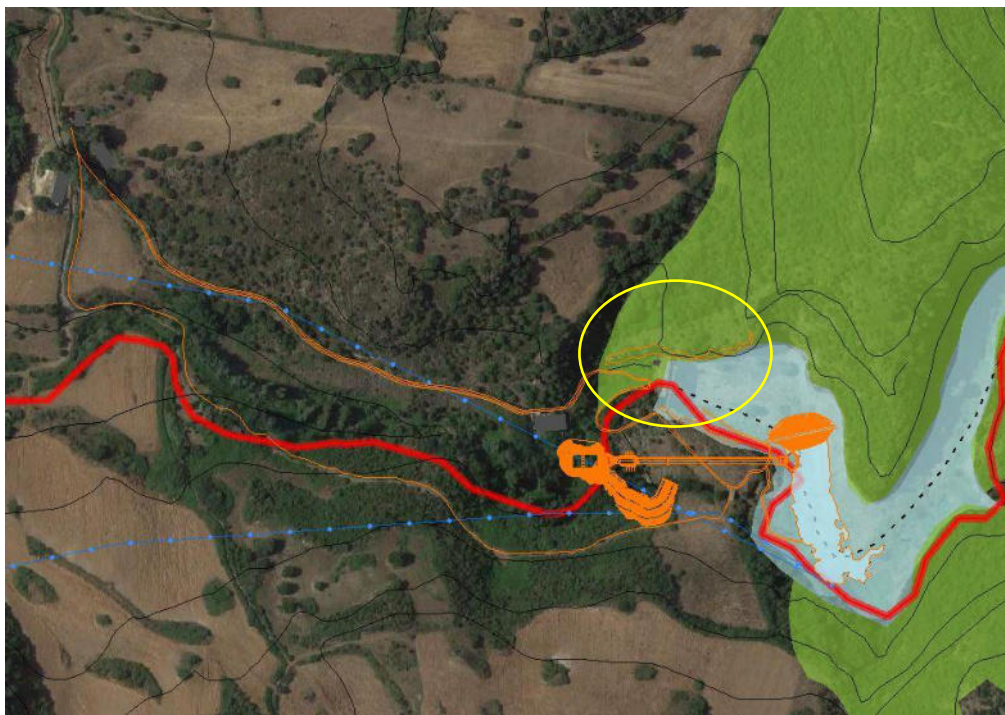


Figura 46 - Aree boscate PPR in verde, in giallo si evidenzia la porzione di parete rocciosa soggetta a consolidamento

Assetto storico culturale

Nell'area di intervento non sono presenti beni paesaggistici e identitari ex artt. 136 – 142.

Assetto insediativo

L'intervento si colloca in agro tra i comuni di Sassari e Osilo. L'area di progetto non rientra nei centri di prima e antica formazione.

5.1.4 Usi civici

Ai sensi dell'art. 142 del d.lgs 42/04, *lettera h*, sono di interesse paesaggistico le aree gravate da usi civici. L'art. 22 delle NTA del PPR (*Aree tutelate per legge: le aree assegnate alle Università agrarie e le zone gravate da usi civici*), le zone interessate da usi civici sono elencate nell'Inventario generale delle terre gravate da uso civico, di cui all'articolo 4 delle NTA, aggiornato dal competente Assessorato Regionale dell'Agricoltura, ai sensi dell'articolo 7 della legge regionale n. 12 del 1994 e successive modifiche e integrazioni. Per l'individuazione degli usi civici si è fatto riferimento ai Provvedimenti formali di accertamento ed inventario terre civiche al 23 novembre 2020, presente sul sito di Sardegna Agricoltura della Regione Sardegna.

Gli usi civici sono intesi come i diritti delle collettività ad utilizzare beni immobili comunali e privati, rispettando i valori ambientali e le risorse naturali. Essi appartengono ai cittadini residenti nel Comune nella cui circoscrizione sono ubicati gli immobili soggetti all'uso. Le norme in materia di Usi civici sono contenute nella L.R. 14 marzo 1994. L'area soggetta all'intervento ricade nei territori di Sassari e Osilo (SS). Nel Comune di Osilo l'area è individuata nel Foglio 96 e, consultando l'inventario delle terre civiche ricadenti nel territorio in esame, non si individuano mappali soggetti ad uso civico. Per quanto riguarda il Comune di Sassari l'area è identificata nel Foglio 114, l'inventario terre civiche individua, ricadenti nell'area soggetta ad intervento, i mappali soggetti ad uso civico come riportato nella tabella 1. Tutti i mappali interessati da usi civici e ricadenti nell'area di progetto riportano lo stato di libero, ad eccezione dei mappali 32 e 36. Nello specifico il mappale 32, interessato dalla strada di accesso alla diga, è individuato come terreno lavorato. Tuttavia, l'intervento in dette aree riguarda una viabilità esistente, pertanto non si riscontrano variazioni significative rispetto all'uso attuale. Il mappale 36 risulta occupato da strada e sarà interessato anch'esso dal percorso di accesso alle opere, pertanto, anche qui non si rilevano variazioni di destinazione d'uso. Si riportano di seguito uno stralcio della planimetria catastale e dell'inventario terre civiche del Comune di Sassari da cui si evince, tramite le colonne Foglio, Mappale, Stato e Foto ispezione i mappali sopracitati e il relativo uso civico.



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

**DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE
DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE**

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R001_1 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

INVENTARIO TERRE CIVICHE									
n.	Beneficiario	Intestazione	Foglio	Mappale	Superficie (mq)	Comune	Stato	Cobeneficiari	Foto Ispezione
222	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	113	19	972	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	Terreno incolto
223	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	113	20A	3.000,00	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	da relazione assumerà numerazione definitiva di 20
224	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	113	20B	410	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	da relazione assumerà numerazione definitiva di 27
225	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	113	20C	2.246,00	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	da relazione assumerà numerazione definitiva di 28
226	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	30	18.755,00	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	Terreno incolto.
227	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	31	43.055,00	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	Terreno incolto
228	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	32	6.375,00	SASSARI AGRO	OCCUPATO	SASSARI (SS)	Terreno lavorato
229	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	34	10.860,00	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	Terreno incolto
230	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	36	1.469,00	SASSARI AGRO	OCCUPATO	SASSARI (SS)	Terreno occupato da strada
231	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	38	406	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	Terreno incolto
232	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	42	615	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	Terreno incolto
233	SASSARI (SS)	COMUNE DI SASSARI 100,00%	114	43	9.640,00	SASSARI AGRO	LIBERO	SASSARI (SS)	Terreno incolto

Tabella 1 - Stralcio Inventario Terre Civiche

MANDATARIA:

MANDANTI:



Figura 47 - Stralcio planimetria

5.2 PIANO URBANISTICO PROVINCIALE

Il Pup-Ptc della Provincia di Sassari, redatto ai sensi della l.r. 45/89 e del d.lgs 267/00, è stato approvato con delibera del Consiglio provinciale n. 18 del 04.05.2006.

Il Piano è volto alla definizione del progetto territoriale della Provincia al fine di assicurare qualità urbana e definire modelli di sviluppo compatibili.

Il Pup-Ptc della Provincia di Sassari ha come obiettivo la sostenibilità ambientale attraverso l'individuazione dei requisiti dell'azione progettuale: equità territoriale, perequazione ambientale, economia di prossimità, assunzione dell'ambiente, inteso come natura e storia, quale nucleo centrale dell'intero progetto di territorio.

Il Piano è stato oggetto di revisione nel 2008 al fine di adeguarlo alle modifiche normative intercorse dalla sua stesura iniziale. Il piano individua: le geografie (descrivono le forme e i processi del territorio), le ecologie (dove

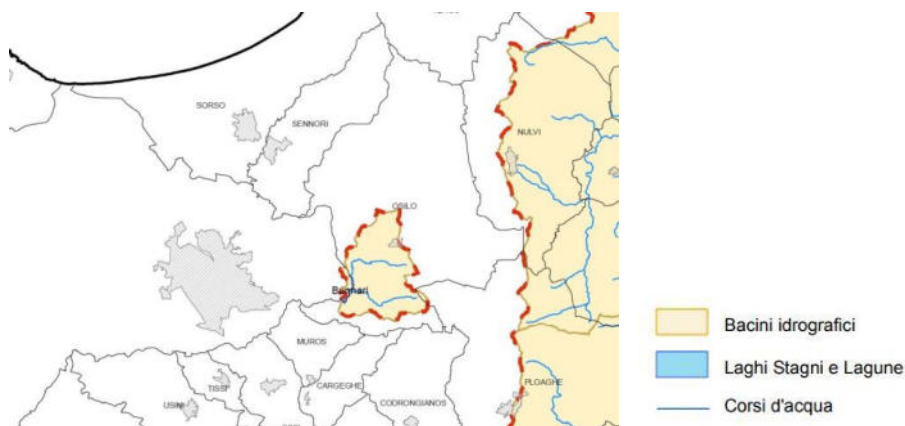


Figura 48 - Stralcio Campi lacustri e della distribuzione delle acque superficiali

le componenti ambientali concorrono alla realizzazione di un assetto significativo riconoscibile e indirizzato alla costruzione di economie strutturali orientate in senso ambientale), i sistemi di organizzazione dello spazio (le condizioni di infrastruttura del territorio e delle linee guida per la gestione e sviluppo delle ecologie territoriali) e i campi del progetto ambiente (aree territoriali caratterizzate da risorse, problemi e potenzialità).

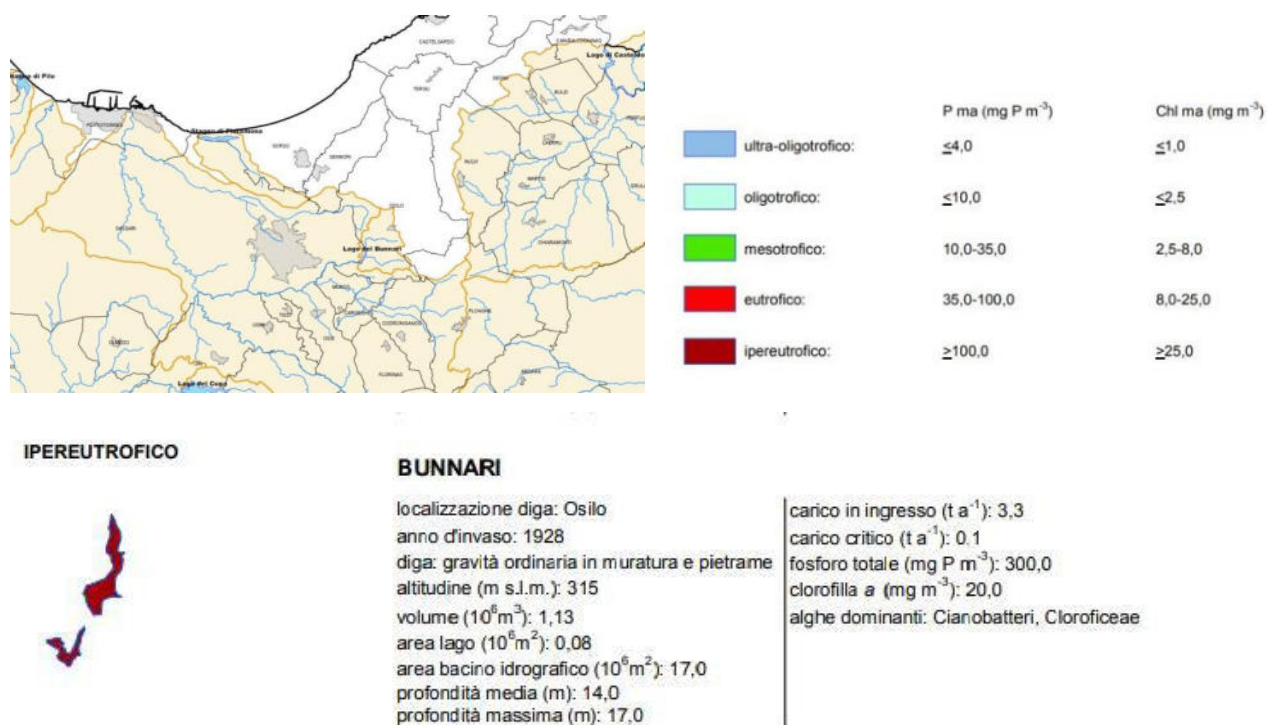


Figura 49 - Stralcio Sistemi di organizzazione dello spazio - Modello della qualità delle acque

5.3 PIANO URBANISTICO COMUNALE

L'area oggetto di intervento si trova all'interno dei territori comunali di Sassari e Osilo. Il PUC di Sassari è stato adottato con Del. C.C. N. 43 del 26/07/2012 e pubblicato sul BURAS N.58 del 11/12/2014.

L'area di intervento ricade all'interno della zona *E5.c - Aree agricole marginali nelle quali vi è l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale. Aree con marginalità elevata e con funzioni di protezione del suolo ed esigenze di conservazione*. In base all'art. 48 Sottozona E5 le categorie d'intervento ammesse sono quelle previste dall'art. 43 *Ambiti agricoli – Zona E* delle NTA sono concessi i seguenti interventi: I1 (*"Interventi di manutenzione ordinaria"*), I2 (*"Interventi di manutenzione straordinaria"*), I3 (*"Interventi di restauro e di risanamento conservativo"*), I4 (*"Interventi di ristrutturazione edilizia"*), I4bis (*"Interventi di ristrutturazione edilizia leggera"*), I5 (*"Ricostruzione edilizia"*), I6 (*"Sopraelevazione"*), I7 (*"Ampliamento"*), I8 (*"Interventi di nuova costruzione"*), I9 (*"Demolizione totale o parziale"*), I12 (*"Opere interne"*).

64

5.4 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano di Assetto Idrogeologico, aggiornato dal Decreto del Presidente della Regione Sardegna nel Marzo 2008, individua e delimita le aree di pericolosità idraulica e di frana molto elevata, elevata, media e moderata, valuta, in funzione di queste, i livelli di rischio e determina gli interventi consentiti al fine di mitigare la pericolosità, prevenire la nascita di nuove situazioni di rischio e non precludere la possibilità, con interventi futuri, di ridurre o eliminare lo stesso.

Il PAI suddivide l'intero territorio della Sardegna in sette sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

Il corso d'acqua del Rio Bunnari ricade nel territorio del sottobacino Coghinas-Mannu-Temo.

A seguito degli studi derivati dall'applicazione dell'art.8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I. (Testo Coordinato) aggiornate alla data 24 Marzo 2022 sono state ridefinite la perimetrazione delle aree caratterizzate da pericolosità geomorfologica e pericolosità idraulica. Il PAI individua, per il tratto a valle della diga di Bunnari basso, una pericolosità idraulica molto elevata Hi4 e pertanto sono consentiti esclusivamente:

- Le opere e gli interventi idraulici per migliorare la difesa dalle alluvioni e la sicurezza delle aree interessate da dissesto idraulico;
- Gli interventi per mantenere e recuperare le condizioni di equilibrio dinamico degli alvei dei corsi d'acqua;
- Le attività di manutenzione idraulica compatibile, compresi i tagli di piante esclusivamente per garantire il regolare deflusso delle acque;
- Le opere di sistemazione e riqualificazione ambientale e fluviale dirette alla riduzione dei pericoli e dei danni potenziali da esondazione, rivolti a favorire la ricostituzione degli equilibri naturali, della vegetazione autoctona, delle cenosi di vegetazione riparia;
- Le opere urgenti degli organi di protezione civile o delle autorità idrauliche regionali competenti per la tutela di persone e beni in situazioni di rischio idraulico eccezionali.
- Gli interventi di bonifica ambientale di siti inquinati.

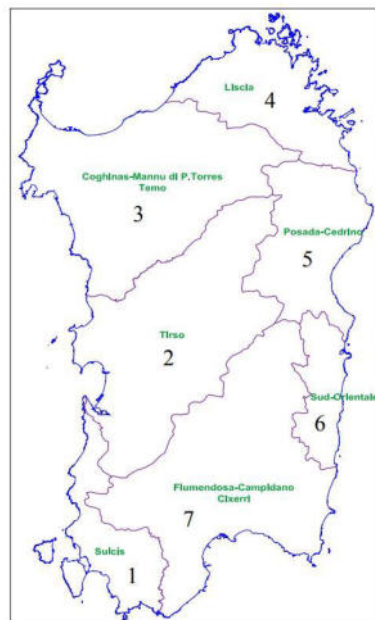


Figura 52: Suddivisione Sardegna da PAI

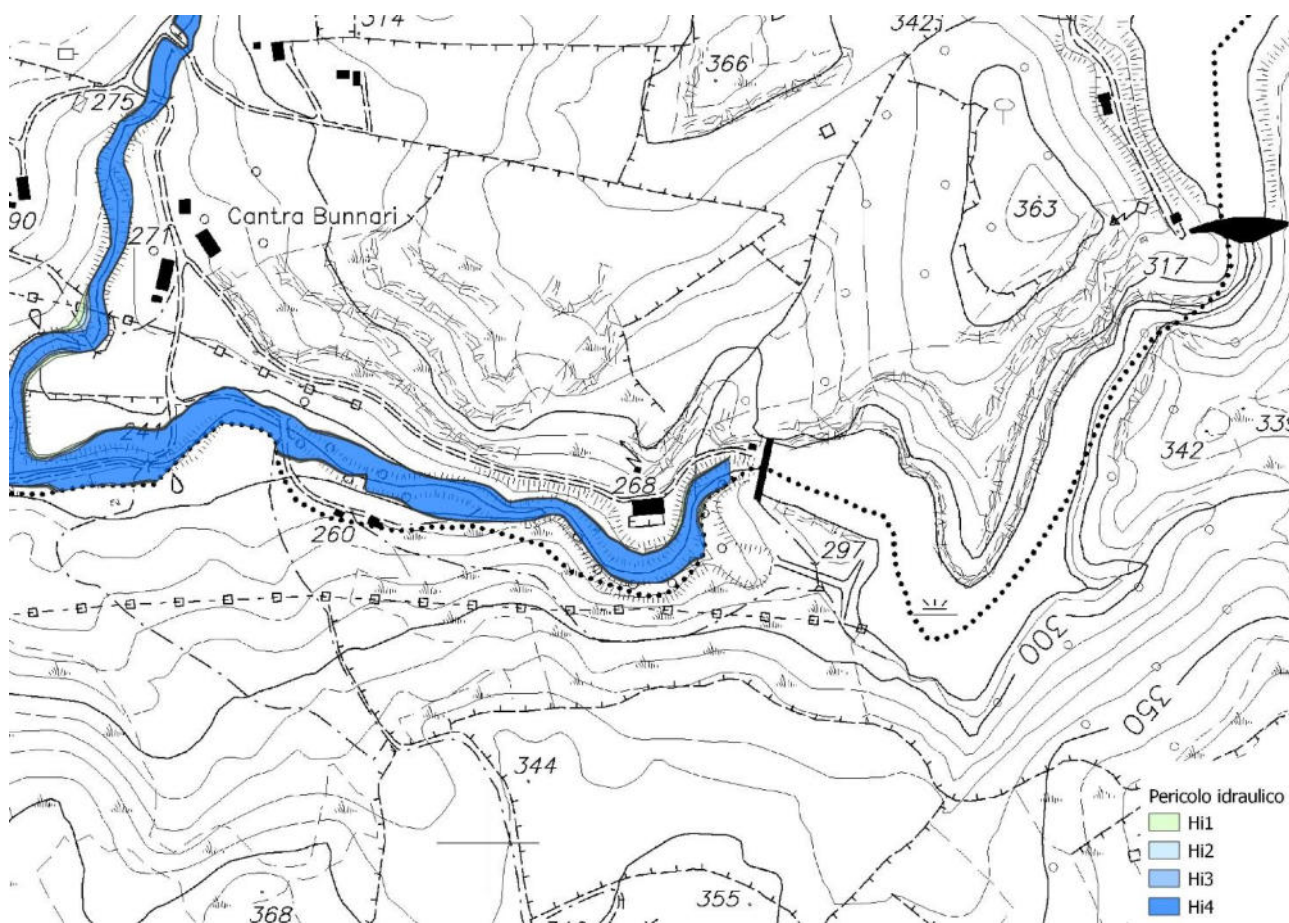


Figura 53: Carta di pericolosità idraulica da PAI su CTR

5.4.5 Pericolo geomorfologico ai sensi del P.A.I.

La superficie interessata dall'intervento ricade su aree con pericolo frana elevato (Hg3) e aree con pericolo frana minore (Hg0 e Hg2). Per il rischio frana elevato (Hg3) e medio (Hg2) il PAI consente esclusivamente:

- Opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi, di manutenzione e consolidamento dei versanti, di tutela dei suoli;
- 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;
- Le opere di riqualificazione ambientale, miglioramento del patrimonio forestale, conservazione delle colture agrarie tradizionali, rinaturalizzazione delle aree inutilizzate;
- Ricostruzioni boschive e la semina di prati suscettibili di abbassare le soglie di pericolosità o di rischio;
- Il taglio di piante qualora sia dimostrato che esse concorrano a determinare lo stato di instabilità dei versanti, soprattutto in terreni litoidi e su preti subverticali;
- Le opere urgenti e indifferibili degli organi di protezione civile o delle autorità idrauliche regionali competenti per la tutela di persone e beni in situazioni di rischio da frana eccezionali.

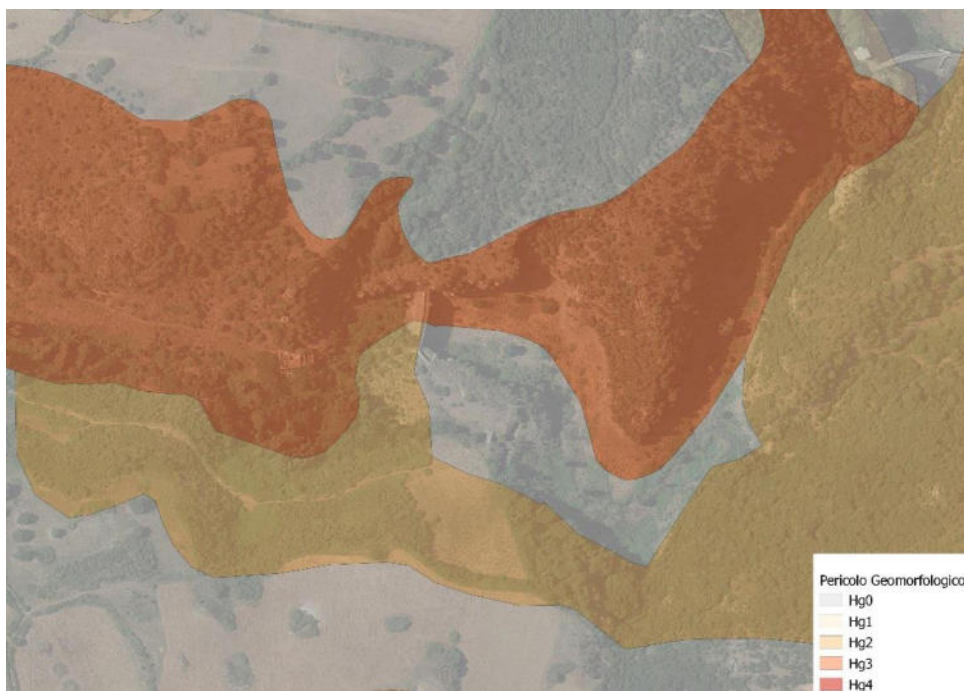


Figura 54: Carta del pericolo geomorfologico da PAI

Dalla consultazione del Piano Stralcio fasce Fluviali non emergono criticità per l'area d'intervento. Il Rio Bunnari, del Sub bacino Coghinas – Mannu – Temo, ha numero di Strahler pari a 3.

5.5 PIANO FORESTALE AMBIENTALE REGIONALE (PFAR)

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR) è uno strumento di tutela e detta le linee per una gestione sostenibile delle foreste.

La pianificazione forestale, ai sensi della L.R. 27 aprile 2016, n.8, è articolata sui seguenti livelli:

- a) regionale, mediante il Piano forestale ambientale regionale (PFAR);
- b) territoriale su scala di distretto, mediante i Piani forestali territoriali di distretto (PFTD);
- c) particolareggiato su scala aziendale, declinato tramite i Piani forestali particolareggiati (PFP).

Il Piano forestale ambientale regionale (PFAR) definisce gli obiettivi strategici della politica forestale e assume un ruolo di indirizzo e coordinamento dei successivi livelli della pianificazione.

Il Piano forestale territoriale di distretto (PFTD) contiene l'analisi di dettaglio del territorio locale e individua le destinazioni funzionali degli ambiti forestali valutandone le potenzialità e valorizzando l'integrazione fra le diverse funzioni assolate dal bosco. Il PFTD ha una durata di dieci anni a decorrere dalla data di approvazione definitiva, resta in vigore fino all'approvazione del nuovo Piano ed è sottoposto ad aggiornamento qualora sia approvato un nuovo Piano forestale ambientale regionale. Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR), è stato redatto ai sensi del D. Lgs. 227/2001 e approvato con Delibera 53/9 del 27.12.2007.

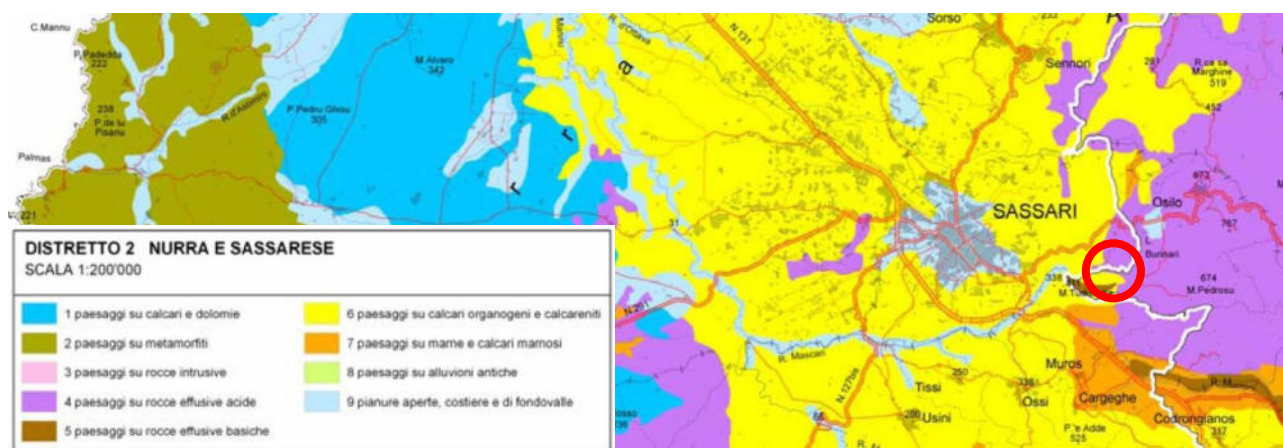


Figura 55 - Stralcio delle Unità di Paesaggio

Il Piano forestale sposa l'approccio sistemico, il riconoscimento della multifunzionalità dei sistemi forestali, la necessità di salvaguardare tutte le componenti degli ecosistemi e le loro articolate interconnessioni.

Il PFAR disciplina:

- l'indicazione degli orientamenti gestionali per le specifiche azioni di intervento forestale;
- il coordinamento dei livelli successivi della pianificazione all'interno di un quadro di analisi impostato sulla compartimentazione del territorio in distretti forestali;
- i criteri per il riconoscimento e l'individuazione dei distretti forestali quali ambiti territoriali ottimali di riferimento per la pianificazione di livello intermedio, espressione di unità fisico-strutturali, vegetazionali, naturalistiche e storico-culturali distinte e riconoscibili e la concreta individuazione dei distretti forestali;
- gli strumenti conoscitivi alla base dell'implementazione della pianificazione a livello intermedio e particolareggiato;
- l'individuazione delle linee strategiche di intervento per il settore pubblico e privato, le priorità e i progetti di valenza regionale da attuarsi in programmazione diretta.

Il PFAR vigente è presente nella sua prima versione redazionale del 2007 e la sua impostazione è stata pienamente adottata dalla legge forestale regionale.

L'area oggetto di intervento si colloca all'interno del Distretto 02 "Nurra e Sassarese".

In base all'osservazione della "Carta delle unità di paesaggio" presente all'interno del Piano Forestale Regionale (Tav. 2, Distretto 02), l'area oggetto di intervento ricade all'interno dei "paesaggi su rocce effusive acide", al confine con i paesaggi su calcari organogeni e calcareniti, come visibile dall'estratto riportato nella figura che segue. Nell'area di intervento non sono presenti zone di tutela naturalistica.



Figura 57 - Stralcio aree istituite di tutela naturalistica

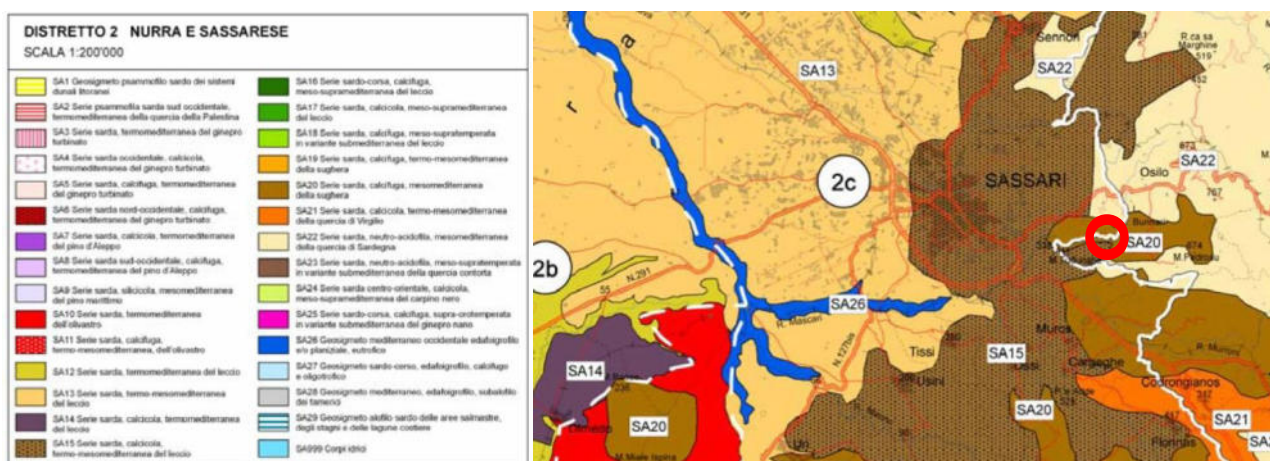


Figura 56 - Stralcio Carta delle serie di Vegetazione

5.6 ULTERIORI STRUMENTI DI TUTELA

Dal punto di vista delle aree protette, non sono presenti né parchi, né riserve nelle immediate vicinanze dell'area di intervento.

Non sono presenti aree archeologiche nelle vicinanze dell'area oggetto di intervento.

Si segnala che in esito all'istruttoria relativa alla verifica di assoggettabilità a VIA del progetto in esame è stato acquisito il parere favorevole del Genio civile di Sassari, dell'Ass.to alle infrastrutture e ai trasporti, dell'Ass.to all'Urbanistica, Dell'Ufficio Tutela del Paesaggio e della Direzione Regionale Agricoltura.

5.7 Cumulo con altri progetti

E' stata condotta una ricerca sui progetti per i quali è in corso la VIA o la verifica di assoggettabilità a VIA presso il sito del MiTE, che ha escluso la presenza di progettazioni nell'ambito di influenza dell'area di intervento. Dalla consultazione degli strumenti di pianificazione regionali non si sono rilevati interventi programmati nell'ambito oggetto del presente SPA.

6 CARATTERISTICHE DELL'IMPATTO POTENZIALE IN FASE DI REALIZZAZIONE

Gli impatti connessi con la realizzazione dell'opera in progetto si riconducono alle seguenti tipologie:

- Impatti dovuti alla produzione di rifiuti;
- Impatti sull'inquinamento atmosferico;
- Effetti su suolo e sottosuolo;
- Rumore e vibrazioni,
- Impatti sulla biodiversità;
- Acqua superficiali e sotterranee;
- Impatti sul paesaggio e sul territorio;
- Impatti sulla salute umana.

6.1 IMPATTI DOVUTI ALLA PRODUZIONE DI RIFIUTI

La produzione di rifiuti all'interno del cantiere sarà legata principalmente alle demolizioni previste per la cabina elettrica e per la relativa linea aerea di connessione, le superfetazioni addossate al corpo diga e la vasca in c.a. adiacente all'edificio filtri.

La gestione dei rifiuti in fase di cantiere verrà organizzata in modo da non impattare in alcun modo sul contesto ambientale di pertinenza. Sarà onere dell'impresa organizzare una raccolta dei rifiuti differenziata e strutturata in maniera tale che questi vengano stoccati e depositati in superfici adibite appositamente per evitare la dispersione di sostanze contaminanti nell'ambiente circostante.

I siti di stoccaggio e deposito dei rifiuti dovranno possedere adeguata impermeabilizzazione della pavimentazione e della copertura superficiale, al fine di evitare il rilascio di percolati ecotossici che possano compromettere le matrici ambientali circostanti. In particolare qualora sia necessario l'impiego di esplosivi per lo scavo in galleria, si provvederà a realizzare idonee piazzole di stoccaggio dello smarino, impermeabilizzate adeguatamente al fine di evitare il rilascio di composti azotati nel suolo.

Sarà organizzato un efficace protocollo di gestione dei rifiuti al fine di ridurre al minimo la permanenza degli stessi nel sito di intervento.

La corretta gestione dei rifiuti limiterà in maniera efficace eventuali impatti sulle componenti ambientali, che avranno comunque carattere temporaneo, poiché strettamente legato all'attività di cantiere, e reversibile.

6.2 IMPATTI DOVUTI ALLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista chimico-fisico i terreni e le rocce oggetto di scavo, sono stati eseguiti n°10 campionamenti:

- N°5 campioni di terreno superficiale, a profondità 0-1 m da p.c.

- N°3 campioni di terreno a profondità 1-2 m da p.c.
- N°2 campioni di roccia a profondità 0-1 m dalla sponda esistente.

Il prelievo di materiale sciolto è stato eseguito generando un campione composito: sono state realizzate delle trincee esplorative con benna, ed il materiale è stato temporaneamente deposto su cumulo. Si è poi provveduto alla composizione del campione, deposto in una busta di plastica, poi sigillata, sulla quale è stata riportata la scritta relativa a:

- Cantiere e sito di indagine
- Data del prelievo
- Numero del campione
- Profondità del prelievo.

Per il prelievo dei campioni corrispondenti a differenti profondità, ma ubicati nel medesimo punto di prelievo, si è provveduto a realizzare n°2 cumuli distinti, il primo relativo alla profondità 0-1 m ed il secondo relativo alla profondità 1-2 m.

Il prelievo del campione di roccia è stato realizzato con la macchina perforatrice dei sondaggi esplorativi, senza però, ricorrere all'utilizzo di fluido al fine di evitare qualunque tipo di contaminazione.



Figura 58 – Campione PA1



Figura 59 – Foro di sondaggio per campione roccia PA2



Figura 60 – Campione raccolto PA3



Figura 61 – Trincea di prelievo del campione PA4

Nei punti di indagine, ubicati nello stralcio planimetrico di cui sotto (Figura 62), sono stati prelevati i campioni di terreno, inviati poi al laboratorio chimico per l'esecuzione di analisi per la determinazione dei composti non volatili.

Il prelievo di campioni ha seguito il seguente criterio:

- È stato eseguito un prelievo di campione composito sul terreno a profondità 0-1 m dal p.c. in corrispondenza dei punti PA1 – PA3 – PA4 – PA5 – PA6 di Figura 62
- Sono stati eseguiti prelievi di campione composito sul terreno a profondità 1-2 m dal p.c. in corrispondenza dei punti PA1 – PA4 – PA5

- Sono stati eseguiti n°2 prelievi di materiale di roccia superficiale, in corrispondenza dell'imbocco e sbocco della galleria. I campioni sono stati nominati PA2 e PA7, e consistono nel prelievo del primo metro di roccia in corrispondenza dei rispettivi sondaggi S7 e S5.

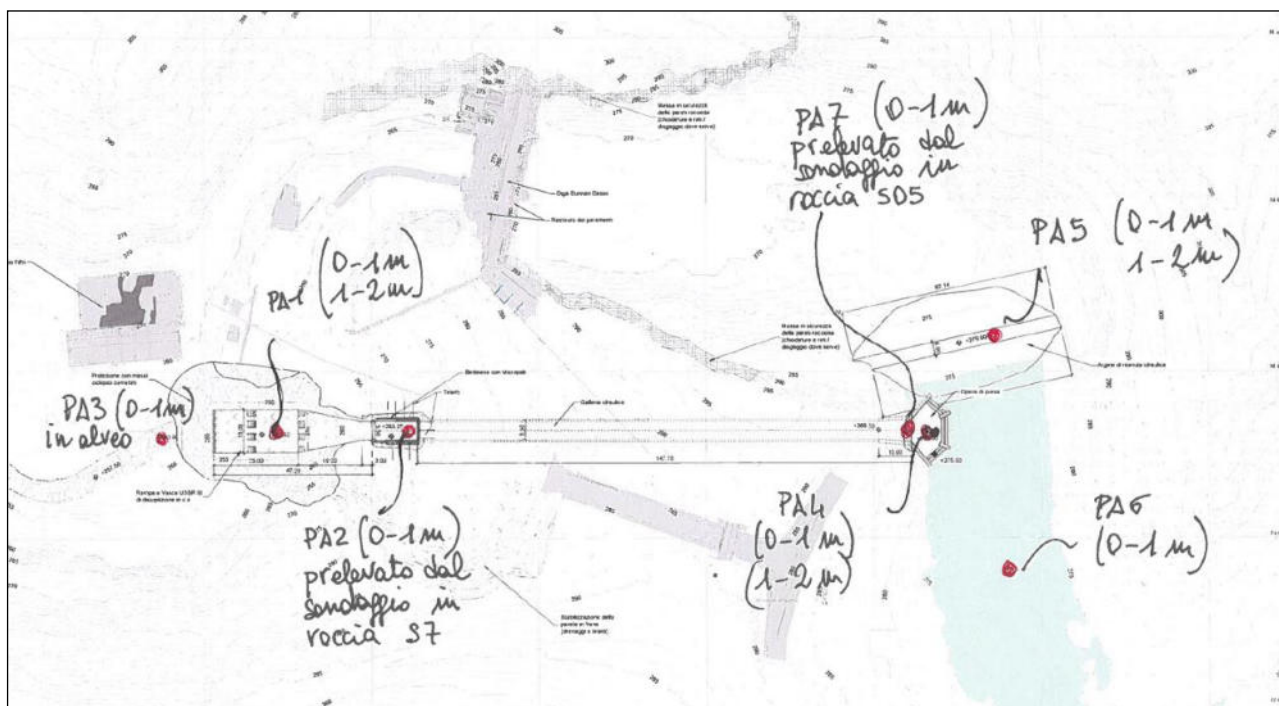


Figura 62 – Ubicazione dei punti di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi chimico-fisiche ai sensi del DPR 120/2017

Nella seguente Tabella 2 è riportato l'elenco delle prove previste in laboratorio per l'analisi chimico fisica dei campioni.

Tabella 2 – Elenco dei punti di prelievo e dei campioni prelevati in sito per le analisi chimico-fisiche

Ubicazione	Campione	Prove previste	Note
PA01	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico	Prelievi svolti in corrispondenza del dissipatore di valle del by-pass
	1-2 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	
PA02	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico su roccia da porfirizzare	Prelievo svolto in corrispondenza dello sbocco della galleria, di tipo roccioso, prelevato dal sondaggio pseudo-orizzontale eseguito su roccia
PA03	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	Prelievo svolto in corrispondenza dell'alveo di valle
PA04	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico	Prelievi svolti in corrispondenza dell'opera di presa del by-pass
	1-2 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	
PA05	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico	Prelievi svolti in corrispondenza del rilevato di ritenuta idraulica
	1-2 m di profondità	Test chimico-fisico	
PA06	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	Prelievo svolto in corrispondenza dell'invaso intercluso tra la diga di Bunnari Alto e la diga di Bunnari Basso, a monte dell'opera di presa del by-pass
PA07	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico su roccia da porfirizzare	Prelievo svolto in corrispondenza dell'imbocco della galleria, di tipo roccioso, prelevato dal sondaggio pseudo-orizzontale eseguito su roccia

Nel corso dei campionamenti in materiale sciolto è stata eseguita una omogeneizzazione manuale (con guanti) e asportazione dei materiali estranei che avrebbero potuto alterare i risultati finali (rami, foglie, ecc.). Il campione in materiale sciolto è stato privato della frazione maggiore a 2 cm, che è stata scartata.

Onde evitare fenomeni di “cross contamination”, le attrezzature per il prelievo dei campioni sono state bonificate tra un campionamento ed il successivo.

Secondo la normativa vigente (Allegato IV DPR 120/2017), il rispetto dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno del materiale stesso sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Le destinazioni d'uso previste sono le seguenti:

- Colonna A: siti ad uso verde pubblico, privato o residenziale
- Colonna B: siti ad uso commerciale ed industriale.

I parametri analitici indagati su ciascun campione di terreno prelevato sono quelli riportati nella seguente tabella:

Tabella 3 – Analiti utilizzati per la caratterizzazione chimica dei campioni e loro Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC)

Tabella 4.1 - Set analitico minimale
- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto

A corredo del presente Studio Preliminare Ambientale è stato prodotto il Piano di utilizzo Preliminare delle terre e rocce da scavo che coerentemente con quanto previsto dal DPR 120/2017, inquadra il sito di intervento, descrive le opere in progetto con particolare riguardo alla cantierizzazione e alle modalità di scavo, sviluppa un bilancio delle materie e le modalità gestionali, individua le modalità di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo.

Il ciclo di gestione delle terre e rocce da scavo proposto nel Piano prevede il massimo riutilizzo dei materiali in esubero, ai sensi del DPR 120/2017. La produzione degli scavi è così sintetizzata:

- Scavo di terreno vegetale, V=4695 m3 completamente riutilizzato per il ripristino dei luoghi e le sistemazioni a conclusione del cantiere

- Scavo di materiale lapideo proveniente dalla galleria e dall'opera di presa e dissipazione $V=9100 \text{ m}^3$, in peso pari a $P=22750 \text{ ton}$
- Riutilizzo di materiale lapideo per il tout-venant del corpo diga, $V=2200 \text{ m}^3$, in peso pari a $P=4180 \text{ ton}$
- Riutilizzo per materiale di scogliera, $V=1520 \text{ m}^3$, in peso pari a $P=3040 \text{ ton}$.

Gli approvvigionamenti possono così sintetizzarsi:

- Approvvigionamento di tout-venant per le aree di cantiere: $V=2065 \text{ m}^3$, corrispondente a 190 cicli di carico-scarico
- Approvvigionamento di misto stabilizzato per le aree di cantiere: $V=395 \text{ m}^3$, corrispondente a 36 cicli di carico-scarico.

Il materiale di destinazione ad impianti di recupero risulta:

- $V=880 \text{ m}^3$ di materiale di demolizione di magrone e calcestruzzo dalle aree di cantiere - CER 17 01 01, corrispondente a 80 cicli di carico-scarico
- $V=2460 \text{ m}^3$ di materiale derivante da tout-venant e misto granulare dalle aree di cantiere - CER 17 05 04 corrispondente a 224 cicli di carico-scarico
- $P=15530 \text{ ton}$ di materiale eccedente proveniente dallo scavo di galleria e dell'imbocco/sbocco - CER 17 05 04, corrispondente a 780 cicli di carico-scarico.

Il materiale di approvvigionamento da cava risulta:

- $V=2460 \text{ m}^3$ di inerte granulare per la costituzione delle aree di cantiere, corrispondente a 224 cicli di carico-scarico
- $V=1400 \text{ m}^3$ di materiale argilloso per il nucleo dell'argine di ritenuta, corrispondente a 127 cicli di carico-scarico.

I cicli di carico-scarico sono quantificati complessivamente in numero pari a 1661.

Per i dettagli si rimanda allo specifico elaborato.

6.3 IMPATTI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Gli impatti sull'atmosfera derivanti dall'opera in progetto avranno carattere transitorio, limitatamente alla durata delle lavorazioni e saranno ascrivibili a:

- Attività di frantumazione, vagliatura e deposito materiale;
- Attività di scavo e perforazione;
- Operazioni di movimento terra;
- Trasporti interni ed esterni al cantiere;
- Emissioni dei gas di scarico

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa italiana come *ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze con qualità e caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria, da costituire pericolo, ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo, da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente, da alterare le risorse biologiche ed i beni materiali pubblici e privati.*

Durante la fase di cantiere si determineranno inevitabilmente degli impatti sulla componente atmosfera ad opera delle emissioni dei motori delle macchine operatrici e dei mezzi veicolari presenti e dei fenomeni di produzioni/sollevamento di polveri associate alle attività di costruzione e trasporto del materiale.

Si ritiene opportuno prescrivere alcuni accorgimenti da attuare durante la realizzazione delle opere, al fine di contenere gli effetti causati sulla componente atmosferica. Per quanto riguarda le emissioni autoveicolari dovranno essere effettuati periodici controlli degli scarichi, al fine di assicurarsi che essi siano conformi alle indicazioni normative prescritte.

Per ciò che concerne le polveri, si dovrà evitare di movimentare materiale con livelli di umidità particolarmente bassi, in tal caso sarà necessario provvedere ad attività di innaffiamento; sulle piste non consolidate sarà opportuno legare le polveri in modo adeguato mediante autocisterna o impianto d'irrigazione; sarà opportuno munire le uscite dal cantiere alla rete stradale pubblica con efficaci sistemi di lavaggio delle ruote.

Gli inquinanti derivanti da emissioni di gas di scarico, saranno soprattutto PM₁₀ e NO_x.

Per quanto concerne gli NO_x, sarà onere dell'impresa utilizzare mezzi, attrezzature e macchinari, conformi agli standard europei sulle emissioni, dal momento che queste vengono originate durante il processo di combustione nei motori. Sarà inoltre necessario provvedere alla loro manutenzione periodica in modo tale che gli standard continuino a essere rispettati sul lungo periodo. Gli NO_x sono dei forti precursori per la formazione di ozono e com'è noto, alte concentrazioni di ozono nell'aria sono responsabili del fenomeno dello smog fotochimico. Nonostante ciò appare molto improbabile raggiungere tali concentrazioni, in virtù del fatto che le sorgenti emissive sarebbero poco numerose e comunque la loro permanenza nell'area di cantiere sarebbe limitata al solo periodo delle lavorazioni.

Quanto ai PM₁₀, le conseguenze sul paesaggio di questa tipologia di inquinanti potrebbero derivare dal deposito delle polveri sulla vegetazione, che comporterebbero il cambiamento dei cromatismi naturali della vegetazione locale. Si prevedono pertanto le seguenti misure di mitigazione a carattere preventivo:

- Bagnatura delle piste destinate al transito dei mezzi di cantiere;
- Copertura tramite teli dei materiali stoccati;
- Limitazione al minimo delle operazioni di movimento terra nelle giornate in cui la velocità del vento superi i 10 km/h;
- Copertura con teli durante il transito;
- Riduzione della velocità dei mezzi all'interno del cantiere.

Non si prevedono in ogni caso impatti particolarmente significativi durante le attività di cantiere.

6.4 EFFETTI SU SUOLO E SOTTOSUOLO

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di scavi e movimenti di materie sia superficiali che profondi, in particolare la realizzazione della galleria determina l'interessamento di strati a matrice rocciosa per i quali sarà necessario porre particolare attenzione relativamente ai possibili inquinamenti determinati dal rilascio di sostanze inquinanti da parte dei mezzi d'opera. Al fine di preservare, per quanto possibile, i caratteri naturali del sito, tutti gli scotici saranno accantonati in depositi temporanei per poi essere riutilizzati nelle opere di rinaturalizzazione e sistemazione a verde. Tutti i materiali escavati troveranno impiego in cantiere nella realizzazione di rilevati, argini e protezioni antierosive.

Sottrazione e uso suolo

Ai fini dell'intervento, rispetto all'attuale utilizzo, la componente suolo subirà delle modificazioni a carattere temporanee che esauriscono il loro effetto a conclusione del cantiere. Le modificazioni temporanee a carico della componente suolo sono le seguenti:

- Modificazione temporanea a carico della porzione di suolo compresa nella stabilizzazione dei fronti franosi; per garantire la sicurezza del sito saranno interessati da disaggi (dove necessari) e dalla realizzazione di prati armati. La superficie di suolo occupata da tali operazioni è pari a 3348 mq. Si sottolinea in questo caso che la stabilizzazione delle pareti comporta l'occupazione di suolo ma non la sua asportazione o impermeabilizzazione. Le pareti una volta messe in sicurezza potranno essere ricolonizzate naturalmente dalla vegetazione, fungendo da ausilio alla stabilizzazione delle stesse.
- Modificazione temporanea a carico delle aree di esproprio, dove saranno ubicate le aree di cantiere e relative piste, per un totale di 6772 mq, di cui: 4136 mq sono aree di cantiere e 2 636 mq sono riferiti alle piste che ricadono su tratturi esistenti, già ampiamente utilizzati per la viabilità e le attività agricole. L'occupazione di tali superfici è da considerarsi limitata all'esecuzione delle lavorazioni in progetto che, una volta terminate, prevederanno la rinaturalizzazione delle aree di cantiere e la restituzione alla viabilità agricola.

6.5 RUMORE E VIBRAZIONI

Gli impatti acustici durante la fase di cantiere saranno generati prevalentemente dal transito dei mezzi, dalle attività di perforazione e di scavo, dalle attività di vagliatura e frantumazione, dall'utilizzo di utensili durante le lavorazioni e dalla movimentazione dei materiali. I recettori più esposti all'inquinamento acustico sarà la fauna locale. Non si prevedono impatti sulla salute umana, dal momento che gli insediamenti abitativi più vicini distano in linea d'aria non meno di 2.5 km dall'area di cantiere. Si rileva la presenza di un ovile a circa 500 m di distanza per il quale saranno verificati livelli di esposizione durante le fasi di realizzazione delle opere in progetto.

L'emissione di rumore e vibrazioni connesse con la fase di costruzione dell'opera dovranno essere opportunamente valutate e mitigate al fine di evitare lesioni ai manufatti storici limitrofi all'area di scavo e perforazione. In fase di realizzazione si presteranno i dovuti accorgimenti, con l'utilizzo di macchinari rispondenti alle norme vigenti in materia di inquinamento acustico, al fine di evitare il disturbo della fauna selvatica presente nell'area. Verranno poste in atto azioni finalizzate a limitare il livello di rumorosità delle macchine utilizzate come: utilizzare macchine e attrezzature omologate in conformità alle direttive CE e ai recepimenti nazionali; evitare, se possibile, l'utilizzo di macchine cingolate; installazione di silenziatori sugli scarichi; utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati; prevedere la dovuta manutenzione di mezzi e attrezzature con lubrificazione dei componenti e sostituzione di quelli usurati.

Si segnala che gli impatti dovuti al rumore e alle vibrazioni hanno carattere temporaneo e reversibile

6.6 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

Tra le opere in progetto la realizzazione della galleria costituisce un elemento da attenzionare rispetto alla componente acque sotterranee in quanto determina durante la fase realizzativa la possibile alterazione del regime idrografico sotterraneo seppur circoscritto ad un ambito piuttosto ristretto. Gli effetti attesi sul sistema idrografico sotterraneo sono modesti in quanto la galleria insiste su un ambito vallivo e non intercetta la falda. Una volta terminati i lavori il sistema idrografico si riequilibra convergendo verso lo stato attuale. Pertanto l'impatto possibile rispetto alle acque sotterranee è temporaneo. Altro elemento sensibile e da curare con particolare attenzione è rappresentato dall'insieme delle operazioni di cantiere, in corrispondenza sia dei corsi d'acqua superficiali sia di possibili falde sotterranee. In particolare occorre porre attenzione ai possibili sversamenti accidentali determinati dai mezzi meccanici durante la realizzazione dell'opera.

Al fine di evitare quest'eventualità sarà onere dell'impresa esecutrice adottare tutte le misure necessarie per un'accurata prevenzione e in particolare:

- Prestare la massima attenzione durante il trasporto dei materiali;
- Impermeabilizzare la superficie di fondo destinata allo stoccaggio dei materiali;
- Coprire i materiali depositati con teli impermeabili, al fine di evitare lisciviazione di qualsivoglia sostanza;
- Non superare il limite di velocità all'interno dell'area di cantiere al fine di evitare la movimentazione di polveri che potrebbero depositarsi nel corpo idrico, aumentando i valori di torbidità,
- Adeguata formazione del personale impegnato nei lavori.

Al fine di prevenire e monitorare eventuali inquinamenti a carico delle acque in fase di progettazione definitiva sarà predisposto un Piano di Monitoraggio finalizzato sia alla verifica della qualità delle acque prima dell'inizio dei lavori e al controllo circa eventuali alterazioni delle stesse durante l'esecuzione dei lavori e in fase di esercizio delle opere. Il tutto sarà coordinato e condiviso con l'ARPAS.

6.7 IMPATTI SULLA BIODIVERSITÀ

Impatti su flora e vegetazione: L'area di progetto ricade, secondo la rielaborazione della carta dell'uso suolo proposta nel presente documento, su un'"Area a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione" caratterizzata da *vegetazione arbustiva o erbacea con alberi sparsi. Formazioni che possono derivare dalla degradazione della foresta o da una rinnovazione della stessa per ricolonizzazione di aree non forestali* e su "macchia mediterranea". Dall'analisi della flora è emerso che questa è costituita per la maggior parte da specie erbacee annuali o bienni, piante legnose o piccoli arbusti.

Le attività di cantiere determineranno modesti tagli di specie arbustive ed arboree interferenti e una ridotta perdita di vegetazione legata alla realizzazione delle opere di presa, della vasca di calma e della savanella a valle, oltre alla realizzazione dell'argine e alle attività di stabilizzazione di alcuni versanti franosi.

Le superfici interessate dalle attività sono piccole e interessano ambiti nei quali non si sono rinvenute specie rare o oggetto di tutela. L'area del cantiere è libera da alberature a causa dei frequenti interventi di pulizia necessari per assicurare l'accessibilità al sito.

Per mitigare gli impatti attesi a carico della vegetazione, in fase di cantiere, sono previste delle opere di rinverdimento finalizzate non solo ad armonizzare le opere con il contesto circostante ma a permettere all'ecosistema, di recuperare successivamente i disturbi introdotti con le opere. Nel progettare le opere di mitigazione si porrà particolare attenzione sia all'effettivo attecchimento delle specie impiantate, sia alla accurata scelta delle stesse in modo tale da renderle coerenti con le caratteristiche pedologiche del sito e prevenire il proliferare di specie alloctone infestanti. Per scongiurare il rischio che le piantumazioni non attecchiscano la scelta delle specie autoctone sarà indirizzata verso quelle che ben si adattano ai suoli acidi (specie acidofile) e specie calcifughe, proprie della serie di vegetazione dominante nell'area di progetto e presenti nella flora dell'area. Per quanto riguarda il rischio di introduzione di specie alloctone, si sceglieranno accuratamente le specie tra quelle indicate nella flora di Bunnari utilizzando materiale vegetale autoctono e certificato, si farà attenzione all'impiego di suolo vegetale privo semi di specie infestanti e si curerà l'esecuzione delle cure colturali nei primi anni dall'impianto.

Impatti sulla Fauna: In fase di cantiere l'impatto predominante sulla fauna è determinato dal disturbo indotto nell'area dalle lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'opera, ed in particolare dal rumore e dalle vibrazioni che provocheranno inevitabilmente l'allontanamento della fauna e il modesto taglio della vegetazione, rifugio per alcune specie animali. L'impatto in questo caso è da classificarsi come negativo poiché la costruzione dell'opera è un elemento di disturbo per le specie animali, ma è anche un disturbo che si può definire a breve termine e reversibile poiché limitato alla fase di cantiere e una volta cessate le lavorazioni, quindi i disturbi, la fauna potrà ricolonizzare l'area. Nelle successive fasi progettuali si provvederà a effettuare una attenta ricognizione della fauna finalizzata a stabilite eventuali interruzioni del cronoprogramma dei lavori in corrispondenza dei periodi di nidificazione dell'avifauna. Inoltre, durante l'esecuzione dei lavori si coinvolgerà un esperto naturalista al fine di monitorare e coordinare le attività di cantiere in modo compatibile con l'eventuale presenza di fauna selvatica.

Sempre in fase di cantiere, altri impatti possibili sono quelli a carico del macrozoobiotos: le comunità animali presenti nel Rio Bunnari hanno evidenziato, con la loro presenza e numerosità, complessivamente una situazione di buona qualità ambientale, questa può peggiorare in fase di cantiere a causa dei disturbi delle lavorazioni, come ad esempio l'apporto di polveri in acqua e il rischio che questo provochi una diminuzione dell'ossigeno disciolto; in generale il rischio è che venga meno l'equilibrio ecologico del corso d'acqua con scomparsa o spostamento, lontano dalla fonte di disturbo, delle specie più sensibili a favore di quelle più resistenti, determinando così una diminuzione della complessità dell'ecosistema ed un peggioramento della qualità ambientale. Al fine di evitare ciò, verranno prese tutte le misure per far sì che le lavorazioni non interrompano il deflusso minimo vitale delle acque, che vi sia un'attenta gestione delle stesse attraverso la programmazione di analisi periodiche al fine di valutare lo stato delle acque, unitamente all'assunzione di buone pratiche che evitino la contaminazione ambientale.

Impatti sull'ecosistema: il fiume è un ecosistema caratterizzato da una grande eterogeneità e frammentarietà dove le diverse componenti interagiscono tra loro in un continuo susseguirsi di stati di equilibrio differenti e temporanei a seconda della minore o maggiore disponibilità di acqua. Il rischio, operando in un'ambiente con tale complessità è quello di provocare dei danni anche irreversibili a tutto il sistema, in particolare, agendo sul fiume e di conseguenza nell'elemento acqua, questa può fare da mezzo al trasporto di inquinanti anche a distanza di parecchi chilometri dalla fonte del disturbo. Gli impatti possibili in fase di cantiere sull'ecosistema sono quindi quelli legati all'involontario sversamento nelle acque di materiali inquinanti che impongono un'adeguata formazione delle maestranze e la corretta organizzazione delle aree di cantiere e delle relative lavorazioni. Inoltre occorre sempre garantire il minimo deflusso vitale del fiume.

6.8 IMPATTO SUL PAESAGGIO E SUL TERRITORIO

Attualmente il sito d'intervento presenta un impatto paesaggistico determinato dalla scarsa gestione della vegetazione, scarsa manutenzione dei manufatti della diga e dalla interruzione del suo servizio, con la conseguente messa in evidenza dei manufatti che normalmente sono sommersi dall'acqua. In particolare il paramento della diga risulta completamente scoperto. Da questo punto di vista la riqualificazione complessiva dell'area permette un miglioramento in termini paesaggistici.

La collocazione dell'argine in posizione arretrata rispetto all'ansa del bacino lo rende poco visibile dai principali punti di visuale. Inoltre l'argine sarà oggetto di mitigazione attraverso idrosemina e nuove piantumazioni.

In relazione all'opera di presa si evidenzia l'impatto esercitato dalle strutture in elevazione. Per queste è previsto la realizzazione di muri con nucleo in c.a. all'interno di casseri prefabbricati prefiniti con rivestimento in pietra simile a quella presente nei manufatti esistenti. La scelta dei rivestimenti in pietra è dettata dalla necessità di armonizzare il nuovo manufatto con gli altri elementi della diga che hanno questo tipo di finitura. Lo sfioratore verrà rivestito con uno strato di acciaio COR-TEN, che una volta acquisita la tipica colorazione dovuta all'ossidazione favorirà l'integrazione del manufatto con il contesto naturale circostante.

L'argine sarà oggetto di rinaturalizzazione tramite idrosemina e piantumazione di specie arboree e arbustive. La vasca di dissipazione prevede la realizzazione di una scogliera, realizzata con massi ciclopici provenienti dalle attività di scavo all'interno del cantiere. Pertanto, il rivestimento della vasca acquisirà un aspetto del tutto simile alla roccia già presente in situ. In corrispondenza dello sfioratore si rileva la presenza di versanti franosi che saranno stabilizzati mediante la realizzazione di prati armati.

Questa tecnica consente di ottenere ottimi risultati sotto diversi aspetti, legati in particolare al contrasto dell'erosione, alla rinaturalizzazione e alla conservazione del suolo, e al contempo assicura un buon inserimento paesaggistico.

6.9 IMPATTO SULLA SALUTE UMANA E RISCHIO INCIDENTI E/O CALAMITÀ

Le opere in progetto non comportano rischi per la salute umana, anzi esse sono rivolte alla fruizione in sicurezza del sito. Tutti materiali impiegati nella realizzazione dell'intervento dovranno rispettare i requisiti previsti dalla normativa vigente. Le opere in progetto consistono in interventi di movimentazione delle terre, scavi e rilevati, modesti getti in calcestruzzo, modesti interventi edilizi sui manufatti, mitigazioni ambientali. L'insieme delle lavorazioni determina la formazione di polveri che dovranno essere abbattute, controllate mediante la bagnatura continua sia delle piste di cantiere sia delle aree di movimentazione e scavo, al fine di limitare al minimo la dispersione delle stesse in atmosfera. L'ambito di intervento è costituito da un'area piuttosto isolata, in aperta campagna, delimitata da recinzioni e interdetta all'accesso da parte di estranei. Pertanto, le attività di cantiere interesseranno esclusivamente gli addetti ai lavori che sono debitamente protetti e formati per operare in sicurezza. Non si segnalano pertanto coinvolgimenti della popolazione rispetto alle attività di cantiere. Si segnala come l'area vasta in cui ricade l'intervento non ospita siti industriali o attività produttive inquinanti, essendo caratterizzata da attività agro pastorali. Si rileva la presenza di un ovile a circa 500m dal sito di intervento che dovrà essere adeguatamente protetto dalle polveri generate dal cantiere.

Il rischio incidenti durante le attività di cantiere dovrà essere scongiurato attraverso il rigido rispetto della vigente normativa in materia di sicurezza. Il personale che a vario titolo opererà nell'area di cantiere dovrà essere altamente formato, così come previsto D.lgs 81/08 e s.m.i., al fine di conoscere tutti i possibili rischi e misure di protezione previste per le specifiche lavorazioni. Tutte le lavorazioni dovranno rispettare le indicazioni del Piano di Sicurezza e Coordinamento e i rispettivi allegati.

L'intervento in progetto ha come finalità primaria la sicurezza idraulica del sito, attraverso la realizzazione di un'opera idraulica dimensionata per il picco di portata dell'evento millenario $T_r=1000$, pari a $Q=194.47 \text{ m}^3/\text{s}$. Inoltre attraverso l'intervento in progetto si rendono fruibili in sicurezza i manufatti storici presenti nel sito. Allo stato attuale i manufatti presentano potenziali rischi derivanti principalmente dal crollo della copertura dell'edificio filtri e dal dissesto della pavimentazione, e dal rischio caduta dall'alto sul coronamento della diga. Pertanto, le opere in progetto prevedono la realizzazione di una nuova copertura e pavimentazione per l'edificio filtri e la sostituzione e integrazione dei parapetti sul coronamento della diga. I percorsi di accesso all'area saranno protetti attraverso opportune recinzioni.

6.10 Piano di monitoraggio ambientale

Per verificare in modo oggettivo e tempestivo la corretta valutazione degli impatti riconducibili all'esecuzione delle opere in progetto e verificare l'efficacia delle opere di mitigazione, sarà redatto un apposito Piano di monitoraggio ambientale in sede di progettazione definitiva, concordato con l'ARPAS, destinato ad analizzare l'evoluzione dello stato delle componenti ambientali maggiormente interessate dagli interventi, in funzione di quanto descritto ai paragrafi precedenti e nello specifico: Acque superficiali, Vegetazione e Suolo. Il piano coprirà le fasi di Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam e definirà modalità di analisi e controlli, tempistica, soggetti coinvolti, azioni da attuare in corrispondenza di eventuali superamenti delle soglie prestabilite.

Per la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale si prenderanno quale riferimento tecnico i seguenti documenti:

- le Linee Guida ISPRA per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA;
- le Indicazioni tecniche per la predisposizione di piani di monitoraggio ambientale (PMA) delle Derivazioni idroelettriche redatte da ARPA Lombardia (rev. 2020).

7 CARATTERISTICHE DELL'IMPATTO POTENZIALE IN FASE DI ESERCIZIO

Gli impatti connessi con l'esercizio dell'opera in progetto si riconducono alle seguenti tipologie:

- Impatti sull'inquinamento atmosferico;
- Effetti su suolo e sottosuolo
- Rumore e vibrazioni;
- Impatti su acque superficiali e sotterranee;
- Impatti sul contesto naturalistico;
- Impatti sulla biodiversità
- Impatti su paesaggio e territorio
- Impatti sulla salute umana.
- Effetti sul sistema socio economico;

7.1 IMPATTI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'intervento in progetto non determina incrementi nei flussi veicolari o emissioni inquinanti in atmosfera, pertanto non si prevedono impatti significativi in fase di esercizio sulla componente in esame.

7.2 EFFETTI SU SUOLO E SOTTOSUOLO

In fase di esercizio non si segnalano significativi impatti a carico della componente suolo e sottosuolo. Inoltre, una volta realizzate le opere in progetto non si rilevano ulteriori sottrazioni di suolo in fase di esercizio.

Nella fase di esercizio la modificazione del suolo è legata all'ingombro delle opere in progetto, che prevedono la costruzione di un argine (1), di un bypass idraulico costituito da una galleria sotterranea (2), da un'opera di captazione costituita da un muro con stramazzo superiore Scimemi-Creager a 3 settori (3) e da un bacino di smorzamento a valle della galleria, con successiva savanella di unione al Rio Bunnari.

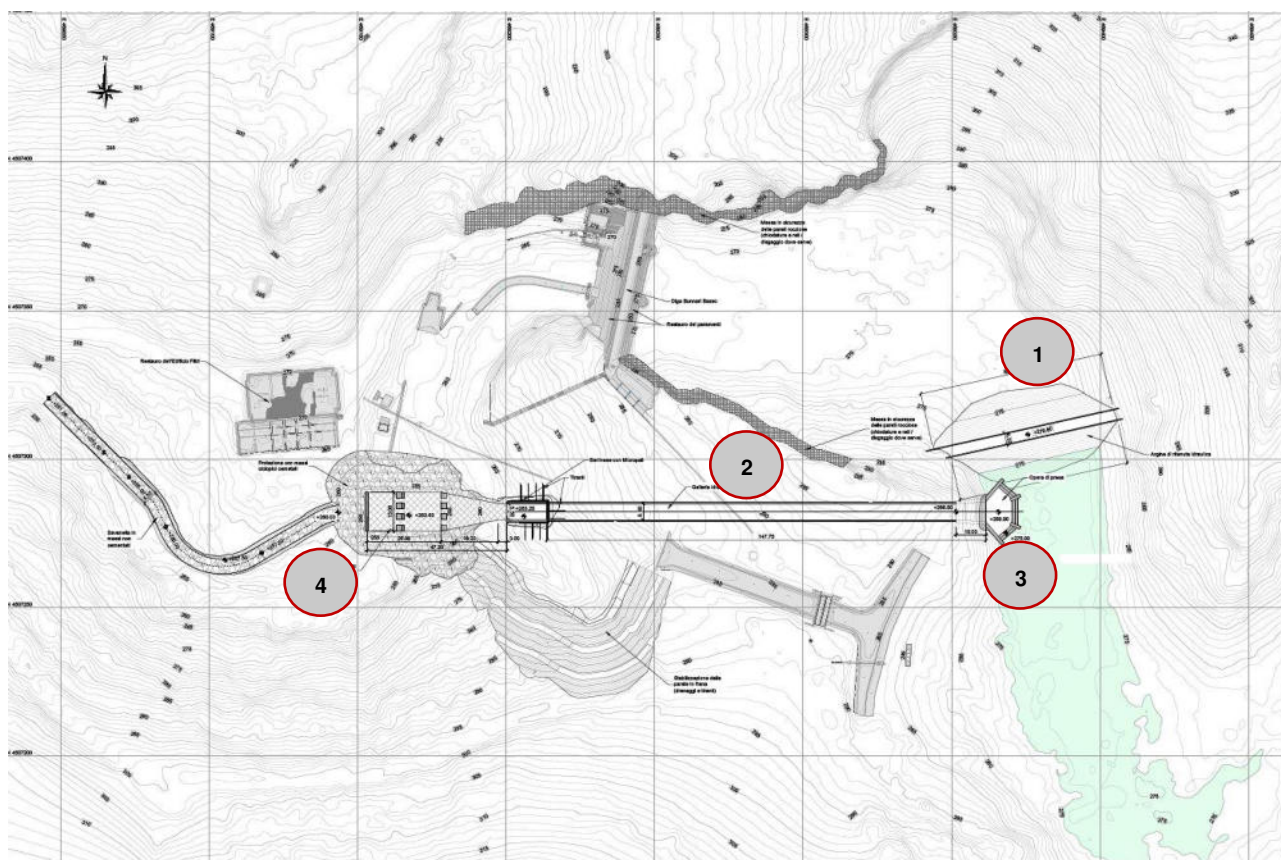


Figura 63 Stralcio planimetria delle opere in progetto.

La superficie occupata dalle opere corrisponde a circa 4188 mq, parte dei quali saranno interessati da opere di mitigazione quali piantumazioni, idrosemina e sistemazioni a verde, che avranno lo scopo di evitare l'erosione del suolo, oltre che integrare la presenza dell'opera nel contesto ambientale. Alle aree interessate dalle opere di mitigazione, si aggiunge una quota derivante dalla demolizione delle vasche adiacenti l'edificio filtri: l'area attualmente occupata dalle vasche sarà rinaturalizzata costituendo pertanto elemento positivo rispetto all'impatto sull'occupazione del suolo. Vengono infatti restituiti alla naturalità circa 391 mq.

Le superfici di occupazione del suolo specifiche delle opere sono riportate in tabella:

Opere in progetto	Occupazione suolo [mq]	Ubicazione	Fase di cantiere
Argine	1625	Alveo del rio Bunnari	Sottrazione di vegetazione esistente
Opera di presa	195	Alveo del rio Bunnari	Sottrazione di vegetazione esistente
Vasca di calma	1731	Alveo del rio Bunnari	Sottrazione di vegetazione esistente
Savanella in massi	637	Alveo del rio Bunnari	Sottrazione di vegetazione esistente
Totale	4188 mq		

Come sottolineato nei paragrafi precedenti, le opere saranno soggette ad opere di mitigazione. Si veda di seguito la tabella con le mitigazioni proposte per le opere in progetto.

Opere in progetto	Fase di esercizio
Argine	Mitigazione dell'impatto con la sistemazione a verde delle scarpate
Opera di presa	Mitigazione paesaggistica del manufatto
Vasca di calma	Mitigazione paesaggistica del manufatto, con il tempo tende a un rinverdimento
Savanella in massi	Col tempo tende al ripristino della naturalità
Demolizione vasche edificio filtri	Col tempo tende al ripristino della naturalità

7.3 RUMORE E VIBRAZIONI

In fase di esercizio non si prevedono impatti acustici rilevanti.

7.4 IMPATTI SU ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

In fase di esercizio non si prevedono impatti a carico delle acque superficiali e sotterranee in quanto l'intervento in progetto non interviene sul deflusso attuale del rio Bunnari e il regime idraulico sotterraneo una volta terminata la realizzazione della galleria ripristina il suo naturale equilibrio.

7.5 IMPATTI SUL CONTESTO NATURALISTICO

Sotto il profilo naturalistico non si prevedono impatti particolarmente significativi in fase di esercizio, le opere di mitigazione a regime determineranno l'integrazione delle opere in progetto con il contesto ambientale.

L'intervento in progetto è finalizzato alla messa in sicurezza del sito e teso a preservare la diga storica prevenendo dissesti e crolli che possono concorrere a danneggiare o alterare significativamente il contesto ambientale consolidato negli anni.

Sotto il profilo morfologico si segnala il nuovo argine che grazie al rinverdimento delle scarpate sarà integrato nel contesto.

7.6 IMPATTI SULLA BIODIVERSITÀ

Impatti sulla flora e vegetazione: l'opera in progetto, durante la fase di esercizio non prevede impatti significativi sulla componente floristica, della fascia riparia e non; la flora dell'area è comune nell'isola, resiliente ed in grado di adattarsi a condizioni di presenza ed assenza di acqua. I modesti tagli e sottrazione di vegetazione conseguenti alla realizzazione delle opere in progetto saranno velocemente riassorbiti grazie alla naturale propensione della vegetazione a colonizzare i nuovi ambiti integrandoli al contesto circostante. Il tutto è favorito dalla presenza di un ambiente umido che permette un rapido sviluppo delle specie vegetali. Accanto al naturale processo descritto si hanno le piantumazioni e rinverdimenti determinati dalle mitigazioni che determinano positive ricadute sull'ecosistema della valle, favorendo la creazione di nuovi microhabitat per le specie animali.

Impatti sulla fauna: in fase di esercizio l'opera non provoca disturbi diretti sulla componente macrofaunistica. Si presume infatti che cessate le lavorazioni, le specie animali possano ricolonizzare l'area. Relativamente al Macrozoobentos non si rilevano impatti di sorta in fase di esercizio in quanto non si interviene in alcun modo sul deflusso del rio Bunnari.

7.7 IMPATTO SU PAESAGGIO E TERRITORIO

Attualmente il sito, d'intervento risulta degradato per la scarsa gestione dei manufatti e dell'ambiente circostante. Attraverso le opere in progetto, lo scopo è quello di riqualificare l'area permettendo un miglioramento complessivo in termini paesaggistici.

Le opere e l'intera area saranno oggetto di mitigazioni attraverso idrosemina e nuove piantumazioni, unitamente all'utilizzo di materiali e texture che ben si adattano al contesto naturale.

In particolare, in relazione all'opera di presa si evidenzia l'impatto esercitato dalle strutture in elevazione. Per queste è prevista la realizzazione di muri con nucleo in c.a. all'interno di casseri prefabbricati prefiniti con rivestimento in pietra simile a quella presente nei manufatti esistenti.

Lo sfioratore verrà rivestito con uno strato di acciaio COR-TEN, la cui colorazione ben si integra con il contesto naturale circostante.

L'argine sarà oggetto di rinaturalizzazione tramite idrosemina e piantumazione di specie arboree e arbustive. La vasca di dissipazione prevede la realizzazione di una scogliera, realizzata con massi ciclopici provenienti dalle attività di scavo all'interno del cantiere. Pertanto, il rivestimento della vasca acquisirà un aspetto del tutto simile alla roccia già presente in situ. In corrispondenza dello sfioratore si rileva la presenza di versanti franosi che saranno stabilizzati mediante la realizzazione di prati armati; sia la vasca che i versanti stabilizzati, potranno essere naturalmente ricolonizzati dalla vegetazione.

Si segnala che il progetto in esame ha ottenuto il parere favorevole dell'Ufficio Tutela e Paesaggio con nota prot. 29329 del 07/06/2022.

7.8 IMPATTO SULLA SALUTE UMANA

La realizzazione delle opere non comporterà alcun impatto diretto sulla salute. Se si prende in considerazione la messa in sicurezza idraulica, la stabilizzazione delle scarpate e la messa in sicurezza dei manufatti, si possono certamente definire positive ricadute.

7.9 EFFETTI SUL SISTEMA SOCIO ECONOMICO

La messa in sicurezza dello sbarramento storico sul Bunnari basso permette di preservare l'importante monumento e pone le basi per una futura riconversione in chiave turistica del sito, per la quale occorrono ulteriori progetti e investimenti che esulano dal presente intervento.

8 CONCLUSIONI

Scopo del presente Studio Preliminare Ambientale, previsto per la procedura di Verifica di Assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 19 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., è quello di verificare se l'esercizio e la realizzazione degli interventi di "Dismissione della Diga di Bunnari Basso e Progettazione delle opere di sistemazione idraulica connesse" possano causare un impatto ambientale significativo, nonché di identificare le eventuali misure per la mitigazione degli impatti individuati.

Nello studio in oggetto sono stati valutati gli impatti riferiti alla fase di cantiere e quelli riferiti alla fase di esercizio della diga dismessa, questi ultimi associati alla realizzazione degli interventi di progetto.

In conclusione, vista la modesta rilevanza degli impatti ambientali conseguenti alla fase di cantiere, considerando le finalità dell'opera e gli aspetti positivi derivanti dalla messa in sicurezza della diga, si ritiene che, complessivamente, gli impatti ambientali associati all'intervento siano poco significativi e comunque integralmente mitigati in funzione di quanto descritto nel presente elaborato. Gli eventuali impatti ambientali dell'intervento saranno inoltre oggetto di presidio ambientale tramite l'attuazione del previsto Piano di Monitoraggio Ambientale sintetizzato al Paragrafo 6.10.



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE
DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R001_1 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

9 ALLEGATI

1. Elenco floristico di Bunnari;
2. Lista delle comunità Bentoniche del rio Bunnari;
3. Schede di analisi della vegetazione delle aree di intervento.

Flora di Bunnari				
	FAMIGLIA	SPECIE	FORMA BIO	AREA
1	ACANTHACEAE	<i>Acanthus mollis</i> L.	H scap	Sottobosco, margine dei sentieri, luoghi ombrosi umidi.
2	AIZOACEAE	<i>Carpobrotus acinaciformis</i> (L.) L.Bolus	CH	
3	ALISMATACEAE	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	I rad	Idrofita del rio.
4	AMARANTHACEAE	<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. maritima (L.) Arcang.	H scap	Margine dei sentieri, zone ruderali.
5	AMARYLLIDACEAE	<i>Allium roseum</i> L. var. <i>bulbilliferum</i> Vis.	G bulb	Margine dei sentieri, prato, gariga, luoghi erbosi.
6	AMARYLLIDACEAE	<i>Allium subhirsutum</i> L. <i>subhirsutum</i>	G bulb	Margine dei sentieri, radure.
7	AMARYLLIDACEAE	<i>Allium triquetrum</i> L.	G bulb	Margine dei sentieri, prato, gariga.
8	AMARYLLIDACEAE	<i>Charybdis purpurascens</i> (J.Jacq.) J.-M.Tison	G. bulb	Gariga.
9	AMARYLLIDACEAE	<i>Lilium candidum</i> L.	G bulb	Luoghi erbosi, gariga macchiosa.
10	AMARYLLIDACEAE	<i>Loncomelos narbonense</i> (L.) Raf.	G. bulb	Prato, luoghi erbosi.
11	AMARYLLIDACEAE	<i>Loncomelos pyrenaicum</i> (L.) L.D.Hrouda	G. bulb	Gariga, prato.
12	AMARYLLIDACEAE	<i>Narcissus tazetta</i> L. subsp. <i>tazetta</i>	G bulb	
13	AMARYLLIDACEAE	<i>Narcissus tazetta</i> L. subsp. <i>aureus</i> (Loisel.) Bake	G bulb	Luoghi erbosi.
14	AMARYLLIDACEAE	<i>Ornithogalum pyrenaicum</i> L.	G. bulb	Prato, luoghi erbosi.
15	ANACARDIACEAE	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	P caesp	Gariga rupestre, lembi residui di macchia, margine del bosco.
16	APIACEAE	<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	T	Margine dei sentieri.
17	APIACEAE	<i>Anethum piperitum</i> Ucria	H scap	Lembi residui di macchia, margine dei sentieri, gariga rupestre, prato
18	APIACEAE	<i>Apium graveolens</i> L.	H scap	Sentieri ombrosi; subspontaneo.
19	APIACEAE	<i>Conium maculatum</i> L. subsp. <i>maculatum</i>	H scap	Rio scoperto.
20	APIACEAE	<i>Eryngium campestre</i> L.	H scap	Gariga.
21	APIACEAE	<i>Eryngium tricuspidatum</i> L. s.l.	H scap	
22	APIACEAE	<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J.Koch subsp. <i>nodiflorum</i>	H scap	Luoghi acquitrinosi, rivoli, letto del rio.
23	APIACEAE	<i>Magydaris pastinacea</i> (Lam.) Paol.	H scap	Luoghi erbosi.
24	APIACEAE	<i>Oenanthe crocata</i> L.	H scap	Letto del rio.
25	APIACEAE	<i>Oenanthe silaifolia</i> M.Bieb.	H scap	Rio e sponde.
26	APIACEAE	<i>Pimpinella peregrina</i> L.	H scap	Siepi, luoghi erbosi.
27	APIACEAE	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	T	Margine dei sentieri, luoghi erbosi.
28	APIACEAE	<i>Smyrniium perfoliatum</i> L. subsp. <i>rotundifolium</i> (Mill.) Bonnier & Layens	H scap	Margine dei sentieri, zone ruderali.
29	APIACEAE	<i>Tordylium apulum</i> L.	T	Margine dei sentieri.
30	APIACEAE	<i>Tordylium maximum</i> L.	T	Margine dei sentieri.
31	APIACEAE	<i>Torilis arvensis</i> (Hudson) Link	T	Lembi residui di macchia.
32	APOCINACEAE	<i>Vinca difformis</i> Pourr. subsp. <i>sardoa</i> Stearn	Ch rept	
33	ARACEAE	<i>Arisarum vulgare</i> O.Targ.Tozz. subsp. <i>vulgare</i>	G rhiz	Margine dei sentieri, sottobosco.
34	ARACEAE	<i>Arum italicum</i> Mill. subsp. <i>italicum</i>	G rhiz	Prato, sottobosco, margine dei sentieri.
35	ARALIACEAE	<i>Hedera helix</i> L. ssp. <i>helix</i>	P lian	Rive del rio, sottobosco, margine dei sentieri, muretti a secco.
36	ASPARAGACEAE	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	G rhiz.	Lembi residui di macchia, sottobosco, margine dei sentieri, rive del rio scoperto.
37	ASPARAGACEAE	<i>Asparagus albus</i> L.	Ch suffr	Margine dei sentieri, luoghi erbosi.
38	ASPARAGACEAE	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	G bulb	Lembi residui di macchia.
39	ASPARAGACEAE	<i>Prospero autumnale</i> (L.) Speta	G. bulb	Gariga.
40	ASPARAGACEAE	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	G rhiz	Sottobosco, radure del bosco.
41	ASPHODELACEAE	<i>Asphodelus ramosus</i> L. subsp. <i>ramosus</i>	G rhiz	Landa rupestre; luoghi aridi.
42	ASPLENIACEAE	<i>Asplenium ceterach</i> L. ssp. <i>ceterach</i>	H ros	Rocce, vecchi muri.
43	ASPLENIACEAE	<i>Asplenium onopteris</i> L.	H ros	Sottobosco, rupi e muri ombrosi.
44	ASPLENIACEAE	<i>Asplenium scolopendrium</i> L. ssp. <i>scolopendrium</i>	H ros	Rio incassato.
45	ASPLENIACEAE	<i>Asplenium trichomanes</i> L. ssp. <i>quadrivalens</i> D.E. Meyer	H ros	Bosco, rupi e muretti a secco, luoghi umidi e ombrosi.
46	ASTERACEAE	<i>Xanthium strumarium</i> L.	T	
47	ASTERACEAE	<i>Achillea ligustica</i> All.	H scap	Margine dei sentieri, luoghi erbosi aridi.
48	ASTERACEAE	<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.	H scap	Radure del bosco, in prossimità del rio.
49	ASTERACEAE	<i>Artemisia arborescens</i> (Vaill.) L.	NP	Gariga rupestre, zona ruderale delle cave, lembi residui di macchia.
50	ASTERACEAE	<i>Bellis annua</i> L.	T scap	
51	ASTERACEAE	<i>Bellis perennis</i> L.	H ros	Prato, margine dei sentieri, luoghi ombrosi.
52	ASTERACEAE	<i>Bellis sylvestris</i> Cirillo	H ros	Luoghi erbosi.
53	ASTERACEAE	<i>Bellium bellidioides</i> L.	H ros	
54	ASTERACEAE	<i>Calendula arvensis</i> L. s.l.	T	Margine dei sentieri, prato.
55	ASTERACEAE	<i>Carlina corymbosa</i> L.	H scap	Tratti ruderali asciutti.
56	ASTERACEAE	<i>Carlina racemosa</i> L.	T	Luoghi ruderali asciutti.
57	ASTERACEAE	<i>Carthamus caeruleus</i> L.	H scap	Margine dei sentieri.
58	ASTERACEAE	<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	H scap.	Margine dei sentieri, radure del bosco.
59	ASTERACEAE	<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>schouwii</i> (DC.) Gugler	H scap	Prato.
60	ASTERACEAE	<i>Cichorium inthybus</i> L.	H scap	Margine dei sentieri e della strada.
61	ASTERACEAE	<i>Cirsium scabrum</i> (Poir.) (Poir.) Bonnet & Barratte	H scap	Margine del prato.
62	ASTERACEAE	<i>Crepis vesicaria</i> L. s.l.	T	Margine dei sentieri.
63	ASTERACEAE	<i>Crupina crupinastrum</i> (Moris) Vis.	T	Margine dei sentieri.
64	ASTERACEAE	<i>Cynara cardunculus</i> L. ssp. <i>cardunculus</i>	H scap	Zone ruderali.

65	ASTERACEAE	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	H scap	Gariga, bordi della strada, prato.
66	ASTERACEAE	<i>Eupatorium cannabinum</i> L. subsp. <i>cannabinum</i>	H scap	Rio, rivoli, luoghi umidi.
67	ASTERACEAE	<i>Galactites tomentosus</i> Moench	H scap;	Prato.
68	ASTERACEAE	<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G.Don subsp. <i>tyrrhenicum</i> (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany	Ch suffr	Gariga.
69	ASTERACEAE	<i>Hyoseris radiata</i> L.	H ros	Margine dei sentieri, lembi residui di macchia, prato.
70	ASTERACEAE	<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.	T	Prato, margine dei sentieri, sentieri del bosco.
71	ASTERACEAE	<i>Hypochoeris radicata</i> L.	H ros	Prato, margine dei sentieri, sentieri del bosco.
72	ASTERACEAE	<i>Jacobaea delphiniifolia</i> (Vahl) Pelser & Veldkamp	T	Margine dei sentieri, siepi.
73	ASTERACEAE	<i>Leontodon tuberosus</i> L.	H ros	Lembi residui di macchia.
74	ASTERACEAE	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	T	Margine dei sentieri.
75	ASTERACEAE	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass. subsp. <i>spinosa</i>	T	Gariga rupestre.
76	ASTERACEAE	<i>Pentanema squarrosum</i> (L.) D.Gut.Larr., Santos-Vicente, Anderb., E.Rico & M.M.Mart.Ort.	H scap	Margine dei sentieri, radure del bosco.
77	ASTERACEAE	<i>Petasites pyrenaicus</i> (L.) G.López	G rhiz	Rive del rio.
78	ASTERACEAE	<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC.	Ch suffr	Gariga.
79	ASTERACEAE	<i>Phagnalon sordidum</i> (L.) Rchb.	Ch suffr	Gariga rupestre.
80	ASTERACEAE	<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	H scap	Lungo il rio.
81	ASTERACEAE	<i>Pulicaria odora</i> (L.) Rchb.	H scap	Margine dei sentieri.
82	ASTERACEAE	<i>Pulicaria sicula</i> (L.) Moris	T	Luoghi umidi presso il rio.
83	ASTERACEAE	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	H scap	Margine dei sentieri.
84	ASTERACEAE	<i>Rhagadiolus edulis</i> Gaertner	T	Luoghi ombrosi e umidi.
85	ASTERACEAE	<i>Senecio leucanthemitolius</i> Poiret	T	Margine dei sentieri.
86	ASTERACEAE	<i>Senecio vulgaris</i> L. s.l.	T	Radure del bosco, luoghi erbosi.
87	ASTERACEAE	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	H scap	Tratti erbosi, margine dei sentieri.
88	ASTERACEAE	<i>Sonchus arvensis</i> L. ssp. <i>arvensis</i>	H scap	Margine dei sentieri.
89	ASTERACEAE	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball	T	Gariga rupestre, lembi residui di macchia.
90	ASTERACEAE	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F.W.Schmidt	H scap	Margine dei sentieri, prato.
91	BORAGINACEAE	<i>Anchusa azurea</i> Mill.	H scap	Prato, luoghi erbosi.
92	BORAGINACEAE	<i>Borago officinalis</i> L.	T	Margine dei sentieri, zone ruderali.
93	BORAGINACEAE	<i>Cerinthe major</i> L. ssp. <i>major</i>	T	Luoghi erbosi.
94	BORAGINACEAE	<i>Cynoglossum creticum</i> Mill.	H scap	Prato, zone ruderali.
95	BORAGINACEAE	<i>Echium italicum</i> L. s.l.	H scap	Prato, zone ruderali.
96	BORAGINACEAE	<i>Echium parviflorum</i> Moench	T/H scap	Prato.
97	BORAGINACEAE	<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill subsp. <i>arvensis</i>	T	Prato.
98	BORAGINACEAE	<i>Myosotis discolor</i> Perso ssp. <i>discolor</i>	T	Radure del bosco.
99	BORAGINACEAE	<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel subsp. <i>ramosissima</i>	T	Radure del bosco.
100	BRASSICACEAE	<i>Arabis verna</i> (L.) W.T.Aiton	T	Margine dei sentieri.
101	BRASSICACEAE	<i>Brassica napus</i> L.	T	Bordo del prato, radure del bosco.
102	BRASSICACEAE	<i>Brassica rapa</i> L.	H	
103	BRASSICACEAE	<i>Capsella rubella</i> Reut.	T	Prato, luoghi erbosi.
104	BRASSICACEAE	<i>Cardamine hirsuta</i> L.	T scap	
105	BRASSICACEAE	<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.	H scap	Margine dei sentieri e della strada.
106	BRASSICACEAE	<i>Draba verna</i> L.	T	Margine dei sentieri, vecchi muri.
107	BRASSICACEAE	<i>Draba verna</i> L. subsp. <i>praecox</i> (Steven) Rouy & Foucaud	H scap	
108	BRASSICACEAE	<i>Lepidium graminifolium</i> L. subsp. <i>graminifolium</i>	H scap;	Margine dei sentieri, radure del bosco.
109	BRASSICACEAE	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	H scap/Ch suffr	Margine dei sentieri, rupi.
110	BRASSICACEAE	<i>Nasturtium officinale</i> W.T.Aiton	H rept.	Rivoli, letto del rio.
111	BRASSICACEAE	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	T	Margine dei sentieri.
112	BRASSICACEAE	<i>Sinapis alba</i> L. ssp. <i>alba</i>	T	Margine dei sentieri e delle strade.
113	BRASSICACEAE	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	T	Radura del bosco.
114	CACTACEAE	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	p succ	Rupi.
115	CAMPANULACEAE	<i>Campanula erinus</i> L.	T	Lembi residui di macchia, riva del rio coperto.
116	CAPPARACEAE	<i>Capparis spinosa</i> L. s.l.	NP	Rupi.
117	CAPRIFOLIACEAE	<i>Lonicera implexa</i> Aiton subsp. <i>implexa</i>	P lian	Gariga rupestre, macchia, siepi, sottobosco.
118	CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum tinus</i> L. subsp. <i>tinus</i>	P caesp	Macchia, bosco.
119	CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss. subsp. <i>leptoclados</i>	T SCAP	
120	CARYOPHYLLACEAE	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	T	Prato.
121	CARYOPHYLLACEAE	<i>Petrorhagia prolifera</i> (L.) P.W.Ball & Heywood	T	Margine dei sentieri, radure asciutte del bosco.
122	CARYOPHYLLACEAE	<i>Silene latifolia</i> Poiret	H scap	Radure del bosco, gariga rupestre, sottobosco, margine dei sentieri.
123	CARYOPHYLLACEAE	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke ssp. <i>vulgaris</i>	H scap	Margine dei sentieri.
124	CARYOPHYLLACEAE	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	T	Prato.
125	CELASTRACEAE	<i>Euonymus europaeus</i> L.	P caesp	Siepi.
126	CISTACEE	<i>Cistus creticus</i> L. s.l.	NP	Macchia, radure del bosco.
127	CISTACEE	<i>Cistus salviifolius</i> L.	NP	Macchia, radure del bosco.
128	CISTACEE	<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Spach ex Webb	Ch	Gariga.
129	CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	H scand	Gariga rupestre, macchia, margine dei sentieri, siepi del rio.
130	CONVOLVULACEAE	<i>Convolvulus silvaticus</i> Kit.	H scand	Siepi del rio, margine dei sentieri.
131	CRASSULACEAE	<i>Petrosedum sediforme</i> (Jacq.) Grulich subsp. <i>sediforme</i>	Ch succ	Gariga rupestre.
132	CRASSULACEAE	<i>Phedimus stellatus</i> (L.) Raf.	T	Margine dei sentieri.

133	CRASSULACEAE	<i>Sedum album</i> L. subsp. <i>micranthum</i> (Bast. ex DC.) Syme	Ch succ	Gariga rupestre, rocce del bosco.
134	CRASSULACEAE	<i>Sedum caespitosum</i> (Cav.) DC.	T	Gariga rupestre.
135	CRASSULACEAE	<i>Sedum dasyphyllum</i> L.	Ch succ	
136	CRASSULACEAE	<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	G bulb	Gariga rupestre, rocce umide del bosco, rive del rio, margine dei sentieri.
137	CYPERACEAE	<i>Carex distans</i> L.	H caesp	Zone acquitrinose, rive del rio.
138	CYPERACEAE	<i>Carex divulsa</i> Stokes	H caesp	Siepe costeggiante il rio.
139	CYPERACEAE	<i>Carex flacca</i> Schreb. subsp. <i>erythrostachys</i> (Hoppe) Holub	G rhiz	Bosco, margine dei sentieri.
140	CYPERACEAE	<i>Carex hispida</i> Willd. ex Schkuhr	G rhiz	Tratti acquitrinosi, rive del rio.
141	CYPERACEAE	<i>Carex pendula</i> Huds.	H caesp	Rive del rio.
142	DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin	G rad	Lembi residui di macchia, rive del rio scoperto, siepi, sottobosco.
143	DIPSACACEAE	<i>Dipsacus ferox</i> Loisel.	H scap	Prato, rive del rio scoperto.
144	DIPSACACEAE	<i>Sixalix atropurpurea</i> (L.) Greuter & Burdet	H scap	Gariga rupestre.
145	EQUISETACEAE	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	G rhiz	Luoghi umidi.
146	EQUISETACEAE	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	G. rhiz	Rive del rio, luoghi umidi.
147	ERICACEAE	<i>Arbutus unedo</i> L.	P caesp	Bosco, macchia.
148	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia characias</i> L.	NP	Margine dei sentieri.
149	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia helioscopia</i> L. subsp. <i>helioscopia</i>	T	Prato.
150	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia pithyusa</i> L. subsp. <i>cupanii</i> (Guss. ex Bertol.) Radcl.-Sm.	Ch. suffr	Lembi residui di macchia.
151	FABACEAE	<i>Anagyris foetida</i> L.	P caesp	Margine dei sentieri, macchia, rupi soleggiate.
152	FABACEAE	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>rubriflora</i> (DC.) Arcang.	H scap	Gariga rupestre, margine dei sentieri.
153	FABACEAE	<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H.Stirt.	H scap	Gariga rupestre, lembi residui di macchia.
154	FABACEAE	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	P scap	Residuo di macchia.
155	FABACEAE	<i>Dorycnium rectum</i> (L.) Ser.	Ch. suffr	Sponde del rio, luoghi umidi, gariga rupestre.
156	FABACEAE	<i>Lathyrus aphaca</i> L. subsp. <i>aphaca</i>	T	Luoghi erbosi.
157	FABACEAE	<i>Lathyrus cicera</i> L.	T	Margine dei sentieri.
158	FABACEAE	<i>Lathyrus clymenum</i> L.	T	Siepi, margine dei sentieri.
159	FABACEAE	<i>Lathyrus hirsutus</i> L.	T	Siepi.
160	FABACEAE	<i>Lathyrus ochrus</i> (L.) DC.	T	Siepi, margine dei sentieri.
161	FABACEAE	<i>Lathyrus oleraceus</i> Lam. subsp. <i>biflorus</i> (Raf.) H. Schaef., Coulot & Rabaute	T	Siepi.
162	FABACEAE	<i>Lotus cytisoides</i> L.	Ch. suffr	Margine dei sentieri.
163	FABACEAE	<i>Lotus edulis</i> L.	T	Gariga rupestre.
164	FABACEAE	<i>Lotus tetragonolobus</i> L.	T	Prato, lembi residui di macchia.
165	FABACEAE	<i>Medicago arabica</i> (L.) Hudson	T	Prato.
166	FABACEAE	<i>Medicago murex</i> Willd.	T	Prato.
167	FABACEAE	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) BartaL.	T	Luoghi erbosi.
168	FABACEAE	<i>Medicago rigidula</i> (L.) All.	T scap	
169	FABACEAE	<i>Medicago rugosa</i> Desr.	T scap	
170	FABACEAE	<i>Ononis natrix</i> L. subsp. <i>natrix</i>	Ch suffr	
171	FABACEAE	<i>Ononis pusilla</i> L. subsp. <i>pusilla</i>	H SCAP	
172	FABACEAE	<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>spinosa</i>	Ch. suffr	Prato, lembi residui di macchia.
173	FABACEAE	<i>Ononis viscosa</i> L. subsp. <i>breviflora</i> (DC.) Nyman	T	Margine dei sentieri.
174	FABACEAE	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	P	Margine dei sentieri, del bosco e in prossimità del rio.
175	FABACEAE	<i>Spartium junceum</i> L.	P caesp	Gariga, radure del bosco, macchia e lembi residui.
176	FABACEAE	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	T	Prato.
177	FABACEAE	<i>Trifolium fragiferum</i> L. subsp. <i>fragiferum</i>	Ch rept	
178	FABACEAE	<i>Trifolium pratense</i> L.	H scap.	Prato.
179	FABACEAE	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	H REPT	
180	FABACEAE	<i>Trifolium stellatum</i> L.	T	Prato.
181	FABACEAE	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	T rept	
182	FABACEAE	<i>Trigonella elegans</i> (Salzm. ex Ser.) Coulot & Rabaute	T	Gariga, margine dei sentieri.
183	FABACEAE	<i>Trigonella italica</i> (L.) Coulot & Rabaute	T	Gariga, margine dei sentieri.
184	FABACEAE	<i>Trigonella sulcata</i> (Desf.) Coulot & Rabaute	T	Gariga, margine dei sentieri.
185	FABACEAE	<i>Vicia angustifolia</i> L.	T	
186	FABACEAE	<i>Vicia bithynica</i> (L.) L.	T	Siepi.
187	FABACEAE	<i>Vicia cordata</i> Wulfen ex Hoppe	T scap	Siepi, prato.
188	FABACEAE	<i>Vicia leucantha</i> Biv.	T scap	
189	FABACEAE	<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>macrocarpa</i> (Moris) Arcang.	T scap	
190	FABACEAE	<i>Vicia villosa</i> Roth	T	Siepi, prato.
191	FAGACEAE	<i>Quercus pubescens</i> Willd. subsp. <i>pubescens</i>	P scap	Bosco misto.
192	FAGACEAE	<i>Quereus ilex</i> L.	P scap	Bosco misto.
193	GENTIANACEAE	<i>Blackstonia perfoliata</i> (L.) Huds.	T	Radure di bosco.
194	GENTIANACEAE	<i>Centaurium grandiflorum</i> (Pers.) Ronniger subsp. <i>majus</i> (Hoffmanns. & Link) Z.Díaz	T	Lembi residui di macchia.
195	GENTIANACEAE	<i>Centaurium tenuifolium</i> (Hoffmanns. & Link) Fritsch.	T	Lembi residui di macchia.
196	GERANIACEAE	<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér. subsp. <i>malacoid</i>	T	Margine dei sentieri.
197	GERANIACEAE	<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	T	Margine dei sentieri.
198	GERANIACEAE	<i>Geranium dissectum</i> L.	T	Lembi residui di macchia, margine dei sentieri.
199	GERANIACEAE	<i>Geranium molle</i> L. s.l.	T	Margine dei sentieri.
200	GERANIACEAE	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	T/H scap	Lembi residui di macchia, rive del rio.

201	GRAMINACEAE	<i>Festuca ligustica</i> (All.) Bertol.	T caesp	
202	HYPERICACEAE	<i>Hypericum perforatum</i> L.	H scap	Luoghi erbosi.
203	IRIDACEAE	<i>Gladiolus italicus</i> Miller	G BULB	
204	JUGLANDACEAE	<i>Juglans regia</i> L.	P scap	Prato (colt.).
205	JUNCACEAE	<i>Juncus inflexus</i> L. subsp. inflexus	H caesp	Sorgenti e rivoli.
206	LAMIACEAE	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreber	Ch suffr	Gariga.
207	LAMIACEAE	<i>Ballota nigra</i> L. subsp. uncinata (Bég.) Patzak	H scap	Siepi, margine dei sentieri, zone ruderali.
208	LAMIACEAE	<i>Clinopodium nepeta</i> (L.) Kuntze	Ch suffr	
209	LAMIACEAE	<i>Clinopodium nepeta</i> (L.) Kuntze	H scap	Margine del bosco, dei sentieri, zone ruderali, prato, macchia, gariga.
210	LAMIACEAE	<i>Clinopodium vulgare</i> L. subsp. arundanum (Boiss.) Nyman	H scap	Radure del bosco, sottobosco, rive del rio.
211	LAMIACEAE	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	T	Luoghi erbosi.
212	LAMIACEAE	<i>Lamium purpureum</i> L.	T	Luoghi erbosi.
213	LAMIACEAE	<i>Lycopus europaeus</i> L.	H scap	Sponda e letto del rio.
214	LAMIACEAE	<i>Marrubium vulgare</i> L.	H scap	Margine del bosco, dei sentieri, radure.
215	LAMIACEAE	<i>Melissa officinalis</i> L. ssp. altissima (Sm.) Arcangeli	H scap	Margine dei sentieri, siepi del rio, luoghi ombrosi.
216	LAMIACEAE	<i>Mentha aquatica</i> L. ssp. aquatica	H scap	Rio coperto e scoperto.
217	LAMIACEAE	<i>Mentha pulegium</i> L. subsp. pulegium	H rept	Prato, margine dei sentieri.
218	LAMIACEAE	<i>Mentha spicata</i> L.	H scap	Luoghi umidi.
219	LAMIACEAE	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh. subsp. insularis (Req.) Greuter	H scap	Margine del prato, sponda del rio.
220	LAMIACEAE	<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth.	Ch suffr	Lembi residui di macchia, gariga.
221	LAMIACEAE	<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	H scap	Bosco.
222	LAMIACEAE	<i>Prunella vulgaris</i> L. subsp. vulgaris	H scap	Bosco.
223	LAMIACEAE	<i>Salvia microphylla</i> Kunth	P caesp	Spontaneizzata.
224	LAMIACEAE	<i>Salvia sclarea</i> L.	H scap	Luoghi aridi soleggiati, terreno smosso.
225	LAMIACEAE	<i>Salvia verbenaca</i> L.	H scap	Gariga, luoghi erbosi, prato.
226	LAMIACEAE	<i>Stachys germanica</i> L. ssp. germanica	H scap	Luoghi erbosi.
227	LAMIACEAE	<i>Stachys glutinosa</i> L.	Ch suffr	Gariga.
228	LAMIACEAE	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	T	Gariga.
229	LAMIACEAE	<i>Stachys romana</i> (L.) E.H.L.Krause	T	Gariga rupestre. Calancui, Scala di Nalva; (3).
230	LAMIACEAE	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. ssp. chamaedrys	Ch rept	Margine dei sentieri.
231	LAMIACEAE	<i>Teucrium flavum</i> L. ssp. glaucum (Jordan et Fourr.) Ronniger	Ch suffr	Gariga rupestre.
232	LAMIACEAE	<i>Teucrium marum</i> L.	Ch suff	Gariga rupestre.
233	LAMIACEAE	<i>Thymbra capitata</i> (L.) Cav.	Ch suffr	Gariga rupestre, sporadicamente estesa ai lembi di macchia.
234	LAURACEAE	<i>Laurus nobilis</i> L.	P scap/caesp;	Luoghi umidi, bosco (riva del rio).
235	LINACEAE	<i>Linum strictum</i> L.	T	Margine dei sentieri.
236	MALVACEAE	<i>Althaea cannabina</i> L.	H scap	Luoghi umidi in prossimità del rio.
237	MALVACEAE	<i>Malva olbia</i> (L.) Alef.	p caesp	Lembi residui di macchia, margine dei sentieri.
238	MALVACEAE	<i>Malva sylvestris</i> L.	H scap	Margine dei sentieri, luoghi erbosi.
239	MORACEAE	<i>Ficus carica</i> L.	P scap	Zone ruderali.
240	OLEACEAE	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl subsp. oxycarpa (M.Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso	P scap	Bosco.
241	OLEACEAE	<i>Olea europaea</i> L. var. europaea	P scap/P caesp	Zone ruderali.
242	OLEACEAE	<i>Olea europaea</i> L. var. sylvestris Brot.	P caesp	Gariga, macchia.
243	OLEACEAE	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	P caesp	Sottobosco, macchia e lembi residui.
244	ONAGRACEAE	<i>Epilobium parviflorum</i> Schreber	H scap	Rive del rio, luoghi umidi.
245	ORCHIDACEAE	<i>Anacamptis collina</i> (Banks & Sol. ex Russell) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	G bulb	Pratelli tra il rio e la macchia.
246	ORCHIDACEAE	<i>Anacamptis longicornu</i> (Poir.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	G bulb	Argine del bosco, margine dei sentieri.
247	ORCHIDACEAE	<i>Anacamptis papilionacea</i> (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	G bulb	Lembi residui di macchia.
248	ORCHIDACEAE	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.	G bulb	Luoghi erbosi.
249	ORCHIDACEAE	<i>Barlia robertiana</i> (Loisel.) Greuter	G bulb	Lembi residui di macchia.
250	ORCHIDACEAE	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	G rhiz	Sottobosco:
251	ORCHIDACEAE	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	G rhiz	Margine dei sentieri, sottobosco.
252	ORCHIDACEAE	<i>Neotinea lactea</i> (Poir.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase	G bulb	
253	ORCHIDACEAE	<i>Ophrys apiifera</i> Hudson	G bulb	Radura del bosco.
254	ORCHIDACEAE	<i>Ophrys funerea</i> Viv	G bulb	Gariga rupestre.
255	ORCHIDACEAE	<i>Ophrys iricolor</i> Desf. subsp. eleonorae (Devillers-Tersch. & Devillers) Paulus & Gack ex Kreutz	G bulb	Margine dei sentieri
256	ORCHIDACEAE	<i>Ophrys speculum</i> Link	G bulb	Bordi delle radure, margine dei sentieri.
257	ORCHIDACEAE	<i>Ophrys tenthredinifera</i> Willd.	G bulb	
258	ORCHIDACEAE	<i>Orchis anthropophora</i> (L.) All.	G bulb	Luoghi erbosi, margine dei sentieri.
259	ORCHIDACEAE	<i>Serapias lingua</i> L.	G bulb	Luoghi erbosi.
260	ORCHIDACEAE	<i>Serapias parviflora</i> Parl.	G bulb	
261	OROBANCACEAE	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All	T	Lembi residui di macchia, luoghi erbosi.
262	OROBANCACEAE	<i>Bellardia viscosa</i> (L.) Fisch. & C.A.Mey.	T	Lembi residui di macchia, luoghi erbosi.
263	OROBANCACEAE	<i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel	T par	
264	PAPAVERACEAE	<i>Fumaria capreolata</i> L. subsp. capreolata	T	Margine dei sentieri, lembi residui di macchia, rive del rio.
265	PAPAVERACEAE	<i>Fumaria officinalis</i> L.	T	Gariga rupestre.
266	PAPAVERACEAE	<i>Glaucium flavum</i> Crantz	H scap	Zone ruderali.
267	PAPAVERACEAE	<i>Papaver rhoeas</i> L. subsp. rhoeas	T	Margine dei sentieri e delle strade.
268	PINACEAE	<i>Pinus pinea</i>	P	

269	PLANTAGINACEAE	<i>Cymbalaria aequitriloba</i> (Viv.) A.Chev. subsp. <i>aequitriloba</i>	H rept	Rupi, muretti a secco del bosco.
270	PLANTAGINACEAE	<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	T	Margine dei sentieri.
271	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago afra</i> L.	T	Margine dei sentieri.
272	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago lanceolata</i> L.	H ros	Margine dei sentieri, prato.
273	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago major</i> L.	H ros	Rio, prato.
274	PLANTAGINACEAE	<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. subsp. <i>anagallis-aquatica</i>	H scap	Rio, sorgenti.
275	PLANTAGINACEAE	<i>Veronica arvensis</i> L.	T	Prato.
276	PLANTAGINACEAE	<i>Veronica cymbalaria</i> Bodard	T	Margine dei sentieri, vecchi muri.
277	PLANTAGINACEAE	<i>Veronica persica</i> Poiret	T	Prato.
278	PLUMBAGINACEAE	<i>Limonium racemosum</i> (Lojac.) Diana	H ros	
279	POACEAE	<i>Arundo donax</i> L.	G rhiz	Rio.
280	POACEAE	<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P.Beauv.	H caesp	Gariga.
281	POACEAE	<i>Catapodium rigidum</i> (L.) Hubbard	T	Margine dei sentieri.
282	POACEAE	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	H rept	Margine dei sentieri.
283	POACEAE	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	T scap	
284	POACEAE	<i>Dactylis glomerata</i> L.	H caesp	Siepi, margine dei sentieri, radure del bosco.
285	POACEAE	<i>Hordeum murinum</i> L.	T	
286	POACEAE	<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.	T	Margine dei sentieri.
287	POACEAE	<i>Lagurus ovatus</i> L.	T	Luoghi erbosi, margine dei sentieri.
288	POACEAE	<i>Melica minuta</i> L. subsp. <i>latifolia</i> (Coss.) W.Hempel	H caesp	Sottobosco, macchia.
289	POACEAE	<i>Poa bulbosa</i> L.	H caesp;	Margine dei sentieri.
290	POLYGONACEAE	<i>Rumex bucephalophorus</i> L. ssp. <i>bucephalophorus</i>	T	Luoghi erbosi, prato. Calancui
291	POLYGONACEAE	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	H scap	Prato, sentieri umidi.
292	POLYPODIACEAE	<i>Polypodium cambricum</i> L.	H ros	Rupi, vecchi muri.
293	POLYPODIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>aquilinum</i>	G rhiz	Luoghi umidi.
294	PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i> L.	T	
295	PRIMULACEAE	<i>Cyclamen repandum</i> Sm. subsp. <i>repandum</i>	G bulb	Sottobosco.
296	PRIMULACEAE	<i>Lysimachia monelli</i> (L.) U.Manns & Anderb.	H scap	Gariga.
297	PRIMULACEAE	<i>Lysimachia nardii</i> Arrigoni	T	Prato, margine dei sentieri.
298	PRIMULACEAE	<i>Samolus valerandi</i> L.	H scap	Rupi umide del rio.
299	PTERIDACEAE	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	G. rhiz	Rocce umide, rive del rio.
300	RAFFLESiaceae	<i>Cytinus ruber</i> (Fourr.) Fritsch	G par	Sottobosco, macchia.
301	RANUNCULACEAE	<i>Anemone hortensis</i> L. subsp. <i>hortensis</i>	G rhiz	Margine dei sentieri, prato, luoghi soleggiati.
302	RANUNCULACEAE	<i>Clematis cirrhosa</i> L.	P lian	Margine dei sentieri.
303	RANUNCULACEAE	<i>Clematis flammula</i> L.	P lian	Sottobosco, macchia, siepi.
304	RANUNCULACEAE	<i>Clematis vitalba</i> L.	P lian	Siepi del rio e lungo i sentieri, bosco, macchia.
305	RANUNCULACEAE	<i>Delphinium ajacis</i> L.	T	Spontaneizzata in zone ruderali.
306	RANUNCULACEAE	<i>Ficaria verna</i> Huds.	G bulb	Luoghi erbosi e umidi.
307	RANUNCULACEAE	<i>Nigella damascena</i> L.	T	Margine dei sentieri, luoghi erbosi.
308	RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	H scap	Prato.
309	RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus bullatus</i> L.	H ros	
310	RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus muricatus</i> L.	T	Prato.
311	RESEDACEAE	<i>Reseda alba</i> L.	T/H scap	Radure del bosco, margine dei sentieri, prato.
312	RESEDACEAE	<i>Reseda lutea</i> L. subsp. <i>lutea</i>	H scap	Margine dei sentieri, prato.
313	RHAMNACEAE	<i>Rhamnus alaternus</i> L. subsp. <i>alaternus</i>	P caesp	Lembi residui di macchia, bosco, gariga rupestre. Calancui
314	ROSACEAE	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	H scap	Margine del bosco, macchia.
315	ROSACEAE	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	P caesp	Gariga, margine dei sentieri, lembi residui di macchia, radure del bosco e della macchia
316	ROSACEAE	<i>Potentilla reptans</i> L.	H rept	Prato, margine dei sentieri.
317	ROSACEAE	<i>Poterium sanguisorba</i> L. subsp. <i>balearicum</i> (Bourg. ex Nyman) Stace	H scap	Bosco, siepi del rio scoperto, margine dei sentieri.
318	ROSACEAE	<i>Prunus spinosa</i> L. subsp. <i>spinosa</i>	P caesp	Margine dei sentieri, lembi residui di macchia, riva del rio, bosco e siepi
319	ROSACEAE	<i>Pyrus communis</i> L. subsp. <i>pyraster</i> (L.) Ehrh.	P scap	Prato, radure della macchia.
320	ROSACEAE	<i>Rosa agrestis</i> Savi	NP	
321	ROSACEAE	<i>Rosa canina</i> L.	NP	Siepi, margine dei sentieri.
322	ROSACEAE	<i>Rosa sempervirens</i> L.	NP	Macchia, margine dei sentieri, siepi.
323	ROSACEAE	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	NP	Residui macchiosi, siepi, rive del rio, bosco.
324	RUBIACEAE	<i>Galium aparine</i> L.	T	Prato, sottobosco.
325	RUBIACEAE	<i>Galium palustre</i> L. subsp. <i>elongatum</i> (C.Presl) Arcang.	H scap	Rio.
326	RUBIACEAE	<i>Galium scabrum</i> L.	H scap	Sottobosco.
327	RUBIACEAE	<i>Galium verrucosum</i> Huds.	T scap	
328	RUBIACEAE	<i>Rubia peregrina</i> L.	P lian	Gariga rupestre, lembi residui di macchia, siepi, bosco.
329	RUBIACEAE	<i>Sherardia arvensis</i> L.	T	Macchia, gariga, radure del bosco.
330	RUBIACEAE	<i>Theligonum cynocrambe</i> L.	T	Prato.
331	RUBIACEAE	<i>Valantia muralis</i> L.	T scap	
332	RUTACEAE	<i>Ruta angustifolia</i> Pers.	Ch suffr	
333	RUTACEAE	<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ch suffr	Gariga rupestre, margine dei sentieri.
334	SALICACEAE	<i>Populus alba</i> L.	P scap	Rive del rio.
335	SALICACEAE	<i>Salix x fragilis</i> L.	P scap	Rive del rio.
336	SANTALACEAE	<i>Osyris alba</i> L.	NP	Lembi residui di macchia, gariga rupestre, margine dei sentieri, sottobosco.

337	SCROPHULARIACEAE	<i>Linaria triphylla</i> (L.) Miller	T	Luoghi aperti.
338	SCROPHULARIACEAE	<i>Odontites luteus</i> (L.) Clairv.	T	Gariga.
339	SCROPHULARIACEAE	<i>Scrophularia auriculata</i> L. subsp. <i>auriculata</i>	H scap	Rio.
340	SCROPHULARIACEAE	<i>Scrophularia peregrina</i> L.	T	Margine della radura.
341	SCROPHULARIACEAE	<i>Scrophularia trifoliata</i> L.	H scap	Margine della radura.
342	SCROPHULARIACEAE	<i>Verbascum creticum</i> (L.) Kuntze	H scap	Lembi residui di macchia.
343	SCROPHULARIACEAE	<i>Verbascum pulverulentum</i> Vill.	H scap	Prato.
344	SCROPHULARIACEAE	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	H scap	Prato, margini dei sentieri.
345	SELAGINELLACEAE	<i>Selaginella denticulata</i> (L.) Spring	Ch rept	Rupi umide del bosco.
346	SIMAROUBACEAE	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	P	
347	SMILACACEAE	<i>Smilax aspera</i> L.	P lian	Lembi di macchia, rive del rio, sottobosco.
348	SOLANACEAE	<i>Solanum dulcamara</i> L.	H scand	Rio, zone umide del bosco, siepi.
349	SOLANACEAE	<i>Solanum nigrum</i> L.	T	Margine dei sentieri, riva del rio, zone ruderali.
350	THYMELAEACEAE	<i>Daphne gnidium</i> L.	P caesp	Gariga rupestre.
351	THYMELAEACEAE	<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.	Ch suffr	
352	TYPHACEAE	<i>Typha latifolia</i> L.	G rhiz	Rio
353	ULMACEAE	<i>Ulmus minor</i> Miller	P caesp	Riva del rio, luoghi umidi.
354	URTICACEAE	<i>Parietaria judaica</i> L.	H scap	Gariga rupestre, margine dei sentieri.
355	URTICACEAE	<i>Urtica dioica</i> L.	H scap	Rive del rio, luoghi umidi e ombrosi.
356	URTICACEAE	<i>Urtica membranacea</i> Poiret	T	Margine dei sentieri, del bosco e in prossimità del rio.
357	URTICACEAE	<i>Urtica urens</i> L.	T	Radure.
358	VALERIANACEAE	<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufr. subsp. <i>calcitrapae</i>	T	Sottobosco, prato.
359	VALERIANACEAE	<i>Valerianella eriocarpa</i> Desv.	T	Prato, margine dei sentieri.
360	VALERIANACEAE	<i>Valerianella puberula</i> (Bertol. ex Guss.) DC	T	Prato, margine dei sentieri.
361	VERBENACEAE	<i>Verbena officinalis</i> L.	H scap	Margine dei sentieri, della strada, siepi.
362	VIBURNACEAE	<i>Sambucus nigra</i> L.	P caesp	Lungo il rio.
363	VIOLACEAE	<i>Viola alba</i> Besser ssp. <i>dehnhartii</i> (Ten.) W. Becker	H rept	Margine dei sentieri, sottobosco.

Lista dei taxa zoobentonici presenti nel Rio Bunnari con relative abbondanze

Taxa	Periodo di Morbida Stazioni			Periodo di Magra Stazioni		
	1	2	3	1	2	3
Plecotteri						
<i>Isoptera</i>	L		*2			
<i>Leuctra</i>	L					
Tricotteri						
<i>Leptoceridae</i>						4
<i>Psychomyidae</i>					*1	*2
<i>Philopotamidae</i>						6
<i>Rhyacophilidae</i>					*2	*1
<i>Limnephilidae</i>					1	
<i>Hydroptilidae</i>	I					I
<i>Hydropsychidae</i>	*1	L	I	4	U	L
<i>Polycentropodidae</i>		I				
<i>Sericostomatidae</i>			I			
<i>Georidae</i>			I			
Efemenotteri						
<i>Baëtis</i>	L	L	I	L	L	L
<i>Caenis</i>	*4	I	L	L	L	I
<i>Ecdyonurus</i>		L	L		U	L
<i>Ephemerella</i>						6
<i>Habrophlebia</i>			*3	U		
<i>Procloëon</i>			L			
<i>Cloëon</i>	I					
Ditteri						
<i>Simuliidae</i>	U	I		I	I	I
<i>Chironomidae</i>	I	*1	I	L		I
<i>Ceratopogonidae</i>	I	*2		I		
<i>Tipulidae</i>	I			1		
<i>Athericidae</i>		L	I		I	I
<i>Dixidae</i>						
<i>Tabanidae</i>				L		
<i>Limoniidae</i>						
<i>Stratiomyidae</i>	*I	*I	*1	*1	*I	*I
<i>Anthomyidae</i>			*I			
Odonati						
<i>Boyeria</i>					1	
<i>Clopteryx</i>		I	I		L	I
<i>Orthetrum</i>	L	2	L	2		I
<i>Phyrrhosoma</i>			1			
Eterotteri						
<i>Notonecta</i>	1		I		1	
<i>Velia</i>				*1	*2	
<i>Gerris</i>			*I			
Crostacei						
<i>Gammaridae</i>		U	U	I	U	U
<i>Asellidae</i>	I			L		*2
Gasteropodi						
<i>Ancylus</i>	L			2		
<i>Physa</i>	L	I	I	4		
<i>Bithinella</i>					3	
<i>Theodoxus</i>		I	L		L	I
<i>Lymnea</i>		1		I		I
Bivalvi						
<i>Pisidium</i>	2	I	I			
<i>Sphaerium</i>					3	I

Tricladi						
<i>Dugesia</i>		L	I		L	L
Irudinei						
<i>Dina</i>	I	I	I	4	2	I
<i>Helobdella</i>			2			
Oligocheti						
<i>Lumbricidae</i>	I		I			I
<i>Lumbriculidae</i>	I	I				I
<i>Tubificidae</i>		I	I	L	2	
Altri						
<i>Poriferi</i>			I			I
Totale U.S.	27	24	32	24	27	30
Totale U.S. Valide	22	20	27	22	22	25
E.B.I.	11	8/9	11	10	9	10/11
Classe Qualità	I	II	I	I	II	I

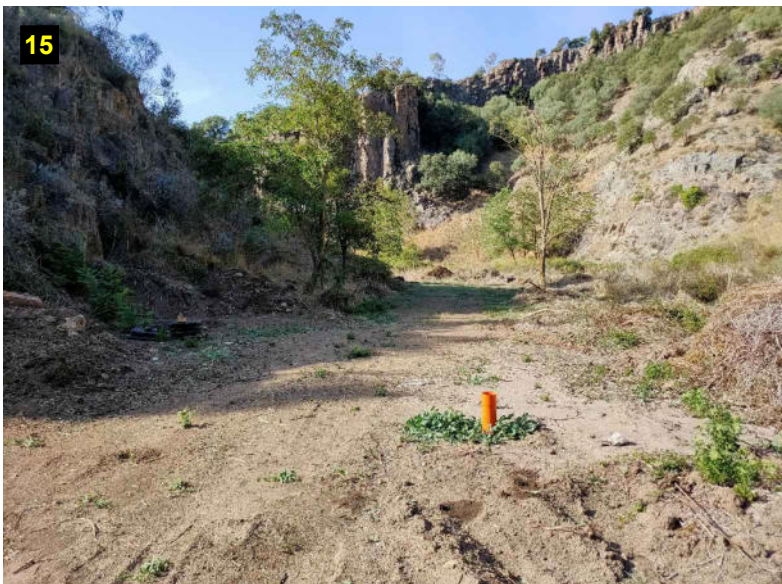
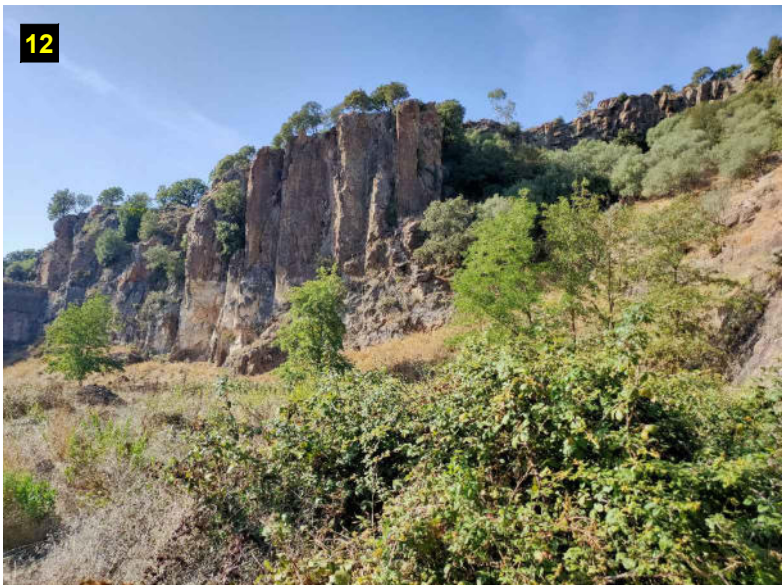
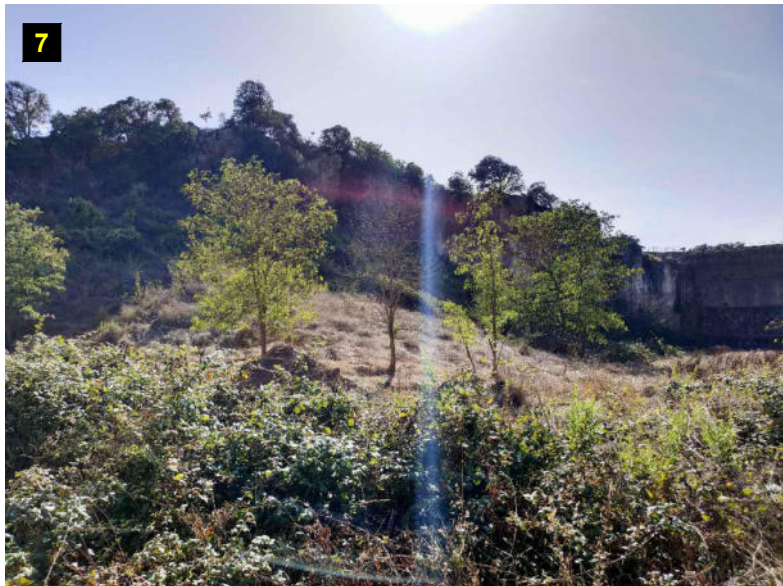
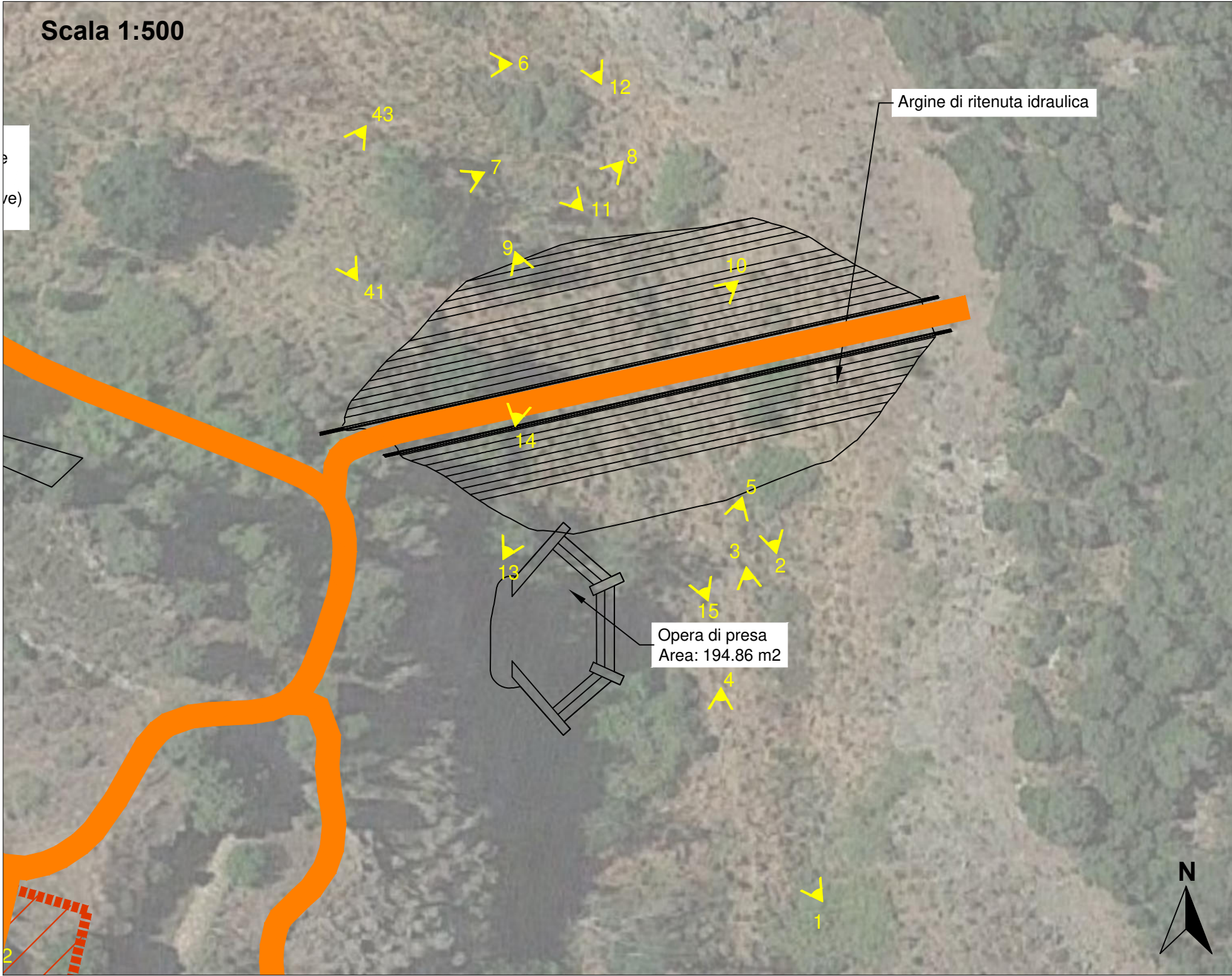
Lista dei taxa presenti nel Rio Bunnari con relative abbondanze:

I= raro o comune, L = comune o abbondante, U = dominante numericamente, * = taxa non conteggiati per il calcolo E.B.I. perché driftati o a respirazione aerea.

(Manconi A. et al. 1995)

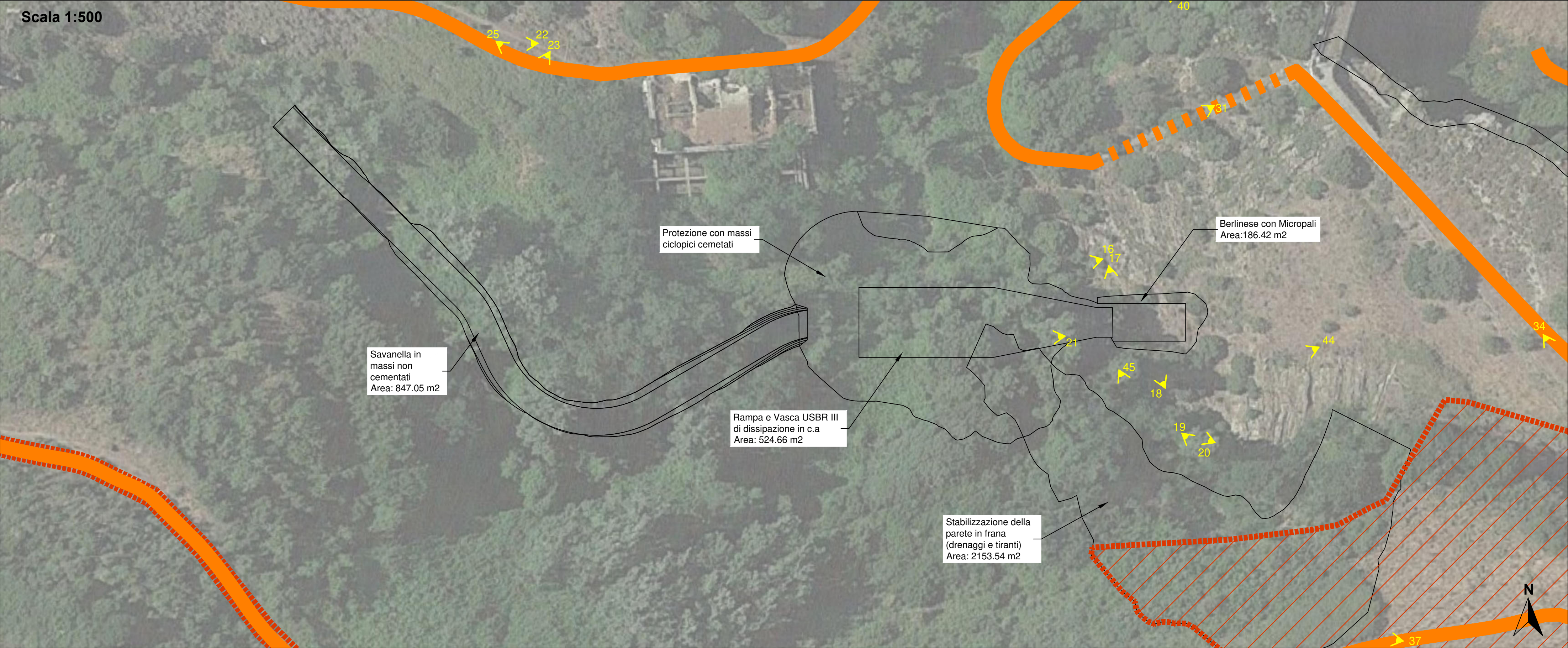
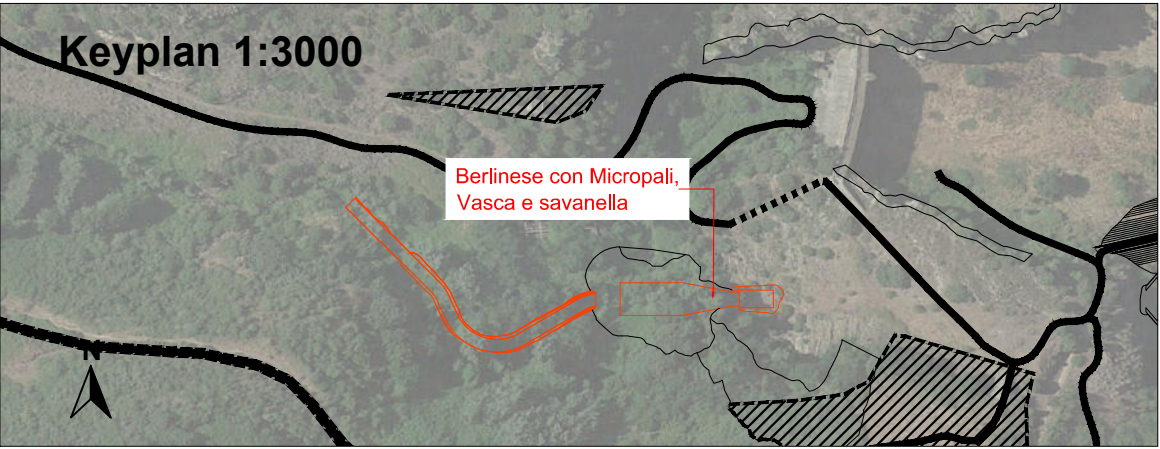
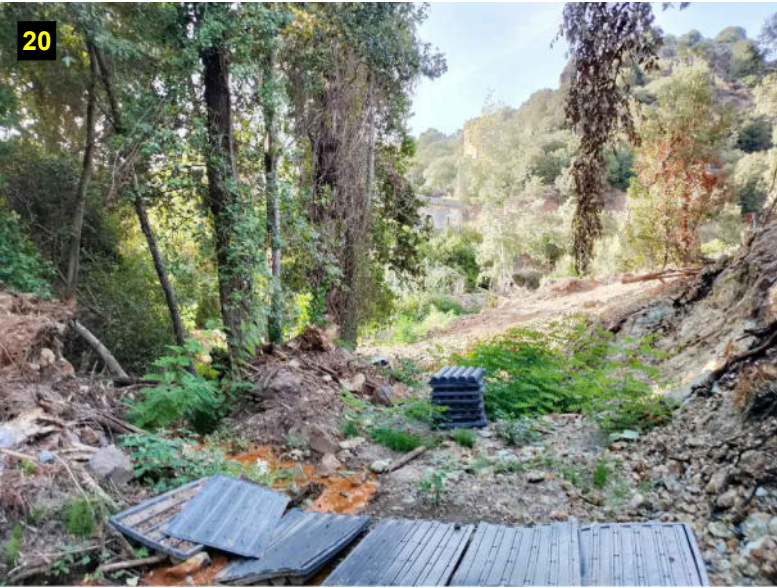
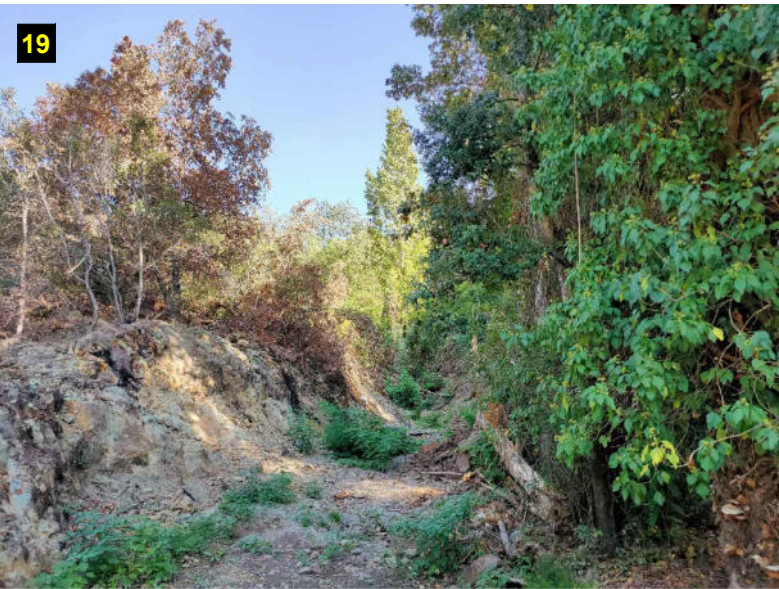
Scheda 1: Opera di presa e Argine (1 - 15)

L'area dove verranno collocati l'opera di presa e l'argine, sorge all'interno dell'ex invaso di Bunnari basso. E' stato eseguito un sopralluogo in data 13/09/2022. L'area è inserita tra due ripide pareti rocciose, delle garighe la cui parte sommitale è parzialmente colonizzata da vegetazione arborea e arbustiva, i cui componenti immediatamente riscontrabili sono fanerofite sclerofille il Leccio (*Quercus ilex*) e l'Olivastro (*Olea europea* var. *sylvestris*), mentre le pareti più ripide risultano praticamente spoglie fatta eccezione per qualche esemplare di *Ficus carica* (tali pareti saranno interessate da un'operazione di messa in sicurezza. Foto 1,2,3). Il fondo dell'ex bacino, un tempo ricoperto dall'acqua, attualmente risulta interessato dal processo di colonizzazione da parte della vegetazione. In dinamica di vegetazione, tale processo viene definito successione secondaria: in sostanza, la vegetazione primaria, rimossa o distrutta, in questo caso per cause antropiche, una volta cessato il disturbo (assenza di acqua nel bacino) ricolonizza il terreno, sul quale nel tempo si avvicenderanno diverse comunità vegetali, sino ad arrivare alla copertura ideale del bosco, ovviamente se contemporaneamente non intercorrono altri disturbi a bloccare il processo. L'area attualmente si presenta ricoperta di vegetazione erbacea, maggiormente Poaceae, Asteraceae come *Dittrichia viscosa* e *Artemisia arborescens* (quest'ultima più ai margini delle pareti o sulle pareti stesse), *Anethum piperitum*, a cui si aggiungono grandi cespugli o fasce di *Rubus ulmifolius* e *Smilax aspera* (foto 7,8,9). Nell'area sono inoltre presenti pochi alberi di *Robinia pseudoacacia* (foto 10, 11,12). Si riscontra un'area ricolonizzata da terofite come *Heliotropium europaeum*, *Malva sylvestris*, *Solanum nigrum* (foto 13,14,15). Dal sopralluogo non emergono elementi floristici di pregio o situazioni ambientali di particolari sensibilità. Le specie rinvenute sono comuni nel territorio, in alcuni casi sono specie in grado di disperdersi e riprodursi facilmente o comunque specie estremamente resilienti ai disturbi. Le opere in progetto certamente determinano un disturbo della vegetazione, in quanto ne impongono il taglio nelle aree necessarie ma nelle stesse, dove possibile, sono previste opere di rinverdimento che una volta avviate permetteranno alla vegetazione di ricostituirsi.



Scheda 2: Vasca e savanella (16 - 23)

Ad Ovest dell'opera di presa, al termine di una galleria sotterranea è prevista una vasca e a seguire una savanella, in questo ambito la vegetazione è fitta per la presenza di un rigagnolo di acqua, che alimenta il Rio verso ovest. L'area che verrà interessata dalla savanella e parte della vasca a est, risulta totalmente ricoperta da fanerofite igrofile come *Populus alba*, altre fanerofite come *Robinia pseudoacacia* (specie sinantropica) e specie del genere *Quercus* (*ilex* e *suber*) ricoperti da piante lianose quali *Hedera helix*, *Smilax aspera* e *Rubus ulmifolius*; nel tratto più a valle sono presenti anche pochi esemplari di *Pinus pinea*; Nell'area interessata dalla savanella, il fiume scorre molto incassato, il suo corso in questo tratto è coperto da una vegetazione molto fitta che fa intravedere appena l'acqua che scorre e la stessa risulta stagnante in alcune pozze (foto 21,22,23). Nell'area più ad Est si rinvencono cespugli di *Rubus ulmifolius*, *Smilax aspera* e specie del genere *Clematis* e specie erbacee del genere *Trifolius*, individui di *Solanum nigrum* ed *Heliotropium europaeum*; nei tratti più umidi ed ombrosi sono state rinvenute Equisetaceae della specie *Equisetum telmateia*. Dal sopralluogo, si è potuto evidenziare che la flora presente nell'area di progetto è molto comune nel nord della Sardegna ed in generale nel territorio.

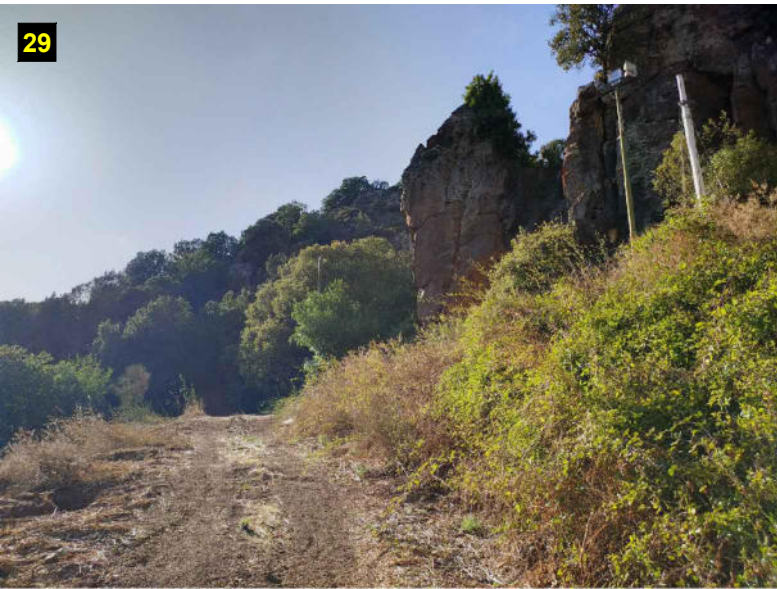
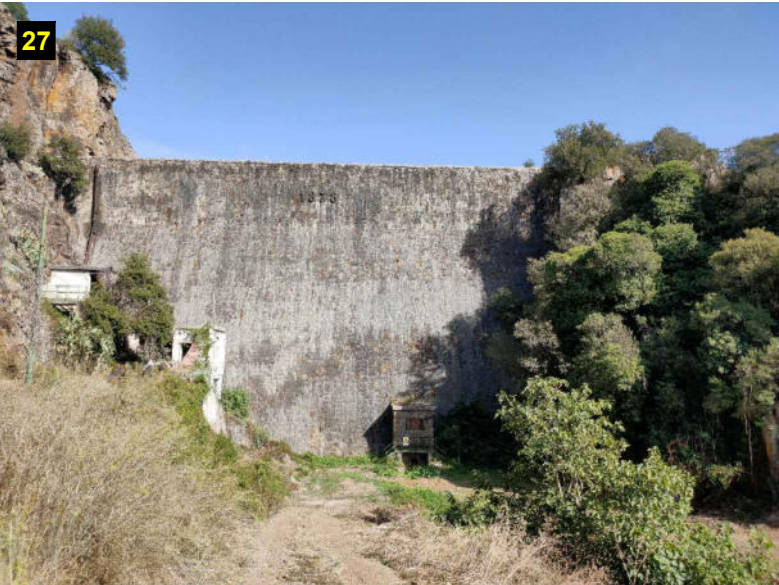
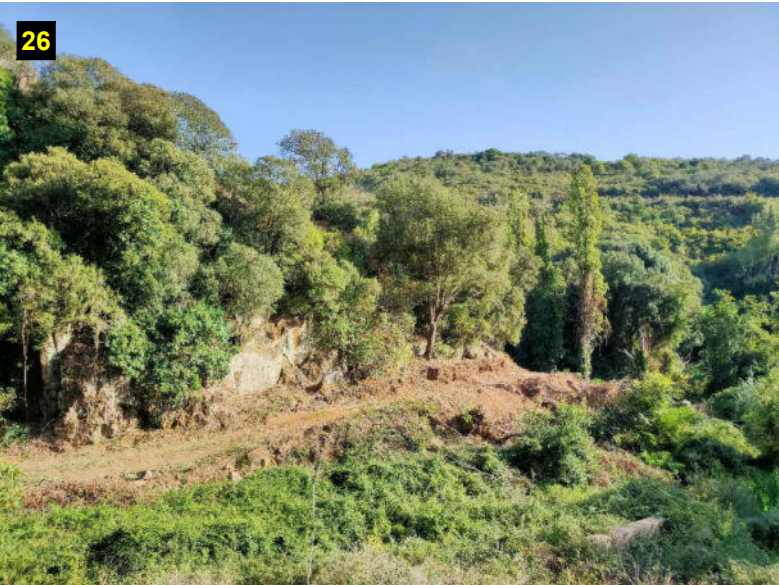
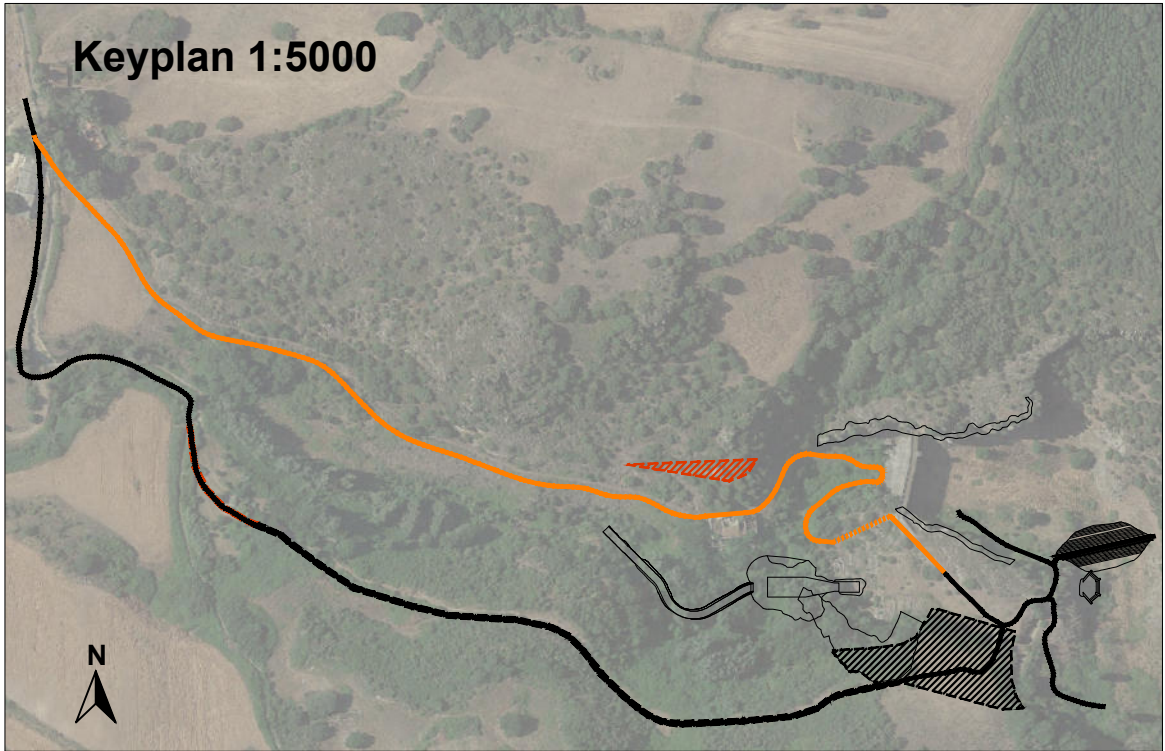


Scheda 3: piste e aree soggette ad esproprio (24 - 31)

Le piste di cantiere, per la maggior parte del loro tratto attraversano viabilità agricola esistente, non saranno quindi necessari ulteriori tagli di vegetazione, se non delle puliture minime. Procedendo verso la diga di Bunnari Basso (dal 24 al 29), la vegetazione arborea che si rinviene è costituita da Olivastri, Lecci, Sughere e piccoli arbusti spinosi come il Prugnolo (*Prunus spinosa*).

 Aree di esproprio

 Piste e passaggi

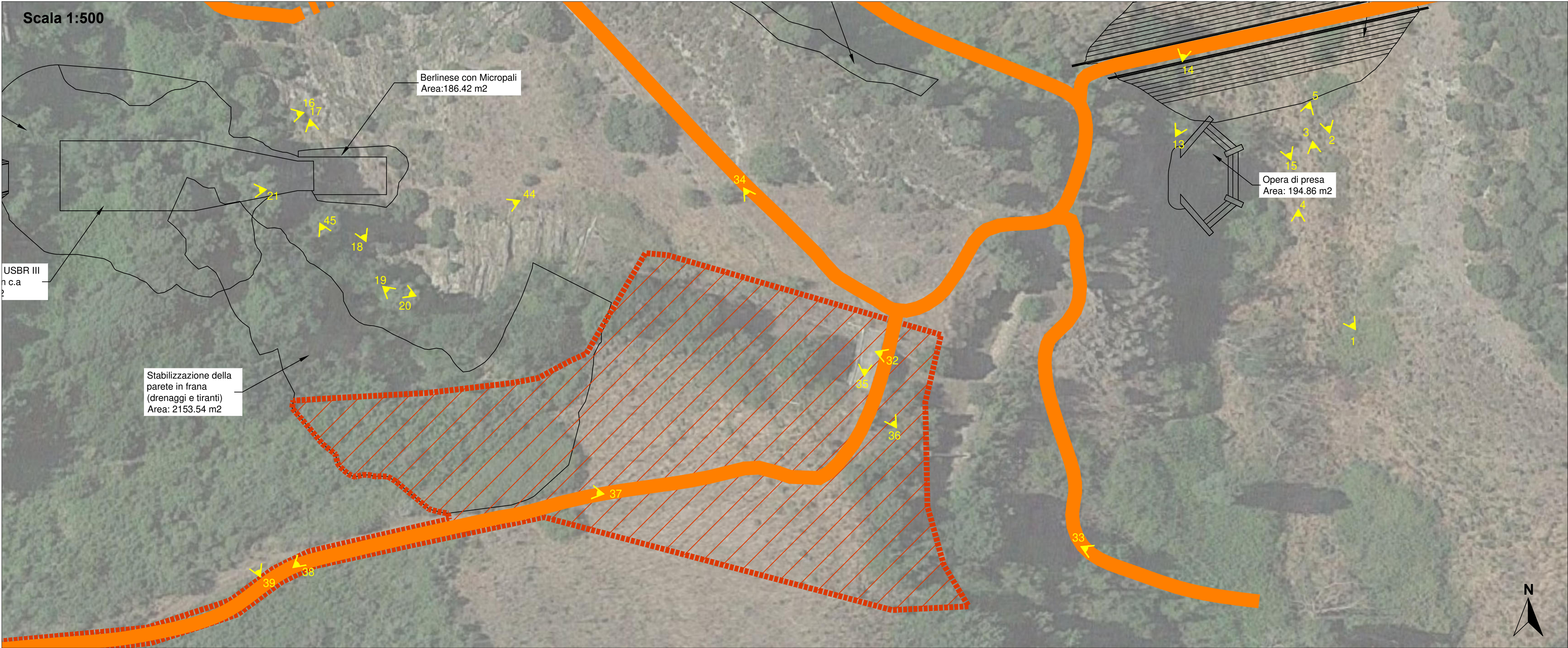
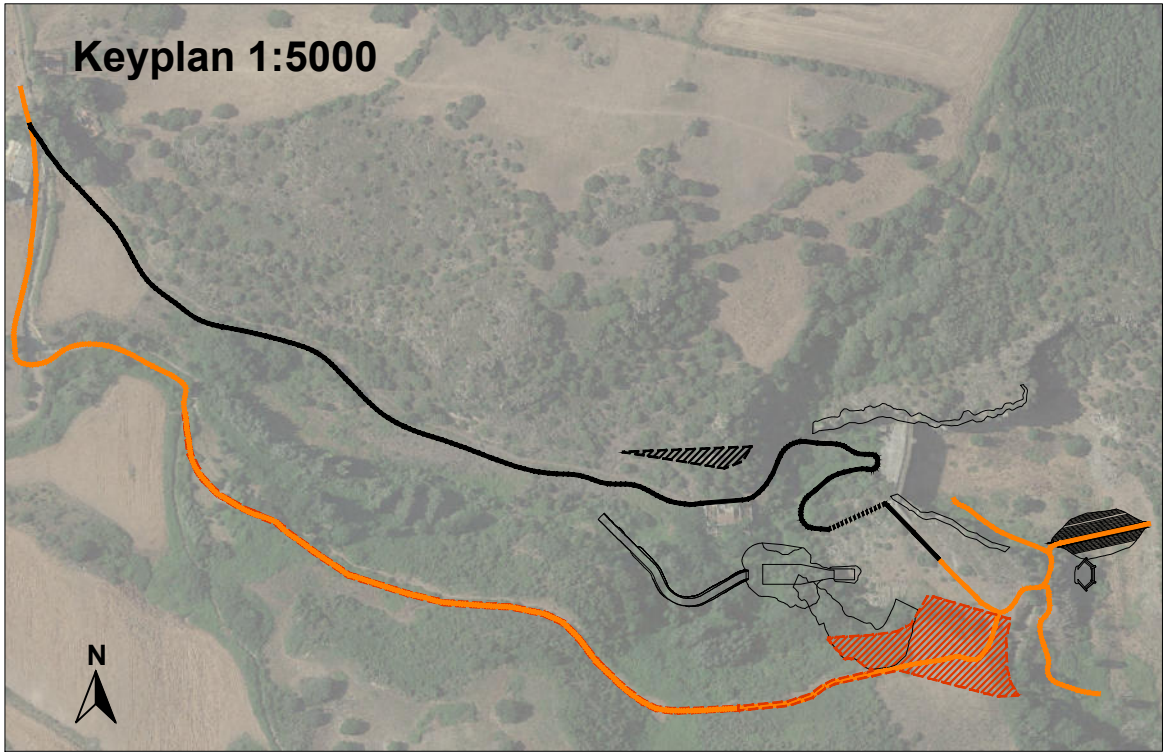


Scheda 3a: piste e aree soggette ad esproprio (32 - 39)

Lungo le piste e in parte nelle aree soggette ad esproprio, la vegetazione si presenta molto rada probabilmente a causa dei tagli frequenti necessari ad assicurare l'accessibilità del sito (36), o perché localizzate su un tratto di gariga (34) con vegetazione prevalentemente erbacea.

Aree di esproprio

Piste e passaggi



Scheda 4: Messa in sicurezza pareti

Sulle pareti 1 e 2, si rinvencono esemplari di Olivastro, Leccio e Lentisco, unitamente a Fico e Fico d'india: la colonizzazione da parte delle piante è scarsa lungo le pareti verticali più ripide, ed aumenta sulla sommità, più regolare e favorevole alla crescita delle piante. La scarsa colonizzazione da parte di arbusti ed alberi è da imputare non solo alla verticalità delle pareti, ma anche alla scarsa presenza di spazi dove queste possono insinuare l'apparato radicale o ancora all'assenza minima di suolo che ne consenta la crescita. Complessivamente è possibile definire le pareti 1 e 2 scarsamente occupate da vegetazione arborea ed arbustiva. La messa in sicurezza della parete numero 3 richiede sicuramente un taglio più spinto della vegetazione: in questo ambito si possono trovare esemplari di Leccio, Pioppo e Robinia, ricoperti da Rovo, Edera e Smilax. Probabilmente a favorire la forte presenza di vegetazione in questo tratto è sia la presenza di suolo umido, sia l'orientamento favorevole del versante.

