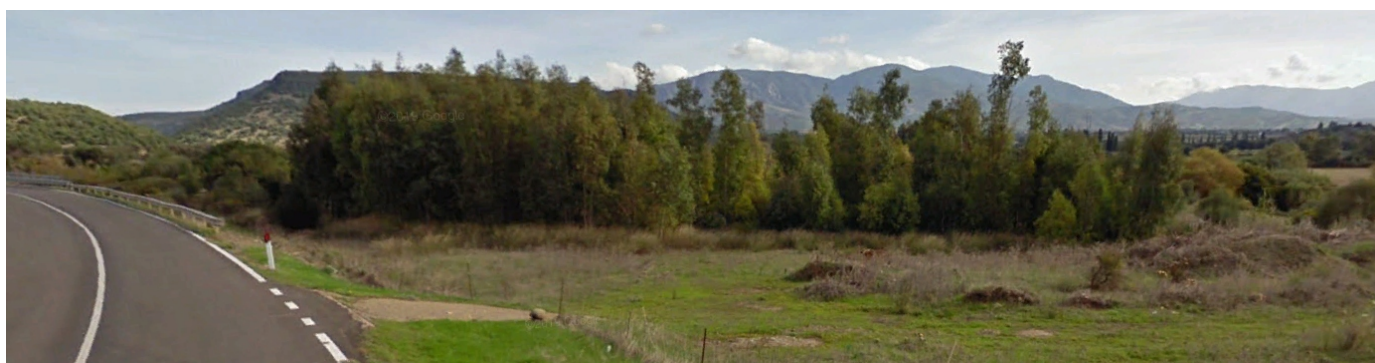




Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU
P.IVA e Codice Fiscale n.02174730925 -



Ex Discarica Isca de Candiazzus in agro del Comune di Villaperuccio (SU)

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

COMMITTENTE :

Comune di Villaperuccio

IL TECNICO :



Dott. Geol. M. Pilia

Via Catalani n. 7, 09128 CAGLIARI Tel./Fax - 070/4525793 Cell.3933197536

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.1 di 70	Rev. 0

1	PREMESSA	3
2	FINALITA' E OBIETTIVI DEL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE	3
3	RACCOLTA E SISTEMAZIONE DEI DATI ESISTENTI	4
3.1	Richiami storico amministrativi e attività pregresse nel sito	4
3.2	Inquadramento geografico, cartografico e catastale	5
3.2.1	Inquadramento geografico	5
3.2.2	Inquadramento cartografico	7
3.2.3	Inquadramento catastale	7
3.2.4	Inquadramento PAI - PSFF	8
3.2.4.1	<u>Inquadramento PAI</u>	8
3.2.4.1.1	<i>Pericolosità idraulica</i>	8
3.2.4.1.2	<i>Pericolosità geomorfologica</i>	9
3.2.4.2	<u>Inquadramento PSFF</u>	9
3.3	Inquadramento PPR	9
4	INQUADRAMENTO AMBIENTALE	10
5	MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE	51
5.1	Premessa al modello concettuale preliminare	51
5.2	Elaborazione del modello concettuale preliminare	52
6	PIANO DELLE INDAGINI	55
6.1	Rilievo topografico preliminare	56
6.2	Dimensionamento e ubicazione dei punti di indagine	56
6.3	Metodiche di esecuzione delle indagini	57
6.3.1	Metodologie di esecuzione dei sondaggi geognostici	57
6.3.2	Metodologie di esecuzione dei piezometri	58
6.3.3	Metodologie di esecuzione delle trincee	58
6.4	Metodiche di campionamento	59
6.4.1	Modalità di campionamento matrice suolo, sottosuolo e top soil	59
6.4.2	Modalità di campionamento matrice acque sotterranee	61
6.4.3	Metodologie di campionamento acque superficiali	62
6.5	Determinazioni Analitiche sulle diverse matrici	63
6.5.1	Matrice suolo, sottosuolo e top soil	63
6.5.2	Matrice acque sotterranee	64
6.5.3	Matrice acque superficiali	66

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.2 di 70	Rev. 0

6.5.4	Matrice rifiuti	66
6.6	Requisiti per le metodiche analitiche	67
6.7	Analisi supplementari per la eventuale determinazione dei parametri sito specifici per l'Analisi di Rischio	68
6.8	Restituzione dei risultati analitici di laboratorio e in situ	68
6.9	Sintesi del piano delle indagini	69
6.10	Altre attività di campo - Rilievo Topografico	69
7	CONCLUSIONI	69
8	ALLEGATI	70

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.3 di 70	Rev. 0

1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto dagli scriventi a seguito dell'incarico ricevuto da parte dell'Amministrazione Comunale di Villaperuccio con la Determinazione Area Tecnica n° 221 del 14/05/2020.

Tale incarico è finalizzato alla predisposizione del Piano di Caratterizzazione Ambientale - di seguito PdC - ai sensi dell'Allegato 2, Parte Quarta Titolo V° del D.Lgs.152/06 per la ex discarica Comunale di RSU, ubicata in località "Isca de Candiazzus"

Per l'intervento su quest'area, l'Amministrazione ha stipulato con la Regione Sardegna Assessorato Difesa Ambiente nel dicembre 2019, una convenzione di finanziamento ai sensi dell'art. 8 comma 2 della L.R.13/03/2018 n°8 per la realizzazione degli interventi di caratterizzazione ambientale e bonifica dei siti contaminati presenti all'interno del territorio regionale.

Il PdC costituisce la fase di indagine conoscitiva per la predisposizione delle eventuali opere successive di bonifica ambientale prevista dall'Allegato 3 Parte Quarta, Titolo V° del D.Lgs. 152/06. Si rende necessario pertanto, procedere ad acquisire gli elementi di valutazione dei diversi comparti ambientali (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee) per mettere in luce la natura dell'area dal punto di vista chimico fisico (composizione dei suoli e delle acque; caratteri geologici e idrogeologici nonché quelli di carattere biologico (componenti flora-faunistiche) di un'area più vasta, al fine di stabilire un limite oltre il quale il sito è influenzante, e definire un preciso range di valori di riferimento entro cui sviluppare il progetto di bonifica.

Oggetto del presente documento è pertanto quello di definire le attività funzionali alla perimetrazione nel quale "si hanno evidenze" o si presume avere evidenze di potenziali contaminazioni da parte della sorgente.

La progettazione ha il compito anche di individuare gli interventi di contenimento della diffusione (laddove siano riscontrabili presenze di inquinanti) e/o ridurre la concentrazione a valori tali da non determinare pericoli per la salute umana e per l'ambiente attraverso attività di Messa in Sicurezza a carattere di Emergenza (MISE) a cui far seguire quella Operativa (MISO) o Permanente

2 FINALITA' E OBIETTIVI DEL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE

Obiettivo del presente PdC è la descrizione dettagliata del sito e di tutte le attività che si sono svolte o che ancora si svolgono nel sito.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.4 di 70	Rev. 0

Il lavoro è rivolto a individuare le correlazioni tra le attività svolte e il tipo, la localizzazione e l'estensione della possibile contaminazione, descrivendo le caratteristiche delle componenti ambientali sia all'interno sia nell'area eventualmente influenzata.

Illustra un Piano delle Indagini (PdI) da attuare per definire lo stato delle varie matrici ambientali con le eventuali sorgenti di criticità e/o diffusione

Il PdC si articola in tre sezioni principali:

- Informazioni sul sito (storiche, geografiche, geoambientali);
- Definizione del Modello Concettuale Preliminare;
- Progettazione e realizzazione del Piano di Indagine (PdI).

3 RACCOLTA E SISTEMAZIONE DEI DATI ESISTENTI

3.1 Richiami storico amministrativi e attività pregresse nel sito

L'attuale territorio comunale di Villaperuccio (36 kmq) apparteneva, dalla seconda metà del 1800 fino al 1979, giuridicamente al Comune di Santadi. In quell'anno a seguito di un referendum popolare Villaperuccio ottenne l'autonomia amministrativa ratificata con L.R. n° 21 del 27/04/1979. In quegli anni, anche per una mancanza di norme sulla gestione dei rifiuti, (il primo provvedimento organico è stato il DPR 915/82 con le norme attuative deliberate dal Comitato Interministeriale il 27/07/1984), e di una non approfondita cultura tecnica e operativa, era usuale che i comuni provvedessero in modo autonomo allo smaltimento dei rifiuti provenienti dalle attività urbane e quelli derivati dalle produzioni domestiche inquadrabili come RSU in siti individuati sommariamente e senza uno studio ambientale adeguato.

In particolare fu individuata come zona per lo smaltimento degli RSU un'area denominata "Isca de Candiazzus" di cui il Comune non risultava proprietario ma fruiva della disponibilità in comodato d'uso dal titolare, Sig. Giulio Cuccu.

Il sito fu organizzato con una delimitazione perimetrale a recinzione e, come avveniva in quel genere di gestione, i rifiuti venivano abbancati per poi essere ricoperti periodicamente con terre prelevate dall'intorno o derivanti dagli stessi scavi eseguiti per la preparazione dell'invaso della "discarica".

La discarica in esame si estende su una superficie di circa 1700 m² su un basamento debolmente inclinato verso il Rio di Monte Essu che ha consentito l'accumulo di rifiuti per strati successivi che hanno dato luogo ad una morfologia tabulare con uno spessore medio di circa 2.00 m.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.5 di 70	Rev. 0

I conferimenti sono iniziati a partire dai primi anni '80 e proseguiti per circa 5÷7 anni. Successivamente per ulteriori 4 anni si è conferito nella discarica di Nuxis. A seguito della intensificazione delle norme sulla gestione dei rifiuti e della emanazione di precise specifiche di costruzione delle discariche, l'Amministrazione iniziò a servirsi della discarica per RSU all'epoca sotto gestione della Società SOGECO, ubicata in Comune di Carbonia che poi diventò titolare in proprio dell'impianto di "Sa Terredda".

3.2 Inquadramento geografico, cartografico e catastale

3.2.1 Inquadramento geografico

La discarica oggetto del presente PdC, **Fig. 3.2.1/A**, è ubicata in un'area adiacente alla SP 80 a circa 600 m dalle prime abitazioni rurali e circa 1000 m dai nuclei abitativi considerabili come centro abitato di Villaperuccio. Il sito è delimitato a Est e a Nord dalla SP 80 **Fig. 3.2.1/B**, a Ovest **Fig. 3.2.1/C** dal Rio di Monte Essu, affluente di sinistra del Rio Mannu mentre, a sud da terreni a uso agricolo. La superficie su cui insiste la discarica è morfologicamente pianeggiante con quota media di 75 m s.l.m.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.6 di 70	Rev. 0



Fig. 3.2.1/A: ubicazione della discarica in relazione all'abitato di Villaperuccio

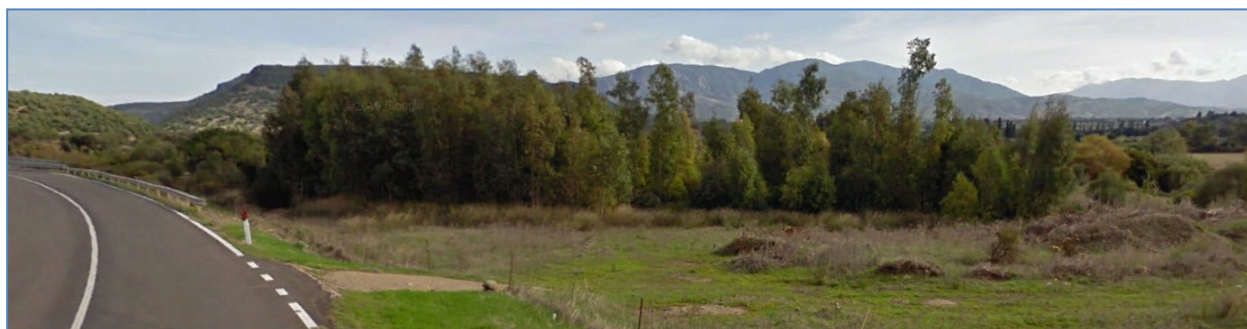


Fig. 3.2.1/B: vista della discarica dalla SP 80

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.7 di 70	Rev. 0



Fig. 3.2.1/C: altra vista della discarica dalla SP 80

3.2.2 Inquadramento cartografico

La zona è interamente inclusa nella cartografia:

- dell'I.G.M. in scala 1:25.000 nel foglio 565 sez. IV , "Narcao"; **Allegato A.**
- nella Carta Tecnica numerica C.T.R. della Regione Sardegna in scala 1:10.000 nel foglio 565 050 "Villaperuccio". **Allegato B.**

3.2.3 Inquadramento catastale

L'area, identificata nel Nuovo Catasto Terreni N.C.T. al. Foglio 5 Mapp. 637, ha come destinazione urbanistica E "Agricola" **Fig. 3.2.3/A.**

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.8 di 70	Rev. 0

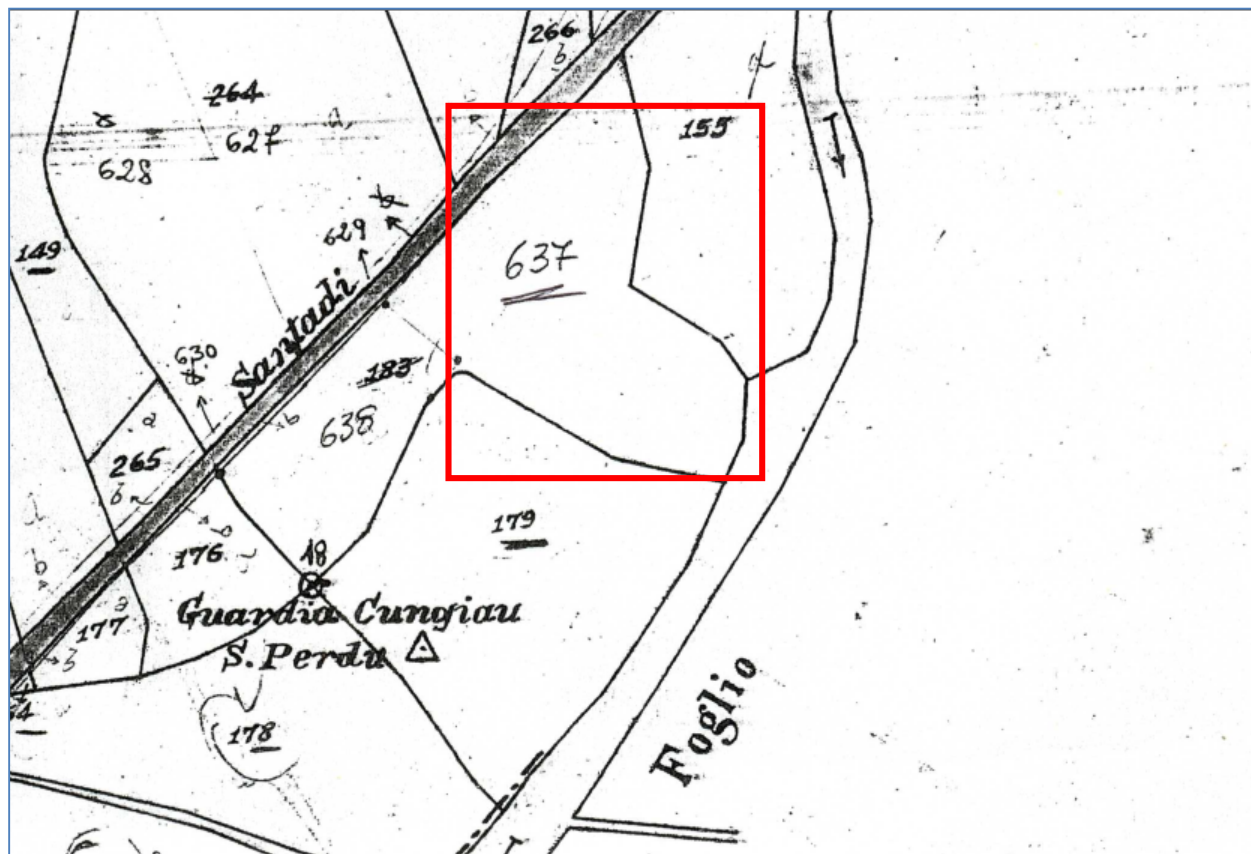


Fig. 3.2.3/A: Stralcio della planimetria catastale del Foglio 5, mappale 637

3.2.4 Inquadramento PAI - PSFF

In base alla cartografia allegata al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna, l'area di interesse ricade nel Sub-Bacino n. 1 "Sulcis".

3.2.4.1 Inquadramento PAI

3.2.4.1.1 *Pericolosità idraulica*

Dall'analisi della cartografia PAI relativa al Comune di Villaperuccio la discarica non insiste su aree caratterizzate da pericolosità idraulica. Tuttavia, ai sensi dell'articolo 30^{ter} delle norme di attuazione del PAI essendo il Rio di Monte Essu di primo ordine, sulla discarica insiste una fascia di salvaguardia di 10 m.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.9 di 70	Rev. 0

3.2.4.1.2 Pericolosità geomorfologica

Dall'analisi della cartografia PAI relativa al Comune di Villaperuccio la discarica non insiste su aree caratterizzate da instabilità-pericolosità geomorfologica di versanti

3.2.4.2 Inquadramento PSFF

In base alla cartografia allegata al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali della Regione Sardegna l'area di interesse non insiste su aree perimetrate delle fasce fluviali.

3.2.5 Inquadramento PPR

Come evidenziato in **Fig . 3.3/A** la discarica secondo la cartografia del PPR insiste in aree ad utilizzazione agro - forestale



Fig. 3.3/A: stralcio del PPR foglio 565 in scala 1:50.000

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.10 di 70	Rev. 0

COMPONENTI DI PAESAGGIO CON VALENZA AMBIENTALE	
Dalla carta dell'Uso del Suolo 1:25.000	
AREE NATURALI E SUBNATURALI	
	Vegetazione a macchia e in aree umide Aree con vegetazione rada > 5% e < 40%; formazioni di ripa non arboree; macchia mediterranea; letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m; paludi interne; paludi salmastre; pareti rocciose.
	Boschi Boschi misti di conifere e latifoglie; boschi di latifoglie.
AREE SEMINATURALI	
	Praterie Prati stabili; aree a pascolo naturale; cespuglieti e arbusteti; gariga; aree a ricolonizzazione naturale.
	Sugherete; castagneti da frutto
AREE AD UTILIZZAZIONE AGRO-FORESTALE	
	Culture specializzate e arboree Vigneti; Frutteti e frutti minori; oliveti; colture temporanee associate all'olivo; colture temporanee associate al vigneto; colture temporanee associate ad altre colture permanenti.
	Impianti boschivi artificiali Boschi di conifere; Pioppeti, saliceti, eucalitteti; altri impianti arborei da legno; arboricoltura con essenze forestali di conifere; aree a ricolonizzazione artificiale.
	Culture erbacee specializzate, aree agroforestali, aree incolte Seminativi in aree non irrigue; prati artificiali; seminativi semplici e colture orticole a pieno campo; risaie; vivai; colture in serra; sistemi colturali e particellari complessi; aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti; aree agroforestali; aree incolte.

Legenda alla **Fig. 3.3/A**

4 INQUADRAMENTO AMBIENTALE

In questa parte del lavoro si procederà all'esame delle componenti naturalistiche ed antropiche interessate dall'opera e le integrazioni tra queste ed il sistema ambientale preso nella sua globalità. Pertanto, in questo contesto, saranno presi in considerazione i seguenti componenti e fattori ambientali:

- atmosfera;
- ambiente idrico;
- suolo e sottosuolo;
- vegetazione, flora e fauna;
- ecosistemi;
- paesaggio.

4.1 Atmosfera

In questo capitolo si affronta la caratterizzazione climatica del sito al fine di comprendere in quale misura e tramite quali dinamiche l'atmosfera interagisce con gli altri fattori ambientali.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.11 di 70	Rev. 0

4.1.1 Inquadramento climatico

Per una valutazione dei fattori climatici sono stati utilizzati i dati osservati nelle stazioni di Terraseo (latitudine 39° 12' 14" N, longitudine 08° 37' 37" E.), di Is Cannoneris, (località nei pressi di Pula, latitudine 38° 59' 49" N, longitudine 08° 54' 44" E,) e nelle stazioni di Cagliari-Elmas (latitudine 39° 16' 03" N, longitudine 09° 02' 59" E, altitudine 7 m s.l.m.) e Capo Spartivento (latitudine 38° 58' N, longitudine 8° 51' E, altitudine 238 m s.l.m.), gestite dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

Le osservazioni disponibili sono da ritenersi sufficientemente rappresentative dell'atmosfera sovrastante l'area sottoposta ad indagine, in quanto coprono un periodo di tempo medio che va da 20 a 71 anni (1922-1992). In particolare, ci si è avvalsi dei valori della temperatura (media mensile e media annua), delle precipitazioni (media mensile, media annua e numero medio di giorni piovosi) e della ventosità.

4.1.2. Temperature e precipitazioni

Le temperature medie mensili e media annua sono determinate utilizzando i dati rilevati nella stazione in località Is Cannoneris, nei pressi di Pula, tra il 1973 e il 1992, per un periodo complessivo di 20 anni di osservazione. In **Tab.4.1.2/A** si riportano, oltre ai valori medi di temperatura mensile ed annua, il numero di osservazioni e la deviazione standard.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
N.Oss.	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Dev.St.	1,1	1,4	1,5	1,3	1,7	1,1	1,7	1,3	1,8	1,7	1,1	1,6	0,5
T media in °C	6,3	6,8	8,1	10,0	14,4	18,8	22,8	22,6	19,5	14,7	10,3	7,9	13,6

Tab. 4.1.2/A: Valori di temperatura.

L'andamento delle temperature medie mensili può essere meglio analizzato grazie alla **Fig. 4.1.2/A** (Istogramma delle temperature medie mensili, con riportati nell'asse delle ascisse i 12 mesi e nell'asse delle ordinate le temperature medie mensili in °C).

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.12 di 70	Rev. 0

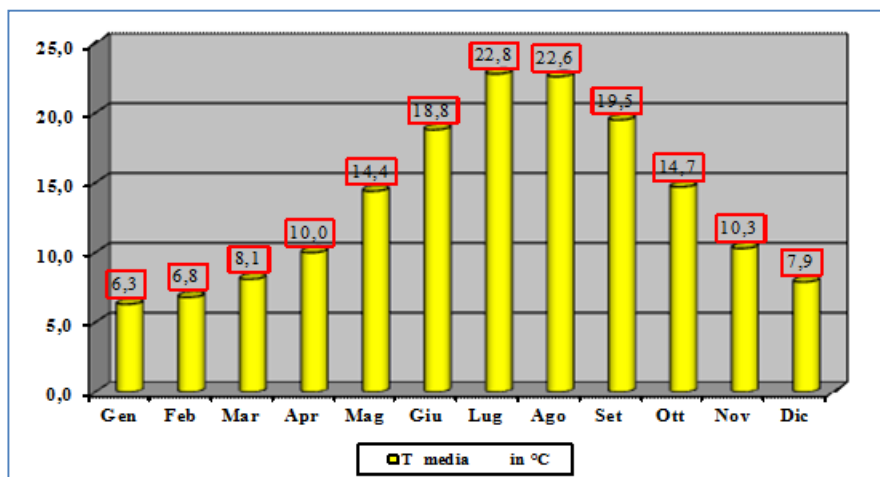


Fig. 4.1.2/A: Istogramma delle temperature medie mensili

Dalla tabella e dal compendio grafico si evince che la temperatura media annua, calcolata con i valori mensili, è 13,6 °C. Il mese più freddo è Gennaio con 6,3 °C e quelli più caldi sono Luglio con 22,8 °C e Agosto con 22,6 °C. Nel periodo di osservazione gli anni più caldi sono il 1982 e il 1990 con valori medi di 14,3 °C mentre il più freddo è il 1976 con 12,5 °C.

Le precipitazioni medie mensili e media annua sono determinate utilizzando i dati misurati nella stazione di Terraseo tra il 1973 e il 1992, per un periodo complessivo di 20 anni. In **Tab. 4.1.2/B** si riportano i valori rilevati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
N.Oss.	69	69	69	70	70	68	70	70	70	70	70	70	67
Dev.St.	81,6	78,0	51,1	51,6	40,4	25,0	11,2	22,4	40,4	72,3	70,1	73,8	178,0
P media in mm	121,2	109,3	78,3	66,9	46,6	17,0	4,6	12,5	40,8	88,5	115,0	127,7	825,3

Tab. 4.1.2/B: Valori delle precipitazioni.

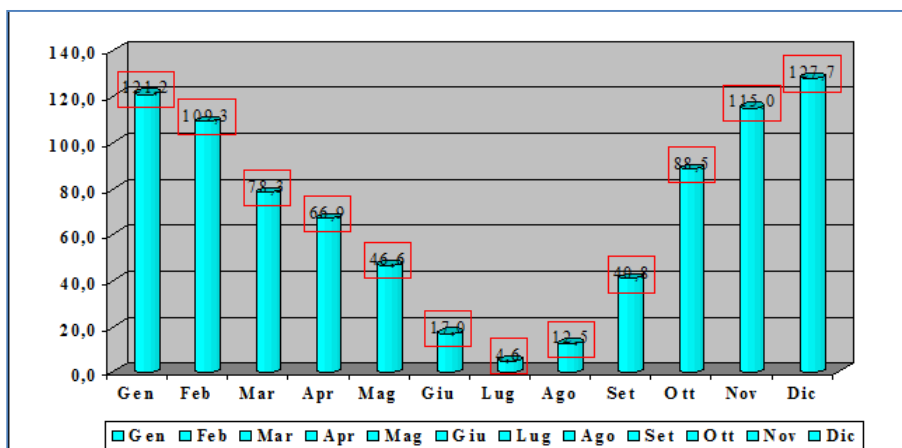


Fig. 4.1.2/B: Istogramma delle precipitazioni medie mensili

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.13 di 70	Rev. 0

Dalla **Tab. 4.1.2/B** e dal relativo compendio grafico di **Fig. 4.1.2/B** (istogramma delle precipitazioni medie mensili, con riportati sull'asse delle ascisse i 12 mesi e sull'asse delle ordinate le precipitazioni medie in mm) si evince che la precipitazione media annua, calcolata con i valori mensili, è di 825,3 mm, il mese più piovoso è Dicembre con 127,7 mm e quello più arido Luglio con 4,6 mm.

I dati di T e P (**Tab. 4.1.2/A** e **4.1.2/B**) hanno consentito la ricostruzione del diagramma ombrotermico (**Fig. 4.1.2/C**) che riproduce il regime termo-pluviometrico medio annuo. Infatti, riportando in ascisse i 12 mesi e in ordinate i corrispondenti valori medi mensili di T e P si può visualizzare il loro andamento nel corso dell'anno.

L'andamento delle curve consente di affermare che nei mesi estivi di Luglio e Agosto, dove le temperature medie mensili raggiungono il valore massimo rispettivamente di 22,8 °C e 22,6 °C, si hanno minimi di piovosità (rispettivamente 4,6 mm e 12,5 mm), mentre nei mesi di Dicembre e Gennaio dove le temperature medie mensili oscillano tra i 7,9 e i 6,3 °C, si raggiungono le piovosità più elevate (rispettivamente 127,7 mm e 121,2 mm).

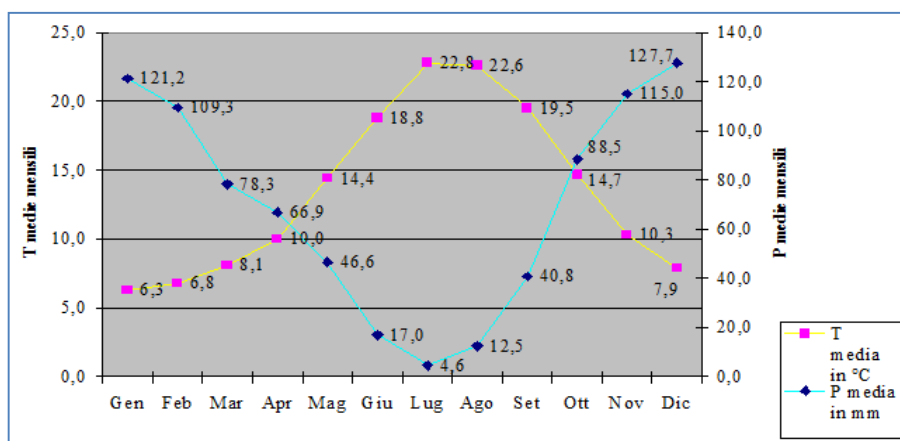


Fig. 4.1.2/B: Diagramma ombrotermico

4.1.3 Copertura Nuvolosa

Di notevole importanza nella definizione del clima è la nuvolosità da cui dipende l'irraggiamento solare.

Per questo parametro si è fatto riferimento alla stazione di Cagliari-Elmas. I giorni di cielo sereno, coperto e nuvoloso sono riportati in **Tab. 4.1.3/A**

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.14 di 70	Rev. 0

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
6	5	6	7	8	12	22	18	10	6	6	7	113
17			27			50			19			
Numero medio mensile ed annuo dei giorni coperti												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
11	10	10	9	9	4	2	3	6	8	7	9	88
31			22			11			24			
Numero medio mensile ed annuo dei giorni nuvolosi												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annuo
14	13	15	14	14	14	7	10	14	17	17	15	164
42			42			31			49			

Tab. 4.1.3/A: Medie mensili ed annue dei giorni nuvolosi, coperti e sereni per la stazione di Cagliari - Elmas.

L'analisi dei dati mostra che, nell'area in esame:

- il numero di giorni sereni massimo si verifica a Luglio con 22 gg., mentre il numero minimo ricade nel mese di Febbraio con 5 gg.;
- i giorni coperti raggiungono il massimo di 11 nel mese di Gennaio e il minimo di 2 a Luglio.
- i giorni nuvolosi toccano il minimo nel mese di Luglio, con 7 gg., mentre il massimo, 17 gg., si osserva nei mesi di Ottobre e Novembre.

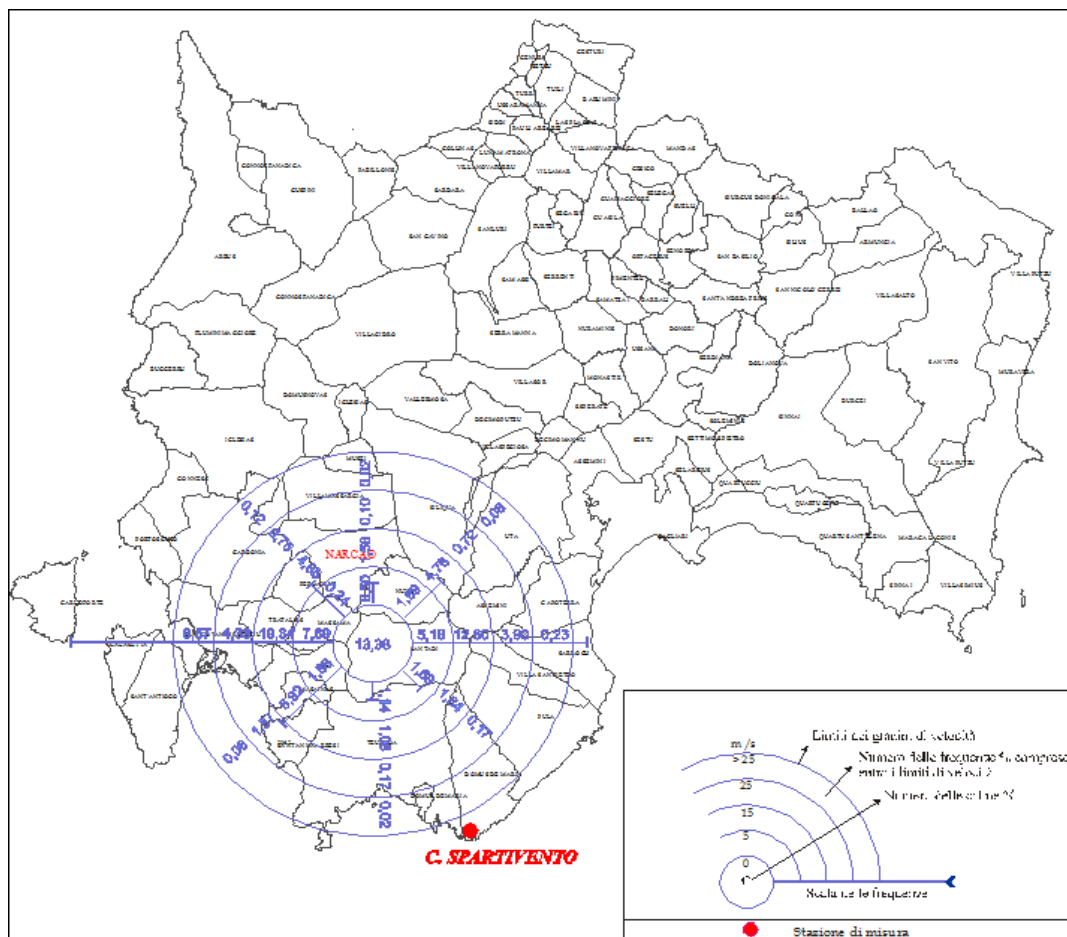
I dati relativi la media annua indicano che, nel settore, per ben 113 gg. (30,96%) il cielo è sereno, per 164 giorni (44,93%) è nuvoloso e per i restanti 88 gg. (24,11%) è coperto.

4.1.4. Ventosità

I dati d'intensità, direzione e frequenza del vento al suolo sono riferiti alla stazione di misura di Capo Spartivento. In **Fig. 4.1.4/A** si riporta l'ubicazione della stazione e la relativa schematizzazione grafica dei dati medi acquisiti (100 misure).

Dalla distribuzione dei venti si desume che nel settore in esame prevalgano i venti provenienti dai quadranti occidentale e orientale rispetto a quelli meridionale e settentrionale che non raggiungono apprezzabili velocità e mostrano minori frequenze. I valori di intensità massima sono compresi tra 5-15 m/s; i venti più frequenti (19,34%) soffiano da ovest ed oscillano a velocità comprese tra 5-15 m/s. Le calme registrate non superano il 13,38% delle osservazioni.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.15 di 70	Rev. 0



Tab. 4.1.4/A: Distribuzione e intensità dei venti nella stazione di C. Spartivento

4.1.5 Umidità relativa

L'umidità relativa, per ogni singola osservazione, si ottiene dal rapporto in percentuale della quantità di vapore acqueo esistente in una data massa d'aria e la quantità massima che la stessa potrebbe contenere alla temperatura esistente al momento di osservazione.

In **Tab. 4.1.5/A** si riportano i valori mensili di umidità relativa media (%) registrati nella stazione di Cagliari-Elmas.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Umidità relativa (%)	80	78	77	75	75	70	69	71	73	76	77	80	75
	78		73			71			78		75		

Tab. 4.1.5/A: Valori medi di umidità relativa per la stazione di Cagliari - Elmas

Dall'analisi dei dati si può notare che l'umidità relativa, con un valore medio annuo del 75%, è più alta nei mesi invernali e autunnali, raggiungendo il suo valore massimo (80%) nei mesi di Gennaio e Dicembre. I valori minimi si registrano nei mesi estivi (69% a Luglio, 70% a Giugno e 71% a Agosto).

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.16 di 70	Rev. 0

4.1.6 Pressione atmosferica

La variazione di pressione atmosferica in Sardegna, essendo strettamente legata a quella del Mediterraneo occidentale, è condizionata, nelle varie stagioni, dagli spostamenti dell'Anticiclone delle Azzorre. Nella stagione invernale esercita una notevole influenza anche l'anticiclone Euro-Siberiano. In **Tab 4.1.6/A** si riportano i valori medi della pressione atmosferica relativi al settore di interesse, ottenuti dai dati relativi alla stazione di Cagliari - Elmas.

Stazione	Altitudine (m)	Inverno (mb)	Primavera (mb)	Estate (mb)	Autunno (mb)	Anno (mb)
Cagliari-Elmas	10,00	1013,4	1013,5	1014,0	1014,1	1013,8

Tab. 4.1.6/A: Valori di pressione atmosferica per la stazione di Cagliari - Elmas.

Dall'esame dei valori medi stagionali si evince che la pressione atmosferica, con una media annua di 1013,8 mb, è minima (1013,4 mb) nella stagione invernale e massima (1014,1 mb) in quella autunnale.

4.1.7. Radiazione solare

I dati relativi alla Radiazione Solare Globale sono stati desunti dalla pubblicazione ("L'ambiente Naturale in Sardegna" – Carlo Delfino editore, 1986) attraverso la quale, in base alle carte della radiazione solare (globale) al suolo è possibile assegnare all'area in esame i seguenti valori:

- 60-100 W/m² nei mesi invernali da Dicembre a Febbraio
- 130-210 W/m² nei mesi primaverili da Marzo a Maggio
- 260-300 W/m² nei mesi estivi da Giugno ad Agosto
- 90-200 W/m² nei mesi autunnali da Settembre a Novembre

Tali valori rappresentano le medie mensili della radiazione solare globale sulla unità di superficie orizzontale, desunti dalla distribuzione delle isolinee di radiazione solare costruite mediante l'elaborazione dei dati di 18 stazioni distribuite su tutto il territorio sardo.

4.1.8 Stabilità atmosferica

L'indicatore maggiormente utilizzato per stimare la struttura turbolenta dell'atmosfera e definire il potenziale di rigenerazione della qualità dell'aria è "l'Indice di Stabilità dell'Atmosfera", le cui diverse situazioni vengono definite sulla base della classificazione di Pasquill; questa, basata sul bilancio radiativo superficiale, la copertura del cielo, l'altezza del sole e la velocità del vento, permette di distinguere 6 diverse situazioni:

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.17 di 70	Rev. 0

- Atmosfera estremamente instabile (classe A)
- Atmosfera moderatamente instabile (classe B)
- Atmosfera leggermente instabile (classe C)
- Atmosfera neutra (classe D)
- Atmosfera leggermente stabile (classe E)
- Atmosfera moderatamente/estremamente stabile (classe F+G).

Le prime tre classi sono favorevoli alla diluizione di concentrazioni “significative” di polveri e gas in atmosfera, mentre le altre tre rappresentano i periodi peggiori per la “dispersione atmosferica” determinando progressivamente il raggiungimento/mantenimento dei livelli più elevati.

Le condizioni di stabilità per la stazione di Capo Spartivento sono definite in base a parametri meteorologici facilmente acquisibili dalle stazioni a terra, in particolare alla velocità del vento a 10 m dal suolo e alla radiazione solare globale (o incidente - giorno).

Di seguito, in **Tab. 4.1.8/B** sono riportati i dati statistici relativi alle classi di turbolenza atmosferica Pasquill, calcolate, utilizzando la **Tab. 4.1.8/A**, per la zona in esame.

Radiazione (W/m²)	Velocità del vento (m/s)					
	V < 2	2 ≤ V < 3	3 ≤ V < 4	4 ≤ V < 5	5 ≤ V < 6	V ≥ 6
Giorno						
RT ≥ 700	A	A	B	B	C	C
540 ≤ RT < 700	A	B	B	B	C	C
400 ≤ RT < 540	B	B	B	C	C	D
270 ≤ RT < 400	B	B	C	C	C	D
140 ≤ RT < 270	C	C	C	D	D	D
RT < 140	D	D	D	D	D	D
Notte						
RN ≥ -20	D	D	D	D	D	D
-40 ≤ RN < -20	F	E	D	D	D	D
RN < -40	F	F	E	E	D	D

Tab. 4.1.8/A - Corrispondenze tra categorie di Pasquill, intensità della velocità del vento a 10 m e radiazione solare incidente (giorno) o netta (notte).

STAZIONE DI CAPO SPARTIVENTO				
Stagione	Mesi	Radiazione Globale	Velocità del vento prevalente	Classe di Stabilità di Pasquill
		W/m²	m/s	
Inverno	da Dicembre a Febbraio	60-100	5-15	D
Primavera	da Marzo a Maggio	130-210	5-15	D
Estate	da Giugno ad Agosto	260-300	5-15	C + D
Autunno	da Settembre a Novembre	90-200	5-15	D

Tab. 4.1.8/B: dati statistici relativi alle classi di turbolenza atmosferica Pasquill

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.18 di 70	Rev. 0

Complessivamente, su base annuale si individuano due classi una prevalente ed una subordinata rappresentate, rispettivamente, dalle “D” e “C”. I dati riportati indicano la predominanza della classe D (atmosfera neutra) in Inverno, Primavera ed Autunno e di quelle C e D (da leggermente instabile a neutra) in Estate.

4.1.9. Indice di aridità

L'Indice di Aridità è definito come segue:

$$Ia = [P / (T+10) + 12 p / t] / 2$$

dove: P = afflusso medio annuo;

T = temperatura media annua;

p, t = afflusso e temperatura del mese più arido.

Il valore di “Ia” cresce all'aumentare del rapporto fra precipitazioni totali annue e temperatura media annuale e del rapporto fra precipitazioni del mese meno piovoso e relativa temperatura mensile. In funzione dei dati in nostro possesso, attraverso l'utilizzo della suddetta formula, si è ottenuto un Indice di Aridità Medio Annuo pari a 18,70.

$$Ia = 18,70$$

4.1.10 Clima

La Sardegna ha un clima essenzialmente mediterraneo, che risente naturalmente della sua posizione geografica (quasi al centro del mediterraneo).

L'isola è lambita dalle famiglie cicloniche d'origine atlantica che penetrano nel Mediterraneo, specie nel semestre freddo, spostandosi da occidente verso oriente. La loro influenza è, inoltre, mitigata dall'azione termoregolatrice delle masse marine che circondano la regione. Gli influssi del mare si avvertono pressoché ovunque nell'isola, anche se, come è naturale, si indeboliscono col procedere verso l'interno.

In forza di ciò, la regione sarda è, tra quelle italiane, una delle più soleggiate durante tutto il corso dell'anno; tale fatto influisce conseguentemente sul suo clima e sul clima dei suoi distretti. I tipi di circolazione sono individuati e regolati dalla posizione reciproca dell'Anticiclone delle Azzorre, dell'Anticiclone Russo-Siberiano e della depressione d'Islanda. Tali centri di azione convogliano sul Mediterraneo, nell'arco dell'anno, masse d'aria di origine e caratteristiche fisiche diverse, che quivi subiscono trasformazioni dinamiche e termodinamiche a causa delle condizioni di temperatura del mare e dell'orografia locale. Il prevalere di uno dei suddetti regolatori o la contemporanea influenza di alcuni di essi determinano condizioni meteorologiche e climatiche

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.19 di 70	Rev. 0

differenziate la cui ricorrenza scandisce i cicli stagionali del clima: durante il semestre freddo è ricorrente una configurazione barica depressionaria al suolo centrata fra la Sardegna ed il Mar Adriatico e compresa tra l'anticiclone atlantico e l'anticiclone asiatico. Questa è la condizione tipica in cui le masse d'aria freddo-umida investono le isole mediterranee producendo effetti di vorticità, marcata ventosità, nuvolosità interna e precipitazioni a carattere di rovescio, alle quali seguono, dopo breve tempo, ampie schiarite. Un altro ricorrente regime di depressione si presenta con formazioni cicloniche che si originano sull'Europa occidentale e si spostano verso est e nord-est. Tali condizioni si presentano in genere in autunno e in primavera con flusso di aria relativamente calda e umida dei quadranti sud-occidentali. L'impatto di tali masse d'aria con le coste occidentali e i rilievi montuosi dell'isola produce abbondante nuvolosità e precipitazioni intense e continue.

Nello specifico i valori medi di temperatura e precipitazione misurati per il settore esaminato consentono di asserire che il clima sia di tipo sub-umido. Infatti la temperatura media annua compresa tra 11 e 15°C (Tm = 13,6°C), la temperatura media del mese più freddo compresa tra 4 e 6,4 (Tm Gennaio = 6,3°C), da uno a tre mesi con temperature di 20°C (Luglio = 22,8°C, Agosto = 22,6°C) e precipitazioni medie annue comprese in un range di valori variabile tra 800 e 1200 mm (Pm/annua = 825, 3 mm) sono i valori limite che individuano questo tipo di clima.

I dati in possesso consentono inoltre di inquadrare, in seno alla classificazione elaborata da W. Köppen, il clima come "temperato caldo-mesotermico-" (il mese più freddo ha temperatura inferiore a 18°C, ma superiore a -3°C – classe C-; almeno un mese ha una temperatura superiore a 10° C e la stagione estiva è asciutta – sottoclasse s-; l'estate è molto calda, il mese più caldo ha temperature superiori a 22°C – subclasse a). In base alle considerazioni esposte, il codice completo di clima secondo W. Köppen è Csa tipico del clima mediterraneo.

4.1.11 Qualità dell'aria- Inquinamento atmosferico

Tutte le sostanze usate a vario titolo dall'uomo possono essere immesse nell'atmosfera e costituire una causa di inquinamento. Fra queste, la componente maggiormente presente è quella "solida aerodispersa" denominata *materiale particolato*.

Il materiale particolato aerodisperso è un insieme di particelle solide e liquide con diametro aerodinamico variabile fra 0,01 e 100 µm.

Le particelle di dimensioni superiore a 10 µm, responsabili di fenomeni di inquinamento, sono in genere polveri derivanti da processi industriali o, in condizioni naturali, da processi erosivi. Queste hanno però un tempo di permanenza in atmosfera relativamente limitato e tendono a depositarsi nelle varie superfici

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.20 di 70	Rev. 0

Le particelle con diametro aerodinamico inferiore o uguale ai 10 µm e fino ai 2,5 µm, comunemente identificate nelle classi PM10 e PM2,5 e oggetto della maggior parte degli studi sull'inquinamento atmosferico, sono caratterizzate da tempi di permanenza in atmosfera più lunghi e possono quindi essere trasportate a distanze anche molto grandi dalla sorgente emissiva; hanno una natura chimica particolarmente complessa e variabile, e sono in grado di penetrare nell'albero respiratorio umano e di avere quindi effetti negativi sulla salute.

Parte di queste sostanze sono emesse in atmosfera sotto forma di particolato (i cosiddetti aerosol primari), altre derivano da processi chimico-fisici che si realizzano fra altre specie inquinanti (aerosol secondari). Le particelle primarie comprendono il materiale emesso direttamente nell'atmosfera, in forma sia solida che liquida; le particelle secondarie comprendono invece particelle formate in atmosfera mediante reazioni chimiche, generalmente di tipo gas-particella, e processi fisici (interazioni elettrostatiche, coagulazioni etc).

Nonostante i numerosi studi realizzati dalla comunità scientifica internazionale, le informazioni sulla composizione chimica del materiale particolato sono ancora incomplete. Fra le altre cose, sono raramente disponibili andamenti temporali omogenei delle concentrazioni nel lungo periodo e sono carenti le informazioni sulla composizione chimica del materiale particellare in funzione dell'area geografica e delle condizioni meteorologiche. Ancora in corso, poi, sono gli studi sugli effetti che il materiale particellare esercita sui viventi, sull'ecosistema nel suo complesso e sui materiali e sui manufatti. Ciò è in parte giustificato dall'enorme varietà di composti chimici che costituiscono il particolato e dall'indubbia difficoltà di individuare corretti rapporti eziologici per ascrivere gli effetti all'una o all'altra componente.

Un inquadramento di massima, dato principalmente dagli aspetti dimensionali legato ai diversi fenomeni di formazione primari e secondari può essere, schematicamente, correlato alla fonte di provenienza nel modo seguente:

- diametro aerodinamico inferiore a 0,1 µm - processi di combustione (primari); fenomeni di condensazione e nucleazione (secondari);
- diametro aerodinamico compreso tra 0,1 µm e 1 µm - processi di combustione (primari); processi fotochimici e fenomeni di coagulazione (secondari);
- diametro aerodinamico compreso tra 1 µm e 10 µm - polveri e prodotti di combustione industriale, particolari tipi di terreno, sali marini (primari); fenomeni di accrescimento igroscopico (secondari);
- diametro aerodinamico maggiore di 10 µm - processi meccanici come l'erosione dovuta al vento, la polverizzazione di materiali da parte di veicoli (primari). L'origine può essere naturale (erosione dei venti sulle rocce, eruzioni vulcaniche, autocombustione di boschi e

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.21 di 70	Rev. 0

foreste) o antropica (traffico autoveicolare, usura del manto stradale e combustioni di vario genere). In genere le particelle immesse da processi naturali determinano impatti con effetti contenuti in aree poco antropizzate anche se il loro spostamento può interessare aree più vaste. Molto più significativo è l'inquinamento antropogenico derivante dalle normali attività dell'uomo, come le lavorazioni industriali, gli impianti termici e, soprattutto, il traffico veicolare. Le proprietà e gli effetti del "particolato" sono comunque strettamente legati, oltre che alla concentrazione e dimensioni delle particelle anche alla loro composizione chimica; quanto cioè possiedano inerzia chimica nei confronti di altri materiali o molto in modo più importante, nei confronti della salute umana.

È evidente che una valutazione quantitativa di tutti i composti è pressoché impossibile, per questo motivo la normativa italiana ha individuato i cosiddetti "principali inquinanti", di seguito riportati, che possono considerarsi "spie di uno stato di qualità dell'aria".

- ❑ **ANIDRIDE SOLFOROSA (SO₂)** - La principale fonte di inquinamento da anidride solforosa è costituita dagli impianti termici, specie se alimentati con combustibili non gassosi quali gasolio, carbone e olio combustibile e, secondariamente, dalla motorizzazione. I danni ambientali causati sono legati prevalentemente alle piogge acide: infatti SO₂ reagendo con l'umidità origina acido solforico, con conseguente corrosione dei terreni alcalini, l'acidificazione dei corpi idrici superficiali, la dissoluzione chimica dei marmi esposti alle piogge e la corrosione chimica ed elettrochimica dei metalli, in particolare ferro e zinco. Inoltre l'anidride solforosa è causa di specifiche patologie all'apparato respiratorio.
- ❑ **OSSIDI D'AZOTO (NO_x)** - Sono prodotti in qualsiasi processo di combustione in cui si impiega l'aria come comburente (negli autoveicoli, impianti termici, industrie) indipendentemente dal combustibile usato. La normativa vigente fissa dei limiti di emissione solamente per il biossido d'azoto (NO₂), gas tossico irritante per le mucose responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio con diminuzione delle difese polmonari. Gli ossidi di azoto, reagiscono con l'umidità originando acido nitrico e sono con l'anidride solforosa responsabili delle piogge acide.
- ❑ **PARTICELLE SOLIDE SOSPENSE (PSS) O POLVERI** - Possono essere sabbia o sostanze di varia natura e dimensione, fuliggine, composti metallici, sali, pollini. Le patologie da polveri sono molto variabili in funzione della natura e delle dimensioni delle stesse, in particolare quelle aventi un diametro di 10 micron (PM₁₀ – polveri respirabili) causano danni all'apparato respiratorio.
- ❑ **OZONO TROPOSFERICO (O₃)** - Si tratta di un inquinante "secondario" che si forma in seguito a reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti immessi direttamente in atmosfera (primari),

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.22 di 70	Rev. 0

quali ossidi di azoto e idrocarburi non metanici. Costituisce lo “smog fotochimico” ed è molto irritante per le vie respiratorie. A livello ambientale produce un rapido deterioramento dei materiali e diminuisce la produttività delle piante.

- MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) - La principale sorgente di questo gas è costituita dagli scarichi del traffico veicolare, soprattutto da quello a benzina. Viene facilmente assimilato per inalazione e può aggravare le condizioni individuali di insufficienza respiratoria.
- IDROCARBURI (HC), BENZENE E I.P.A. (Idrocarburi Policiclici Aromatici) - Le principali sorgenti di benzene e degli altri idrocarburi aromatici sono costituite dalle emissioni dei veicoli a motore e dalle perdite per evaporazione durante la lavorazione, lo stoccaggio e la distribuzione dei prodotti petroliferi. Si tratta di sostanze di accertata cancerogenicità che vengono assimilate nell'organismo soprattutto per inalazione.

La seguente **Tab. 4.1.11/A** riassume i vari indicatori stabiliti nelle normative sopra citate per i vari inquinanti.

Valori di riferimento					
Inquinante	Dato utilizzato	Limite	Descrizione	Validità	Rif. Normativo
Benzene	Media annuale	5 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana	In vigore	D.Lgs. 155/2010
CO	Media Massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³	Valore limite orario per la protezione della salute umana	In vigore	D.Lgs. 155/2010
Benzo(a)Pirene	Media annuale delle medie giornaliere	1 ng/m ³	Valore obiettivo annuale nella frazione PM 10	In vigore	D.Lgs. 155/2010
NO2	Media oraria	200 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana. Da non superare più di 18 volte per anno civile	In vigore	D.Lgs. 155/2010
	Media annuale	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana	In vigore	D.Lgs. 155/2010
Ozono	Media massima oraria	180 µg/m ³	Soglia di informazione	In vigore	D.Lgs. 155/2010
	Media massima oraria	240 µg/m ³	Soglia di allarme	In vigore	D.Lgs. 155/2010
Piombo	Media annuale	0.5 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana	In vigore	D.Lgs. 155/2010
PM10	Media giornaliera	50 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana. Da non superare più di 35 volte per anno civile.	In vigore	D.Lgs. 155/2010
	Media annuale	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana	In vigore	D.Lgs. 155/2010
SO2	Media oraria	350 µg/m ³	Valore limite su 1 ora per la protezione della salute umana. Superamenti max in 1 anno 24	In vigore	D.Lgs. 155/2010
	Media giornaliera	125 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile.	In vigore	D.Lgs. 155/2010
	Media oraria	500 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di 2 ore consecutive	In vigore	D.Lgs. 155/2010

Tab. 4.1.11/A: Indicatori stabiliti nelle normative sopra citate per i vari inquinanti

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.23 di 70	Rev. 0

4.1.11.1 Qualità dell'Aria intorno all'area di studio

Per una valutazione della qualità dell'aria sono stati utilizzati i dati provenienti dalla rete di monitoraggio regionale, gestita attualmente dalle Province, e pubblicati nel "Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria dell'Anno 2018" dall'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna.

Il Comune di Villaperuccio, è racchiusa in un territorio dove sono presenti più reti di monitoraggio, così dislocate:

- Assemini: tre stazioni di misura di cui 2 nell'area industriale di Macchiareddu e una nel centro urbano di Assemini.
- Portoscuso: quattro stazioni di misura di cui 2 più propriamente nell'area industriale di Portovesme 2 in prossimità dei centri abitati di Portoscuso e Paringianu,
- Sarroch: tre stazioni di misura dislocate due in zona limitrofa alla parte urbana mentre una più baricentrica alla parte industriale.
- Sulcis Iglesiente: quattro stazioni di misura, di cui 2 nel centro urbano di Iglesias e Carbonia 1 a Nuraxi Figus (Gonnesa) 1 a Sant'Antioco

Quella che, in modo più appropriato anche per vicinanza geografica, può essere presa a riferimento è quella del Sulcis Iglesiente denominata IT2010 costituita 4 stazioni di misura dislocate nei centri urbani di Carbonia (CENCB2), Iglesias (CENIG1), Gonnesa - Nuraxi Figus (CENN1), e Sant'Antioco (CENST1).

Di fatto la più rappresentativa proprio per una distanza di poco superiore a 10 km dal sito in esame è quella di Carbonia. Tra l'altro, la stazione CENST1 di Sant'Antioco è stata dismessa in data 01/10/2018, in quanto nel progetto di adeguamento della rete non rispettava i criteri imposti dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., pertanto i dati rilevati e non possono essere confrontati con i valori di riferimento del medesimo decreto. La **Tab. 4.1.11.1/A** mostra le percentuali di dati utilizzabili per un confronto sul rispetto dei limiti normativi

Comune	Stazione	C ₆ H ₆	CO	NO ₂	O ₃	PM ₁₀	SO ₂	PM _{2,5}
Carbonia	CENCB2	90	-	95	94	91	96	-
Iglesias	CENIG1	-	-	93	95	98	95	-
Gonnesa	CENN1	-	-	88	-	98	93	-
S. Antioco	CENST1	-	-	66	-	73	71	-

Tab. 4.1.11.1/A: Percentuali di funzionamento della strumentazione – Area del Sulcis Iglesiente

La **Tab. 4.1.11.1/B** mostra invece i superamenti rilevati dagli strumenti di misura per i vari parametri monitorati:

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.24 di 70	Rev. 0

Parametri Monitorati		C ₆ H ₆	CO	NO ₂			O ₃			PM ₁₀		SO ₂			PM 2,5
Periodo di riferimento		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
Tipo di limite		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
Valore limite		5	10	200	400	40	180	240	120	50	40	350	500	125	25
N° Massimo di Superamenti Consentiti				18					25	35		24		3	
Comune	Stazione														
Carbonia	CENCB2		-							3					-
Iglesias	CENIG1	-	-							6					-
Gonnese	CENNF1	-	-				-	-	-	7					-
Periodo di Riferimento: • MO: media oraria; • M8: massima media mobile sulle otto ore in un giorno; • MG: media giornaliera; • MA: media annua; Tipo di Limite: • PSU: valore limite per la protezione della salute umana; • SI: soglia di informazione; • SA: soglia di allarme (solo per NO ₂ , SO ₂ e O ₃); • VB: valore obiettivo (solo per O ₃).															

Tab. 4.1.11.1/B: superamenti rilevati dagli strumenti di misura per i vari parametri monitorati:

Nell'area del Sulcis-Iglesiente, le stazioni della Rete hanno una percentuale media di dati validi per l'anno in esame pari al 94%.

Come si può notare, nel 2018 le stazioni di misura hanno registrato alcuni superamenti dei limiti, senza però eccedere il numero massimo consentito dalla normativa:

- Relativamente al PM₁₀ si evidenziano medie annue che variano da 13 µg/m³ (CENCB2) a 22 µg/m³ (CENNF1), nel rispetto del limite di legge di 40 µg/m³; mentre le massime medie giornaliere da 74 µg/m³ (CENST1) a 134 µg/m³ (CENIG1). Si manifestano superamenti entro il limite normativo consentito per la protezione della salute umana (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): si sono avuti 3 superamenti nella CENCB2, 6 nella CENIG1 e 7 nella CENNF1.
- Per quanto riguarda le misure di benzene (C₆H₆), misurato dalla stazione CENCB2, il valore medio annuale è di 0,6 µg/m³, ampiamente entro il limite di legge di 5 µg/m³.
- Il biossido di azoto (NO₂) presenta medie annue che variano tra 4 µg/m³ (CENST1) e 8 µg/m³ (CENIG1), inferiori al limite di legge per la media annuale di 40 µg/m³. I valori

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.25 di 70	Rev. 0

massimi orari sono compresi tra 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENNF1) e 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENCB2 e CENIG1), comunque ben lontani dai limiti di legge per le medie orarie pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- L'ozono (O_3) è misurato dalle CENIG1 e CENCB2. La massima media mobile di otto ore si attesta tra 109 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENCB2) e 116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENIG1); i valori massimi orari tra 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENCB2) e 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENIG1), abbondantemente al di sotto della soglia di informazione (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e della soglia di allarme (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessun fuori limite.
- La situazione riguardo al biossido di zolfo (SO_2), manifesta le massime medie giornaliere che variano tra 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENCB2 e CENST1) e 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENNF1), mentre i valori massimi orari da 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENCB2) a 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CENNF1), ampiamente entro i limiti di legge.

La situazione registrata può considerarsi ampiamente entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati. E presumibile pertanto che tali valori possano ritenersi validi se non addirittura suscettibili di livelli anche inferiori per la zona interessata dalla discarica perché trattandosi di un sito a bassa antropizzazione vengono meno quegli impatti tipici della urbanizzazione e della industrializzazione

4.2. Ambiente idrico

Questo capitolo affronta, dapprima, la caratterizzazione delle acque superficiali e sotterranee dell'U.I.O. del Riu Palmas, per addentrarsi, successivamente, nello studio dell'area vasta e, quindi, del sito inserite interamente nel Bacino idrografico del Riu Palmas.

4.2.1 Acque superficiali

4.2.1.1 U.I.O. del Riu Palmas

L'Unità Idrografica Omogenea del Rio Palmas comprende, oltre al bacino principale del Rio di Palmas, nel quale è inserita l'area di interesse, i bacini delle due isole di Sant'Antioco e San Pietro e una serie di bacini minori situati nella costa sud-occidentale, tra cui si citano per importanza quelli del Rio Flumentepido, del Riu Sa Masa e del Riu de Leunaxiu.

Quest'unità, delimitata ad est dal massiccio del Sulcis, a nord dalla valle del Cixerri e dalle pendici

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.26 di 70	Rev. 0

occidentali del massiccio dell'Iglesiente e, nella parte meridionale e occidentale, da una vasta area costiera, ha un'estensione di 1299,60 km².

Nell'U.I.O. ricadono 34 corsi d'acqua del 1° ordine e 70 corsi d'acqua del 2° ordine tutti di modesta entità, ad eccezione del Rio Mannu di Narcao. In tabella si riportano i nomi dei bacini idrografici dei corsi di 1° ordine e le corrispondenti superfici drenate.

I laghi presenti sono 4: due nel Bacino del Rio Palmas dove riveste notevole importanza ai fini irrigui l'invaso di Monti Pranu, uno nel Rio Flumentepido e uno nell'isola di S. Pietro.

L'invaso di Monte Pranu progettato nel 1933, ma realizzato tra il 1948 ed il 1951, allo scopo di regolare le piene del Rio Palmas ha portato alla costruzione oltre che della diga principale, di quella secondaria di Bastuppa e delle due laterali di Case Miais e Bavorada; le prime due in calcestruzzo, quelle laterali in terra.

Le acque di transizione contando 21 corpi idrici rendono l'unità idrografica del Palmas, quella in cui questa tipologia di corpi idrici ha maggiore importanza: infatti, stagni, saline, paludi occupano complessivamente una superficie di circa 22 km².

4.2.1.2 Bacino idrografico del Riu Palmas

Il bacino del Rio Palmas, considerato il Riu Mannu di Narcao come ramo principale, ha origine nei pressi di Monte Orri e dopo un percorso di circa 40 km, drenando una superficie di 482,75 km² attraverso i rii Gutturu Ponti, Mannu di Santadi e Piscinas, sfocia nei pressi di Porto Botte.

La presenza di rocce a bassa permeabilità è nettamente superiore rispetto a quelle con permeabilità medio-alta, di conseguenza la frequenza e la densità del drenaggio è piuttosto elevata.

All'interno del bacino del Palmas ricadono, 13 corsi d'acqua del 2° ordine che drenano bacini di modesta entità ad eccezione del Rio Mannu di Narcao.

In tabella si riportano, oltre al bacino di appartenenza, i nomi e la lunghezza dell'asta dei corpi idrici principali.

In questo bacino è possibile l'analisi frazionata dei principali sottobacini dei Rii Gutturu Ponti, Mannu di Narcao e Piscinas, attualmente tributari del lago di Monte Pranu, e del tratto tra il lago e la foce.

- *Sub-bacino del Riu Mannu di Narcao*

Ramo principale del Riu Palmas, il Riu Mannu di Narcao, drena un bacino di circa 268,0 km² racchiuso da uno spartiacque che, partendo dal Lago di Monte Pranu, tocca le cime di Monte Magai (131 m), Monte Narcao (480 m), Monte Perda Carcina (413 m), Punta de Scarleddu (616 m) Monte Rosas (610 m), Punta Orbai (648 m), Monte Orri (722 m), Punta Genna Spina (970

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.27 di 70	Rev. 0

m), Monte Maxia (1.070 m), Punta Sebera (979 m), Monte Fiacca (318 m), Monte Perda Morta (98 m).

Il Riu Mannu di Narcao ed il suo affluente principale, il Riu Mannu di Santadi, presentano, come il Riu Gutturu Ponti, un drenaggio piuttosto intenso di tipo dendritico nella parte più elevata del bacino che diventa più rarefatto e di tipo angolato nella fascia più meridionale.

I tributari principali sono i Rii Triccu, Barisoni, Mannu di Santadi, Maxias, Tuvu Bau Ascova, Su Tuvu de Vissenti Arisu, Cannedu, Canne, Murtas, de Fundus, de Sa Perda, Matzeu Matta, Baseddori, Cuxina, di Nuxis, Santa Lucia, S'Acqua Callenti, De Candiazzus, Impera Buè, Rigau, Su Cani, Siriddi, de Naniechi, Cresia, di Baccu Mannu.

Dal Monte Orri al lago di Monte Pranu il Riu Mannu di Narcao è lungo 30,65 km, mentre il Riu di Santadi, dalla confluenza al Monte Mannu (715 m) dal quale trae origine, misura circa 16 km. Le linee di impluvio d'ordine inferiore al 2° sono 2.374 per una lunghezza di 916,4 km, da cui risulta una densità del drenaggio di 3,42 km/km², un coefficiente di 0,29 ed una frequenza di 8,8.

4.2.2 Acque sotterranee

4.2.2.1 Caratteri idrogeologici principali

Dei 37 complessi acquiferi principali individuati per la Sardegna, costituiti da una o più Unità con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee, quelli che interessano il territorio della U.I.O. del Palmas, dal più antico al più recente, sono di seguito riportati.

- *Acquifero dei Carbonati Cambriani del Sulcis-Iglesiente* costituito dall'unità carbonatica cambriana e dai metacalcari e metadolomie, che presentano permeabilità per fessurazione e carsismo medio-alta.
- *Acquifero dei Carbonati Mesozoici del Golfo di Palmas* costituito dall'Unità Carbonatica Mesozoica con permeabilità complessiva medio-alta per fessurazione e carsismo.
- *Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis* costituito dall'Unità delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche con Permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbrici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici e epiclastici.
- *Acquifero Detritico Carbonatico Eocenico di Carbonia* costituito dall'Unità Detritico-Carbonatica eocenica con permeabilità complessiva media; media per porosità nei termini arenacei e conglomeratici; medio-alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici; bassa per porosità nei termini argillosi.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.28 di 70	Rev. 0

- *Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis* costituito dalle Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria e delle Alluvioni Plio-Quaternarie con permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.
- *Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri* costituito dalle Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria e delle Alluvioni Plio-Quaternarie con Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

4.2.2.2 Idrostratigrafia dell'area cartografata

L'analisi del territorio e le correlazioni con i dati relativi all'assetto litostratigrafico dell'area cartografata (**ALLEGATO F**) riportati in letteratura ha permesso di individuare tre dei sei sopracitati acquiferi principali, ascrivibili all'Eocene, all'Oligo-Miocene, e al Plio-Quaternario.

- ***Acquifero Detritico Carbonatico Eocenico di Carbonia***

Conglomerati, arenarie e siltiti argillose con permeabilità bassa per porosità unitamente a calcari, calcari marnosi, marne argillose, argille arenarie e conglomerati con permeabilità complessiva media, media per porosità nei termini arenacei e conglomeratici, medio-alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici e bassa per porosità nei termini argillosi sono i costituenti principali di tale Acquifero.

In particolare della successione sedimentaria paleogenica è presente, il complesso arenaceo-conglomeratico della "Formazione del Cixerri".

- ***Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis***

Le rioliti, riodaciti, daciti e subordinate comenditi in espandimenti ignimbrici, cupole di ristagno e rare colate, con associati prodotti piroclastici e talora livelli epiclastici, andesiti, andesiti basaltiche, basalti andesitici e rari basalti, talora brecciati, in cupole di ristagno e colate, gabbri, gabbrioriti in corpi ipoabissali e quarzodioriti porfiriche con filoni associati, sono i costituenti principali di tale acquifero. La permeabilità per fessurazione complessiva è medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbrici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici ed epiclastici. In particolare costituenti principali sono le formazioni andesitiche e ignimbriche della Successione Vulcano-Sedimentaria oligo-miocenica. Nel settore cartografato affiorano, anche considerando i piccoli lembi, della serie andesitica, le Piroclastiti ed Epiclastiti di Serra 'e Tepuis

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.29 di 70	Rev. 0

del “Gruppo di Carbonia” e, della serie ignimbratica, le Rioliti di Nuraxi e di M.te Crobu del “Gruppo di M.te Sirai”.

- **Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis**

Sabbie marine, di spiaggia e dunarie, arenarie eoliche, sabbie derivanti dall'arenizzazione dei graniti, panchina tirreniana, travertini, calcari e detriti di falda dell'Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria, con permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione unitamente a depositi alluvionali conglomeratici, arenacei, argillosi, depositi lacustro-palustri, discariche minerarie con permeabilità per porosità complessiva medio-bassa e localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana sono i costituenti principali di tale acquifero.

4.2.2.3 Caratteri idrogeologici dell'area di interesse

L'analisi delle caratteristiche di permeabilità dei diversi litotipi e la loro natura geologica hanno consentito l'individuazione, del seguente assetto idrogeologico.

- **Formazione del Cixerri** - Il complesso terrigeno terziario, costituito da arenarie quarzose e quarzoso-feldspatiche, marne, argille siltose, spesso rossastre e conglomerati poligenici di ambiente alluvionale e rari calcari lacustri, contraddistinto nella cartografia allegata con la sigla “CIX” nella Carta Geologica **ALLEGATO E**; presenta un grado di permeabilità per porosità basso dovuto soprattutto all'abbondante frazione fine di natura argillosa presente nei vuoti intergranulari nei termini più alti della formazione. Tuttavia, la formazione non è completamente priva di acqua perché alcune facies particolari, come quella conglomeratica, ne possono contenere una certa quantità, anche se limitata.
- **Vulcaniti Mioceniche** - Le piroclastiti ed epiclastiti di Serra 'e Tepuis (STP) dell'unità della sequenza andesitica, distinte nella Carta Geologica in brecce vulcaniche caotiche di flusso piroclastico a clasti basaltici o andesitici con basalti nei livelli inferiori, andesitiche nelle porzioni superiori (2), basalti porfirici pirossenico-olivinici (3), flussi piroclastici dacitici pomiceo-cineritici, poco saldati, con fenocristalli di Plagioclasio, iperstene augite e orneblenda, intercalati a depositi fluvio-lacustri cineritico sabbiosi dove all'interno si rinvenivano gli affioramenti di bentonite (4), ignimbriti riolitiche porfiriche a fenocristalli di sanidino con subordinati iperstene, fayalite e raro plagioclasio (5), ignimbriti riolitiche porfiriche a fenocristalli di plagioclasio con subordinato iperstene, rari fayalite e biotite (6), ignimbriti riodacitiche porfiriche con plagioclasio dominante su sanidino e rari iperstene e fayalite (7), sono caratterizzati da una permeabilità complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbritici

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.30 di 70	Rev. 0

e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici ed epiclastici.

- **Depositi Olocenici** - Le coltri di detriti immersi in matrice fine argilloso-arenacea, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti di origine eluvio-colluviale. Questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità per porosità medio-bassa.

4.2.2.4 Manifestazioni sorgentizie

Nel bacino del Rio Palmas hanno l'emergenza numerose sorgenti, alcune delle quali sono da tempo captate per uso civile o per irrigazione.

- **Nel bacino del Mannu di Narcao** le sorgive degne di nota sono Mitza Barisonis con 3,50 l/s utilizzata in passato dalla miniera di Rosas, Mitza S'Ecca de Sa Orta 3,0 l/s localizzata in prossimità di Narcao, Mitza Sa Turri di 6,0 l/s che emerge dal calcare dei rilievi presso Nuxis e, ancora con emergenza sui calcari, Mitza Cagafà e Conca Antoni Airi entrambe di 1,5 l/s, Mitza Peppi Mereu, localizzata nei depositi alluvionali, di 4,8 l/s nel settembre 1979 mentre nell'ottobre del 1990 risultava esaurita, Mitza Su Cannoni 0,35 l/s, Mitza S'Acqua Prisca 0,33 l/s.

4.3. Inquadramento geologico-tettonico

L'area in esame che si estende nel settore centrale del Sulcis, la regione più meridionale dell'isola caratterizzata da un rilievo prevalentemente montuoso costituito in gran parte da graniti e da scisti del basamento ercinico ed in subordine da calcari e vulcaniti, si inserisce come una grande anticlinale tra le aree di sprofondamento dei Golfi di Cagliari e di Palmas (Sardegna SW).

Lo sviluppo dell'area sulcitana, come l'intera area sarda in quanto segmento della catena ercinica sud-europea, è stato fortemente caratterizzato dagli effetti delle orogenesi caledoniana ed ercinica, i quali, nonostante siano stati notevoli, non ne hanno completamente alterato l'evoluzione stratigrafica, consentendo così una buona ricostruzione delle varie fasi geologiche.

Se si escludono alcuni lembi probabilmente precambriani, le rocce più antiche, sono le arenarie e i calcari cambriani. I graniti, ascrivibili all'orogenesi ercinica, furono messi in posto sollevando la coltre di materiale sedimentario e metamorfosando, sia pure debolmente, le rocce con cui vennero a contatto.

Nel settore più occidentale sulle formazioni paleozoiche giace la serie eocenica, formata da calcari, marne e argille, e livelli arenacei, che ingloba la formazione del "lignitifero".

La parte centrale della regione Sulcitana, ossia la porzione di territorio in esame, è occupata dalla vasta depressione di Narcao-Santadi, un'insenatura terziaria riempita da lave andesitiche e liparitiche. Le colate sono state smembrate da fratture dando così origine ad una serie di rilievi dal

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.31 di 70	Rev. 0

profilo tabulare che dall'allineamento Giba-Santadi si estendono verso NW sino a Portoscuso, comprendendo tra gli altri, oltre al M.te Narcao, posto a SW dell'abitato omonimo in destra idrografica del Rio Mannu, il M.te Sirai.

La fascia costiera denota una varietà litologica che va dai graniti alle granodioriti agli ortogneiss ed alle arenarie, oltre agli gneiss di Capo Spartivento che sono con buona probabilità le rocce più antiche dell'isola. Ad oriente dell'allineamento creato dal Monte Caravius con il Capo Spartivento, l'area compresa tra i rilievi paleozoici ed il Campidano è nominata Regione di Capoterra. Verso occidente il limite è segnato da un'importante faglia che da Villa d'Orri prosegue sino a Cala Bernardini, determinando il bordo ripido e netto della montagna. Sui rilievi granitici e scistosi si trova il più importante giacimento di ferro dell'isola (miniera di San Leone). La fascia orientale si apre invece verso la piana costiera di Capoterra-Pula in cui i terrazzamenti alluvionali del Quaternario sono raccordati ai rilievi da ampie conoidi di deiezione. La pianura è costellata, nella striscia più prossima al litorale, dagli spuntori dei rilievi andesitici, tra i quali si notano Guardia Santu Miali, il colle del Castello di Pula, l'isolotto di San Macario.

Interessata dai due grandi movimenti orogenetici cambrico-silurico (caledoniano) e permo-carbonifero (ercinico), l'area sulcitana è inserita nel quadro strutturale del basamento caledoniano-ercinico, che nell'area sarda è dominato dalla suddivisione in due horst principali (occidentale e orientale) e dalla presenza della grande fossa sardo-campidanese che attraversa tutta l'isola da nord a sud, nell'horst occidentale smembrato in un allineamento meridiano di blocchi maggiori (Nurra, Arburese-Iglesiente e Sulcis) e minori (Sud-algherese dell'Isola di Maldiventre).

Prescindendo dalle strutture a pieghe e falde di ricoprimento essenzialmente erciniche che costituiscono il basamento, la configurazione attuale degli *horst* risente soprattutto di discontinuità per faglie del Terziario che ne hanno sollevato o abbassato, ed eventualmente traslato, i vari blocchi: la tafrogenesi dell'isola è comunque dovuta a collassi di distensione anche se per il sovrapporsi di discontinuità compressive e distensive, persistono forti dubbi riguardo ai loro effetti strutturali compressivi, alla geometria ed anche alla loro età. In linea di massima, pur difficilmente distinguibili fra loro, sono presenti: fratture paleozoiche, soprattutto tardo-erciniche; presumibilmente cretacee (fasi tettoniche del cretaceo medio e terminale); oligoceniche anteriori e contemporanee al vulcanismo calco-alcalino e alla deriva del massiccio sardo-corso; forse tardo mioceniche (fine del Messiniano) ed, infine, Plioceniche.

Le conseguenze morfologiche più evidenti appartengono alla tettonica distensiva terziaria nella quale prevalgono i cosiddetti "lineamenti campidanesi" orientati, soprattutto, NW-SE e, subordinatamente, N-S. Nell'*horst* occidentale i due blocchi meridionali, piuttosto omogenei, dell'Arburese-Iglesiente e del Sulcis circondati da una cintura terziaria di faglie, probabilmente

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.32 di 70	Rev. 0

impostate su preesistenti strutture erciniche, e separati fra loro dalla fossa del Cixerri, con asse W-E, hanno una costituzione geologica identica: il nucleo è rappresentato dalla formazione cambriana, ripetutamente piegata e ricoperta da accavallamenti e ricoprimenti delle successive serie paleozoiche. Di notevole rilievo la presenza del "calcare metallifero" e delle "facies dolomitiche" che non si ritrovano più nel resto della Sardegna. Entrambi i blocchi sono inoltre contornati da sedimenti eocenici ("Lignifero" e "Arenarie del Cixerri") e limitati verso est dalla fossa campidanese.

4.3.1 Geologia del Sulcis

Il Sulcis è costituito prevalentemente da sedimenti continentali e marini e da vulcaniti terziarie, riconducibili al ciclo magmatico effusivo di età oligocenica pre-elveziana, che ha interessato buona parte della Sardegna in concomitanza dell'Orogenesi Alpina. Il rigido basamento paleozoico sardo, su cui poggiano le sequenze sedimentarie e vulcaniche, è stato, infatti, sollecitato, in questo periodo, da marcate deformazioni tettoniche, di carattere disgiuntivo, che hanno attivato diverse fasi di parossismo effusivo, con emissione di lave intercalate ad episodi piroclastici. In linea generale è presente, dalla più antica alla più recente, la seguente successione stratigrafica:

- Basamento paleozoico;
- Bacino Paleogenico del Sulcis;
- Complesso arenaceo conglomeratico (meglio noto col nome di "Formazione del Cixerri") attribuito all'Eocene sup-Oligocene medio-sup (?);
- Vulcaniti di età oligo-miocenica;
- Sedimenti quaternari prevalentemente costituiti da alluvioni terrazzate ed attuali e depositi eolici würmiani ed attuali.

BASAMENTO PALEOZOICO

Il basamento metamorfico paleozoico, costituito essenzialmente dalla successione pre "Discordanza Sarda" della Zona Esterna a "Thrust" e Pieghe dell'Iglesiente-Sulcis, è composta da sedimenti prevalentemente terrigeni appartenenti alla "Formazione di Nebida" seguiti, verso l'alto, dalla potente successione carbonatica, dolomie e calcari di piana tidale della "Formazione di Gonnese", frammentata a più riprese in bacini e zone di alto strutturale in seguito a fasi tettoniche distensive. La successione si chiude con i sedimenti del "Gruppo d'Iglesias" (Formazioni di Campo Pisano e Cabitza), che segnano un'importante trasgressione del mare sulla piattaforma carbonatica.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.33 di 70	Rev. 0

- *Formazione di Nebida* (“Gruppo delle Arenarie” – Auct.) suddivisa in: Membro di Punta Manna, costituito da metarenarie a cemento carbonatico, metasiltiti, metargilliti, rare metarenarie quarzose, livelli di metacalcari nodulari, metacalcari nerastri con ooidi e metacalcari grigi laminati con locali orizzonti oolitici; Membro di Matoppa, costituito da metasiltiti grigio chiare con intercalazioni di metarenarie, metarenarie quarzose, metarcose a grana fine, metarenarie quarzoso-micacee grigio-verdi alternate a metaquarzoareniti micacee, metarenarie feldspatiche, in cui sono presenti rare lenti di metacalcari scuri talora a archaeocyatha.
- *Formazione di Gonnese* (“Metallifero” Auct.) suddivisa in: Membro del Calcare Ceroide costituito da metacalcari laminati grigio-bluastri, talora interessati da metamorfismo termico di contatto (marmi, skarn), e subordinati metacalcari micritici grigi massivi, in parte dolomitizzati (“Dolomia grigia”- Auct.); Membro Della Dolomia Rigata costituito da metadolomie laminate grigio scure, con livelli oolitici ed oncolitici scuri, talora con breccie intraformazionali e rari metacalcari stratificati.
- *Formazione di Campo Pisano* (“Calcescisti” Auct., “Metallifero” Auct., “Calcare Nodulare” Auct.) costituita da un’alternanza di metacalcari, metacalcari marnosi rosati, metasiltiti grigie e metacalcari grigio rosati a struttura nodulare, talora silicizzati (P.ta Sebera); metacalcari marnosi e metacalcari massivi.
- *Formazione di Cabitza* (“Scisti di Cabitza”, Auct.) costituita da alternanze di metasiltiti micacee e metargilliti varicolori a cemento carbonatico, metargilliti e metasiltiti laminiche talora alternate a banchi carbonatici spesso silicizzati o trasformati in skarn (Acquacadda), metarenarie fini argilloso-micacee grigio-verdi. Quarziti arenacee di colore grigio e subordinate metarenarie fini e quarziti con laminazioni incrociate.

BACINO PALEOGENICO DEL SULCIS

Nel bacino paleogenico è riconoscibile una successione marina alla base e paralicca nella porzione superiore, potente mediamente 140 m, che poggia in discordanza stratigrafica sulle formazioni paleozoiche. I primi termini della trasgressione sono rappresentati da strati di calcari litorali, dello spessore di 30-40 m. Ai calcari di ambiente litorale seguono calcari marnosi e marne lagunari ed infine argille palustri e calcari d’acqua dolce. Intercalati ai livelli lagunari e palustri si rinvengono strati di carbone che alimentano l’importante attività estrattiva del Sulcis.

FORMAZIONE TERRIGENA CONTINENTALE

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.34 di 70	Rev. 0

Alla base della successione vulcanica oligo-miocenica, si trova un complesso arenaceo-conglomeratico costituito da arenarie quarzose di diverso colore (da grigio-verdastre a rosso-violacee) a cemento carbonatico con intercalate lenti e banchi conglomeratici, alternati ad argille marnoso-siltose grigio-violacee, denominate “Formazione del Cixerri”. La base di questa sequenza, datata Luteziano medio, è caratterizzata, nel suo insieme, da frequenti ed apprezzabili variazioni laterali di litofacies (eteropia).

Le facies più grossolane affiorano in banchi compatti nei pressi di “Capo Altano”. Dalla forma tondeggiante e dal basso indice di appiattimento dei ciottoli si evince un’elaborazione da trasporto fluviale, con deposizione successiva in ambiente deltizio. In base al diverso rapporto di densità, fra le torbide fluviali e le acque del bacino epineritico di sedimentazione, è stata riconosciuta una certa analogia con i processi di sedimentazione tipici delle torbiditi; tuttavia si è escluso che la facies più grossolana possa essersi formata in mare profondo. Altra caratteristica è la presenza di ciottoli poligenici, eterometrici, prevalentemente carbonatici ma anche granitici, rispettivamente di età mesozoica e paleozoica, che fa presupporre un’ampia area in emersione in un ambiente di mare poco profondo. La sicurezza con cui è attribuita, ad alcuni dei clasti presenti, un’età mesozoica viene dal fatto che in alcuni di questi sono stati ritrovati resti di fossili guida.

SUCCESSIONE VULCANICA

Il vulcanismo, uno degli eventi geologici terziari più importanti del Mediterraneo occidentale testimoniato dalla grande estensione degli affioramenti e dai cospicui spessori delle successioni di associazioni di prodotti con affinità calcalcalina e subordinatamente tholeiitica e calcalcalina, rappresentate da serie vulcaniche da basaltico-andesitiche a dacitiche (principalmente in colate laviche e cupole di ristagno) e da serie da dacitiche a riolitiche (principalmente in espandimenti ignimbrici).

La grande varietà di composizione e di modalità di emissione ha quindi prodotto un complesso vulcanico composito, variabile da una zona all’altra, sintetizzabile in complessi vulcanici caratterizzati generalmente da un’alternanza di prodotti a composizione da basica ad intermedia (“Serie andesitica” Auct.) e da intermedia ad acida (“Serie ignimbrica”, Auct.), localmente attraversati da sistemi di filoni.

Nonostante le litologie più basiche prevalgano nella parte bassa delle successioni, le frequenti intercalazioni di termini da acidi a basici hanno portato a descrivere le successioni riferendosi a sequenze tipiche di un settore.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.35 di 70	Rev. 0

Nel Sulcis e nelle isole di S. Antioco e San Pietro, dove lo spessore della successione supera complessivamente i 500 m, la base ("Serie andesitica" Auct.), che affiora principalmente tra Carbonia, Narcao e Giba e nella parte meridionale dell'Isola di S. Antioco, è costituita da lave basaltiche, basaltico-andesitiche e andesitiche, in cupole di ristagno, colate e rari filoni. Frequenti livelli piroclastici, epiclastici e conglomeratici si alternano ai prodotti lavici. Questa successione, sviluppata principalmente in condizioni sub-aeree, poggia sui depositi clastici della Formazione del Cixerri ed è riferibile ad un'età radiometrica compresa tra 28 e 17 Ma.

La "Serie ignimbritica", che sovrasta la "Serie andesitica", affiora estesamente nell'area di Nuraxi Figus-Carbonia e nelle Isole di S. Antioco e San Pietro. Questa successione è suddivisa in diverse unità sulla base delle caratteristiche petrografiche, petrochimiche e stratigrafiche e consiste soprattutto in potenti ed estese ignimbriti saldate in alternanza con flussi piroclastici pomiceo-cineritici e, localmente, con prodotti di fall piroclastico. Il chimismo è variabile da dacitico a riolitico, sino a comenditico nella parte superiore della successione. Locali alternanze di sedimenti, paleosuoli e livelli epiclastici, sono ben rappresentate tra le varie unità. Gli espandimenti ignimbritici di questa successione poggiano sia sulla Formazione del Cixerri (nei settori di Nuraxi Figus-Carbonia) sia sui prodotti basici della prima successione (Isola di S. Antioco, zona di Narcao-Giba). Le età radiometriche, basate su isocrone Rb/Sr e su datazioni K/Ar su plagioclasti, sono comprese tra circa 16,5 e 15,5 Ma, anche se precedentemente altri Autori indicavano un intervallo molto maggiore, da 17,6 Ma circa fino a 13,8 Ma circa.

QUATERNARIO

I terreni dell'Era Quaternaria in Sardegna hanno risentito notevolmente delle variazioni climatiche proprie del periodo, soprattutto in corrispondenza delle fasce costiere. In linea generale, i depositi quaternari sono di due tipi: alluvionali (distinguibili in alluvioni antiche e alluvioni recenti ed attuali) ed eolici.

I depositi alluvionali sono di tipo continentale con ciottoli di quarzo, scisti e liditi provenienti dalla Formazione del Cixerri, dalle vulcaniti terziarie e dalle formazioni paleozoiche. Le alluvioni antiche si presentano terrazzate, anche a notevole altezza rispetto agli alvei attuali, e macroscopicamente presentano un alto grado di arrossamento della matrice argillosa, assimilabile quasi ad una ferrettizzazione, che le farebbe risalire, almeno, al Pleistocene medio-inferiore. I clasti presentano granulometrie variabili da ghiaie a sabbie medio-fini e sono disposti in assetti lenticolari. I depositi eolici di sabbie würmiane, sovrastanti quelli alluvionali, sono costituiti da arenarie quarzoso-calcaree di colore bianco giallastro con laminazione incrociata. La deposizione di sabbie ad opera dei venti provenienti da NO nell'età würmiana si è avuta in conseguenza dell'abbassamento del

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.36 di 70	Rev. 0

livello marino e dell'emersione di ampi tratti costieri. I depositi sono caratteristici di quasi tutta la fascia costiera spingendosi talvolta anche all'interno. Le alluvioni recenti ed attuali dei corsi d'acqua hanno in prossimità della foce in genere tessitura limoso-sabbiosa o sabbioso-ciottolosa. Nella pianure la tessitura è prevalentemente sabbiosa con intercalazioni di livelli ciottolosi, che presentano una natura poligenica. Lungo la fascia litorale sono presenti formazioni di dune costituite da depositi sabbiosi eolici recenti.

4.3.2 Sismicità

Per evidenziare il risentimento dei terremoti passati avvenuti nell'area di studio, è stata ricostruita la storia sismica dei comuni interessati dallo studio. I dati sono stati tratti dal database disponibile sul web "DBMI04", un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana (a cura di Stucchi M. ET al., 2007), che contiene i dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti, che sono stati utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04.

Sulla base del database "DBMI04" non sono emersi eventi sismici significativi in Sardegna.

Che la sismicità della Regione Sardegna sia bassa, anzi bassissima, ce lo dicono molti indicatori: l'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale, secondo qualsiasi ricostruzione, ci dice che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni.

Il catalogo storico dei terremoti riporta, infatti, solo 2 eventi nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948); il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi 25 anni registrata dalla rete nazionale) riporta solo alcuni eventi nel Tirreno e pochissimi eventi a Sud della Sardegna (come gli ultimi eventi del marzo 2006), tutti eventi di magnitudo inferiore a 5.

Si tratta, insomma, di eventi di bassa energia, rari, che possono avvenire un po' ovunque; in particolare i terremoti localizzati in mare nel Tirreno Orientale, risultano piuttosto superficiali (profondità inferiori a 20 km). Dal punto di vista della pericolosità sismica, vale a dire della probabilità di occorrenza di questi eventi, il livello è così basso che non si riesce a valutare in maniera adeguata e affidabile. Per questi motivi si propone un valore di "default" per tutta la Sardegna di accelerazione massima pari a 0,050 g, cioè un valore di pericolosità prefissato, basso, di cautela per l'intera isola. L'evento sismico più forte in Sardegna è stato registrato nel 1948 nella zona tra Castelsardo e Tempio Pausania; fu un terremoto che provocò solo qualche lieve danno. Nel 2006 alcune scosse avvennero nel Golfo di Cagliari; spaventarono la popolazione ma non fecero danni.

La **Fig. 4.3.2/A** riassume le massime intensità macrosismiche registrate nella Regione Sardegna

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.37 di 70	Rev. 0

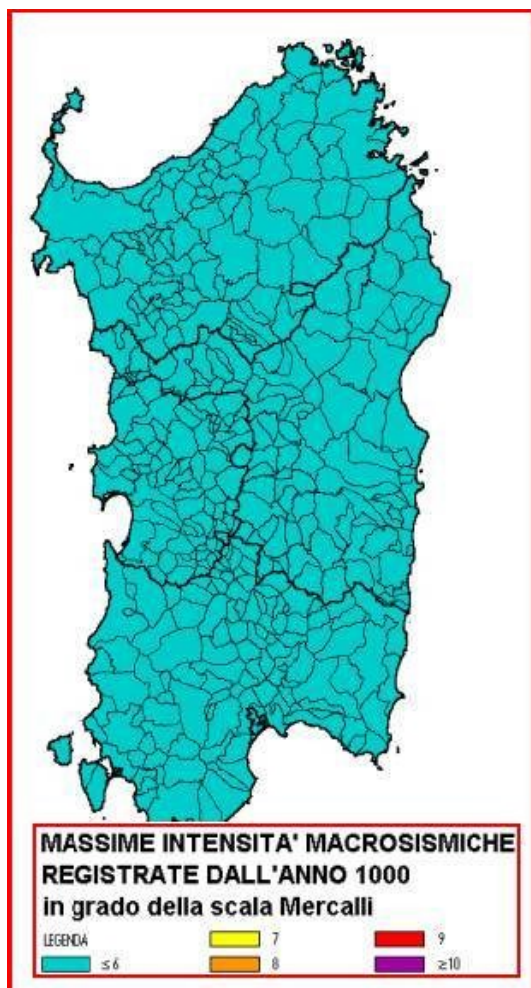


Fig. 4.3.2/A: Massime intensità macrosismiche registrate dall'anno 1000 d.c. nel territorio della Regione *Sardegna*.

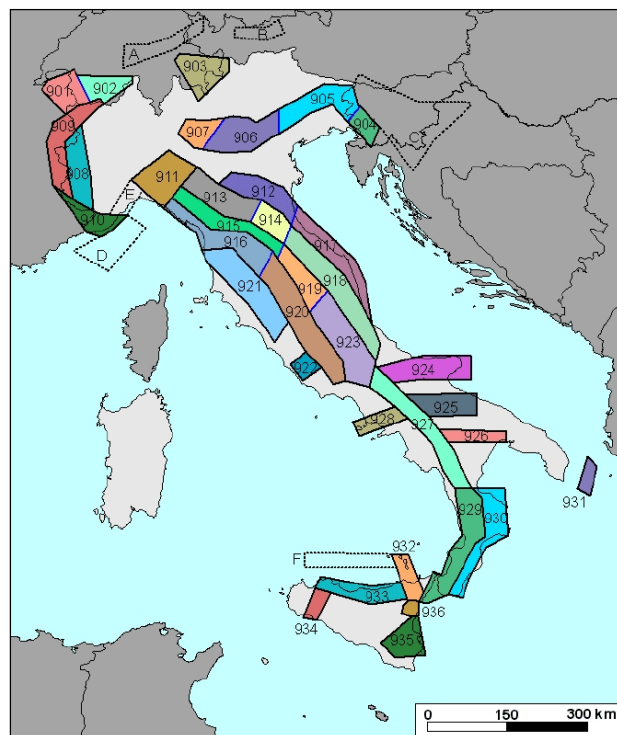


Fig. 4.3.2/B: Zonazione sismogenetica (Gruppo di lavoro INGVA, 2004). Per quanto riguarda la Sardegna, data la bassa sismicità dell'Isola, non è stata ricostruita alcuna zona sismogenetica affidabile (Stucchi et al., 2007).

Consultando la carta di Zonazione Sismogenetica ZS4 (1996) e la successiva Zonazione Sismogenetica denominata ZS9 (**Fig. 4.3.2/B**), elaborata dal gruppo di lavoro facente capo all'INGVA (2004), si può evidenziare che le aree interessate dalle opere in progetto non ricadono all'interno di nessuna area sorgente.

Comune	Lat	Lon	lmax
Villaperuccio	39° 6' 46,44" N	8° 40' 15,60" E	≤ 6

Tab. 4.3.2/A: Massima intensità macrosismica registrate dall'anno 1000 d.c. nel territorio Comunale di Villaperuccio

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.38 di 70	Rev. 0

4.3.3 Geomorfologia dell'area vasta

La tormentata orografia dell'area vasta è costituita da sequenze sedimentarie paleozoiche, per lo più epimetamorfiche, potenti 2000 – 5000 m che testimoniano l'alternarsi di fasi marine e continentali a cominciare dal Cambriano inferiore. Il distretto è caratterizzato dalla diffusa presenza dei prodotti del vulcanismo terziario la cui base affiora principalmente tra Carbonia, Narcao e Giba ed è costituita da lave basaltiche, basaltico-andesitiche e andesitiche. Completano questo succinto inquadramento geologico i depositi continentali relativi alla formazione lignitifera eocenica.

La storia geologica è complicata da numerose fasi plicative appartenenti al ciclo orogenetico caledoniano, ercinico e forse pirenaico inestricabilmente sovrapposte e discernibili con difficoltà. Sulle formazioni paleozoiche insiste l'ambito montano del distretto, con culminazioni di modesta elevazione, infatti, nonostante i rilievi montuosi abbiano una larga diffusione nell'area studiata, le elevazioni sono comprese tra 50 e 200 m in prossimità di Carbonia, tra 200 e 600 m nella parte Nord-Orientale e culminano con M. Orbai (633 m s.l.m.) e P.ta Orbai (648 m s.l.m.).

Le facies carbonatiche del Gruppo di Gonnese, caratterizzate dalle morfologie carsiche, formano rilievi accidentati con scarsa idrografia superficiale.

L'ambito montuoso si pone in contrasto con il resto del distretto costituito, nell'insieme, da pianure che degradano verso il mare colmate da depositi fluvio – lacustri i quali bordano i rilievi in corrispondenza della linea di rottura del pendio.

In posizione intermedia fra questi due estremi (montagna e fondovalle) si ergono i relitti dell'attività vulcanica costituiti da cupole e tavolati. Nella Valle del Cixerri le vulcaniti costituiscono apparati isolati che si ergono, spesso bruscamente ed in netto contrasto, dal piatto paesaggio circostante modellato a glacis e terrazzi. Questi rilievi vulcanici rappresentano cupole di ristagno (M. Exi, M. Gioiosa Guardia, Castello di Acquafredda, M. Truxionis, P.ta Su Ferru, M. Fanari, ecc.). Nei dintorni dell'abitato di Narcao si espandono i tavolati ignimbrici di M. Narcao, di Serra Murdegù, di Sa Pranedda, di P.ta Coremò. Altri lembi di tavolati emergono dalla pianura che corre tra Giba e Piscinas e ad ovest di Carbonia.

L'osservazione delle fotografie aeree lascia indovinare la costituzione litologica dell'orografia. A creste affilate e versanti molto acclivi e valli incassate fanno capo affioramenti di rocce paleozoiche; a morfologie cupoliformi e tabulari con versanti ripidi a gradoni corrispondono i diversi termini della successione vulcanica oligomiocenica; infine, alle forme più dolci e pianeggianti si collegano i vari ordini di terrazzi fluviali, i conoidi alluvionali, i depositi di versante e le coltri eluvio – colluviali oloceniche.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.39 di 70	Rev. 0

L'orientamento preferenziale delle valli, legato all'assetto tettonico, predilige la direzione N-S e secondariamente la E-W

In questo contesto s'inserisce l'azione dell'uomo quale agente modificatore del paesaggio che sin dai tempi più remoti ha tratto sostentamento dallo sfruttamento delle risorse naturali. Le fonti bibliografiche fanno risalire all'età nuragica i primi tentativi di sfruttamento delle risorse minerarie protrattisi, con alterne vicissitudini, sino ai nostri giorni. Di tali attività su tutto il territorio permangono numerose testimonianze costituite da edifici e macchinari abbandonati, strade, rampe, tracciati ferroviari, gallerie, pozzi, fornelli, scavi a cielo aperto, discariche di sterili, residui degli impianti di flottazione etc. che oggi contribuiscono all'unicità del fascino di questo lembo di Sardegna e non solo.

Poco al di fuori del comprensorio considerato troviamo gli edifici industriali del Complesso della Miniera di Rosas a nord-est di Narcao e gli edifici industriali della Miniera di Serbariu a sud-est di Carbonia, entrambe non più attive.

La maggior parte dei fenomeni di degrado che interessano il territorio risalgono all'eccessivo sfruttamento delle risorse naturali nell'Ottocento e in parte del Novecento.

La lecceta primaria è praticamente scomparsa a causa del taglio dei fusti da parte della Compagnia delle Ferrovie nell'Ottocento, dell'attività estrattiva e dei carbonai a cavallo dei due secoli, aggravata dal sovra pascolo caprino, lasciando spazio ad un bosco ceduo o, nei casi più gravi, ad una vegetazione diradata di difficile recupero. L'erosione ha completato l'opera asportando il suolo su larghi tratti lasciando affiorare la roccia viva. Il dissesto idrogeologico del territorio è stato solo in parte risanato dalle opere idraulico-forestali del Demanio Statale e, in seguito, dell'Azienda Foreste Demaniali della Regione Sardegna.

Le sorgenti sono numerose, ma quelle con portate importanti sono ubicate prevalentemente in corrispondenza del complesso carsico sviluppato nelle rocce carbonatiche cambriche. Tra le più famose vi sono quelle di Villamassargia (Caputacquas), che alimentate da serbatoi naturali sotterranei di notevole estensione, presentano portate considerevoli. Anche la ben nota sorgente di Zinnigas (Siliqua) trae origine dalle rocce paleozoiche, che in questo caso sono gli scisti.

Il settore meridionale del comprensorio (piana di Villaperuccio, Santadi e Nuxis), come anche quello in prossimità di Villamassargia nella Valle del Cixerri, più ricchi di zone pianeggianti e dalla morfologia meno accidentata, sono quelli più interessati dall'antropizzazione. Gran parte del territorio in questa zona è minutamente frammentato in una miriade di appezzamenti di varie dimensioni interessati da insediamenti stabili, coltivazioni ed altre attività legate al mondo agropastorale. Anche il settore centrale, costituito dalla piana di Rio Murtas – Narcao – Perdaxius, ricalca nei suoi lineamenti principali quello meridionale, mentre, proseguendo verso nord, il

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.40 di 70	Rev. 0

territorio si fa molto più accidentato e pressoché privo di insediamenti stabili fatta eccezione per la località di Terraseo (frazione di Narcao).

La storia dell'antropizzazione del Sulcis s'identifica con quella dei *furriadroxi*. Si trattava di piccoli *medaus* utilizzati come rifugio per i pastori e per il bestiame, situati all'interno del territorio per sfuggire alle incursioni dei Saraceni. Col tempo divennero piccoli insediamenti familiari. Gran parte degli antichi *furriadroxi* attualmente è stata abbandonata e di essi restano i ruderi, a volte nascosti fra la vegetazione, mentre altri si sono ingranditi diventando gli attuali numerosi nuclei abitati costituiti da agglomerati di poche abitazioni isolate a metà strada fra i maggiori centri.

4.3.4 Caratteristiche pedologiche

Lo sviluppo e l'evoluzione del sistema suolo sono condizionati da dei fattori esterni ad esso che, collegialmente o con la loro singola azione, condizionano il substrato pedologico differenziandolo ed imprimendogli delle ben precise caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche. Allo stato attuale i fattori pedogenetici riconosciuti sono il clima, la roccia madre, il fattore biotico (tra cui si comprende anche l'uomo), la morfologia ed il tempo.

Il ruolo dell'ambiente climatico (temperatura, piovosità, movimenti dell'aria, radiazione solare etc.) all'interno del processo evolutivo di un suolo è quello di controllare e condizionare le azioni chimico - fisiche che avvengono al suo interno ed inoltre di limitare od esaltare l'azione concomitante degli altri fattori pedogenetici. Basti pensare ai numerosi periodi, anche nel recente passato, dove l'intensità di precipitazione all'interno del bacino in oggetto ha raggiunto valori parossistici, con notevoli effetti anche distruttivi non solo sui suoli.

La roccia madre, a dispetto di quanto si credeva fino a qualche decina di anni fa, non gode di una importanza preponderante nel complesso dei fattori di pedogenesi. Attualmente si ritiene che esso influisca sullo sviluppo del suolo principalmente nelle fasi iniziali della pedogenesi, condizionando la velocità e le modalità dei processi di alterazione chimica in funzione della composizione mineralogica (cfr. Magaldi & Ferrari, 1984). Anche il substrato roccioso del bacino in esame, composto essenzialmente da due litotipi, uno magmatico intrusivo (graniti più o meno arenizzati ed alterati) ed uno metamorfico (metarenarie, metasiltiti e, subordinatamente metaquarziti) tende a costruire suoli con uno schema evolutivo simile.

Dal punto di vista morfologico le superfici complesse tendono ad interagire in maniera sensibile con il processo evolutivo di un suolo, soprattutto se, come spesso accade, l'azione delle forme del territorio avviene in concomitanza con l'azione del clima e della copertura vegetale. Nel caso

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.41 di 70	Rev. 0

specifico del settore in esame la notevole acclività dei versanti unitamente all'azione erosiva dell'acqua e della gravità ha impedito la formazione di suoli spessi, ben evoluti e differenziati.

In un ambiente montano come questo, dove l'equilibrio tra suolo, clima ed ambiente è molto labile, il ruolo del suolo del fattore biotico con riferimento soprattutto alla copertura vegetale è di primaria importanza. In primo luogo essa funge da protezione fisica per il suolo contro gli agenti erosivi, soprattutto l'acqua di precipitazione e di ruscellamento superficiale, che, in funzione della notevole acclività dei versanti, aumentano in maniera considerevole la loro capacità di trasporto. Le radici delle piante inoltre, disgregano la roccia madre accelerandone la trasformazione pedogenetica; le piante possiedono anche la proprietà di emettere sostanze che favoriscono una intensa attività microbica. Quando muoiono, i vuoti lasciati dalle radici favoriscono una più rapida circolazione dell'acqua che accelera i processi di pedogenesi. Infine, le specie che compongono la copertura vegetale, degradandosi, vanno ad incrementare l'accumulo di sostanza organica sul suolo. Ad essa compete un ruolo importantissimo di accumulatore d'acqua negli orizzonti superficiali e soprattutto di regolatore sia dell'ammontare delle basi di scambio che dell'attività biologica all'interno del suolo stesso.

4.3.4.1 Classificazione e descrizione dei suoli

La classificazione dei suoli utilizzata è quella proposta dal Servizio del Suolo USDA, dove le associazioni di suoli consistono di due o più componenti tassonomiche principali e di alcune subordinate che si riscontrano nell'unità come inclusioni. Ogni singola unità individuata comprende associazioni di suoli la cui suddivisione, basata primariamente sulla litologia e relative forme, è funzione del grado di evoluzione o di degradazione e dell'uso attuale del territorio. I caratteri presi in considerazione per classificare i suoli sono: profondità (**Tab. 4.3.4.1/B**), profilo, tessitura (**Fig. 4.3.4.1/B**), permeabilità, reazione (**Tab. 4.3.4.1/A**) e saturazione in basi. (**Tab. 4.3.4.1/C**).

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.42 di 70	Rev. 0

Reazione	
	pH
Acidi	< 5,6
Subacidi	5,7 - 6,5
Neutri	6,6 - 7,3
Subalcalini	7,4 - 7,8
Alcalini	>7,8

Tab. 4.3.4.1/A

Profondità	
Poco profondi	< 50 cm
Mediamente profondi	50 - 100 cm
Profondi	> 100 cm

Tab. 4.3.4.1/B

Saturazione in NH ₄	
Desaturati	< 35 %
Parzialmente desaturati	35 - 75 %
Saturati	> 75 %

Tab. 4.3.4.1/C

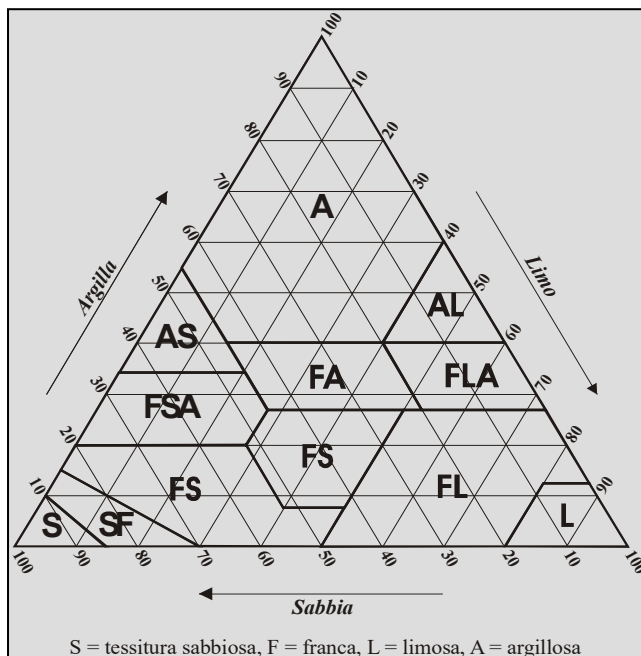


Fig. 4.3.4.1/B: Diagramma della tessitura.

4.3.4.2 Caratteristiche pedologica dell'area vasta

L'analisi dei dati riportati in letteratura e della cartografia ufficiale, finalizzati alla conoscenza degli aspetti geopedologici dell'area in esame e di quelle adiacenti, ha consentito, attraverso una ripartizione in grande che esclude i suoli poco indicativi per spessore ed estensione, l'individuazione di 5 unità cartografiche, rappresentate nell'**ALLEGATO G** in scala 1:10.000". Ogni singola unità individuata comprende associazioni di suoli la cui suddivisione, basata primariamente sulla litologia e relative forme, è funzione del grado di evoluzione o di degradazione e dell'uso attuale del territorio.

4.3.4.3. Caratteristiche pedologiche dell'area di interesse

Unità A – L'unità si sviluppa sui depositi alluvionali terrazzati e non dell'Olocene in forme da subpianeggianti o leggermente depresse. I profili presentano una evoluzione modesta, una successione di orizzonti A-C e più limitatamente A-Bw-C, con sottili orizzonti organici di superficie solo dove esiste una copertura vegetale continua e non degradata. Le limitazioni principali sono rappresentate dalla tessitura sabbiosa e dall'eccessivo drenaggio che riduce notevolmente l'acqua disponibile alle piante, e da un forte pericolo di erosione. Le attitudini sono rivolte alla

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.43 di 70	Rev. 0

conservazione e ripristino della vegetazione naturale, a tratti alle colture erbacee e arboree. I suoli predominanti sono Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluvents e subordinatamente Xerochrepts. In **Tab. 4.3.4.3/A** si riportano per tale unità i caratteri principali dei suoli. Le caratteristiche citate fanno rientrare l'unità A, nella classe I-II di capacità d'uso.

Profondità	profondi
Tessitura	da franco-sabbiosa a franco-argillosa in superficie, da franco-sabbiosa-argillosa ad argillosa in profondità
Struttura	poliedrica angolare e subangolare
Permeabilità	da permeabili a mediamente permeabili
Erodibilità	scarsa
Reazione	da neutra a subalcalina
Carbonati	da assenti a elevati
Sostanza Organica	da scarsa a media
Capacità di scambio cationico	da media ad elevata
Saturazione in basi	saturi

Tab. 4.3.4.3/A: principali caratteristiche pedologiche dell'unità A

Unità B – L'unità si sviluppa su un substrato di rocce effusive acide (rioliti, riodaciti, ignimbriti) del Cenozoico e relativi depositi di versante, su forme da aspre a subpianeggianti. È caratterizzata da morfologie aspre con susseguirsi di rilievi e brusche rotture di pendio, alternate ad aree subpianeggianti. I suoli hanno profilo A-C ed A-R, sono di debole spessore e sono in associazione ad ampi tratti di rocce affiorante. L'uso attuale è destinato a pascolo naturale, con limitazioni dovute alla rocciosità e pietrosità elevate, alla scarsa profondità all'eccesso di scheletro, drenaggio lento e forte pericolo di erosione. Le attitudini sono rivolte al ripristino della vegetazione naturale, alla riduzione o eliminazione del pascolamento. I suoli predominanti sono Rock outcrop Lithic Xerorthents e subordinatamente Xerorthents. In **Tab. 4.3.4.3/B** si riportano per tale unità i caratteri principali dei suoli. Le caratteristiche citate fanno rientrare l'unità B, nella classe VI-VII-VIII di capacità d'uso.

Profondità	poco profondi
Tessitura	da sabbioso-franca a franco-argillosa
Struttura	poliedrica subangolare
Permeabilità	da permeabili a mediamente permeabili
Erodibilità	elevata
Reazione	neutra
Carbonati	assenti
Sostanza Organica	media
Capacità di scambio cationico	da media a bassa
Saturazione in basi	saturi

Tab. 4.3.4.3/B: principali caratteristiche pedologiche dell'unità B

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.44 di 70	Rev. 0

Unità C: L'unità si diffonde su argille, arenarie e conglomerati dell' Eocene, Oligocene, su forme ondulate con brevi tratti subpianeggianti. Questi suoli presentano una notevole varietà sia del tipo di profilo che come caratteri permanenti, ciò è dovuto alla variabilità del substrato. Infatti si hanno suoli a profilo A – C, A – Bw - C e A – Bk – C, con differente tessitura, struttura permeabilità e fertilità. Le limitazioni sono a tratti la profondità, la permeabilità del suolo e del substrato, l'erosione e talvolta l'idromorfia. L'utilizzazione è in prevalenza agricola, con attitudini alle colture erbacee ed arboree, anche irrigue. I suoli predominanti sono Typic e Lithic Xerorthets; Typic e Lithic Xerochrepts, Calcixerollic Xerochrepts. In **Tab. 4.3.4.3/B** si riportano per tale unità i caratteri principali dei suoli. Le caratteristiche appena descritte fanno rientrare l'unità nelle classi III – II di capacità d'uso..

Profondità	<i>Da poco profondi a molto profondi</i>
Tessitura	<i>Da franco sabbiosa a franco sabbioso argillosa.</i>
Struttura	<i>Poliedrica subangolare e angolare</i>
Permeabilità	<i>Da permeabili a mediamente permeabili</i>
Erodibilità	<i>Elevata</i>
Reazione	<i>Da neutra a subalcalina</i>
Carbonati	<i>Da scarsi ad elevati</i>
Sostanza Organica	<i>Scarsa</i>
Capacità di scambio cationico	<i>Media</i>
Saturazione in basi	<i>Saturi</i>

Tab. 4.3.4.3/C: principali caratteristiche pedologiche dell'unità C.

4.4 Aspetti biotici, vegetazione, fauna e ecosistemi

4.4.1 Vegetazione su area vasta

Secondo Arrigoni "Fitoclimatologia della Sardegna", prendendo come riferimento la stazione di Iglesias, la zona ricade nella Zona fitoclimatica a Lauretum - Sottozona calda di Pavari, Piano mediterraneo semiarido - orizzonte superiore di Emberger, che corrisponde al climax delle foreste miste e macchie costiere termoxerofile (Oleo-Ceratonion Br.Bl.). Caratteristici stadi di degradazione della foresta mista termoxerofila sono popolamenti secondari di macchie ad olivastro e lentischio. Lo schema della **Fig. 4.4.1/A** riassume i tipici stadi di evoluzione o degradazione della vegetazione.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus		Incarico del Maggio 2020	
	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Fg.45 di 70	Rev. 0

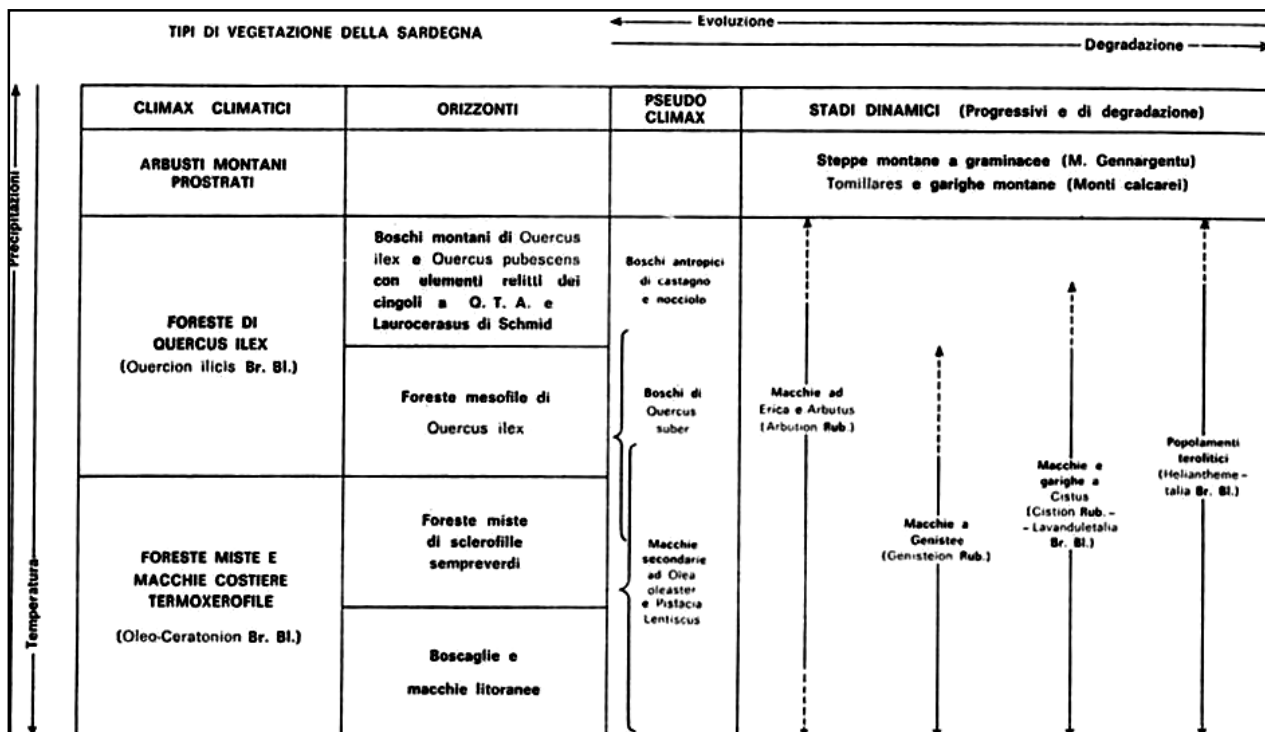


Fig. 4.4.1/A: Inquadramento schematico dei climax climatici e dei principali stadi dinamici delle serie climax della Sardegna (fonte: Arrigoni "Fitoclimatologia della Sardegna").

Strumento di grande utilità ai fini dell'indagine bibliografica sulla vegetazione autoctona è stato il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR), strumento di pianificazione redatto nel Gennaio 2007, che delinea gli strumenti di pianificazione per la corretta gestione del territorio sardo al fine della tutela ambientale e dello sviluppo sostenibile dell'economia rurale.

Il Piano suddivide la Sardegna in 25 distretti zonali, in cui sono stati classificati, e riportati su cartografia tematica a scala 1:200.000, i lineamenti fisiografici, geologici, pedologici, le unità del paesaggio e le serie vegetazionali che caratterizzano tali aree distrettuali.

La vegetazione potenziale esprime il massimo stadio di evoluzione verso il quale la vegetazione locale potrebbe evolvere in quelle determinate condizioni climatiche, orografiche ed edafiche se non esistesse alcuna azione di disturbo antropico, o naturale (eventi estremi). Spesso, infatti, i limiti delle serie di vegetazione sono influenzati dalla successione spaziale litologica.

Nel caso in esame, l'area ricade all'interno del distretto n. 24 "Isole Sulcitane - Sub-Distretto collinare interno" dove la serie di vegetazione dominante è la serie SA19 denominata "Serie sarda, calcifuga, termomesomediterranea della sughera *Galio scabri - Quercetum suberis*".

Questa serie potenziale è caratterizzata da mesoboschi di sughera che si sviluppano su substrati tipicamente granitici, o metamorfici con basse pendenze nella fascia pedemontana. La sughera si

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.46 di 70	Rev. 0

ritrova frequentemente a costituire boschi aperti spesso in associazione con il leccio, anche se rispetto al leccio, la sughera è una specie più termofila.

Gli stadi di degradazione di questa serie potenziale sono la sub associazione “rhamnetosum alterni” (prevalentemente su substrati metamorfici) e la sub associazione “quercetosum suberis” (prevalentemente su substrati granitici), le quali per ulteriore degradazione vengono sostituite da formazioni arbustive dell’associazione Erico arboreae - Arbutetum unedonis e da garighe a Cistus monspeliensis e Cistus salviolus.

Dallo studio denominato “*Flora vascolare del Sulcis*” (Bacchetta, 2006), condotto nel sotto settore biogeografico del Sulcis, comprendente i Comuni di Assemini, Capoterra, Carbonia, Domus de Maria, Giba, Masainas, Narcao, Nuxis, Perdaxius, Piscinas, Pula, S. Anna Arresi, S. Giovanni Suergiu, Santadi, Sarroch, Siliqua, Teulada, Tratalias, Uta, Villamassargia, Villaperuccio e Villa S.Pietro, si evince che in questo territorio sono presenti attualmente 1479 unità tassonomiche (1235 specie, 210 sottospecie, 24 varietà, 10 ibridi) corrispondente a circa i 4/5 della flora dell’intera Sardegna (Bocchieri, 1995).

In particolare, il territorio comunale di Villaperuccio ha una morfologia pianeggiante a tratti collinare e poggia su un bacino geologico dell’età terziaria di tipo vulcanico effusivo.

La vegetazione naturale presente nel territorio comunale è quella dell’orizzonte delle sclerofille (0-100 m) sino all’orizzonte delle latifoglie xerotermofile (0-400 m). La macchia mediterranea termofila, caratterizzata da specie come oleastro, lentisco, mirto, in genere, non oltrepassa i 600 m. Ad essa sono legati tipi pedologici a modesta evoluzione sia per effetto della degradazione, sia perché le condizioni ambientali, soprattutto climatiche, riducono o rallentano la pedogenesi. La macchia mesofila, presente al di sopra di 600 m, nella quale scompaiono le specie più termofile, tende spesso a coprire completamente il suolo esercitando un’azione protettiva di notevole intensità e favorendo la sua evoluzione.

Da un’analisi delle classi di uso del suolo, si desume che nell’area esaminata le colture dominanti sono i seminativi, comprendenti seminativi in aree non irrigue, seminativi semplici e colture orticole a pieno campo, e i prati artificiali; seguono le aree a ricolonizzazione naturale, in cui sono state ricomprese anche le aree a pascolo naturale e le aree con una vegetazione a gariga;

Risultano minoritarie sul territorio in esame le classi naturali come le formazioni di riparie igrofile che si sviluppano in maniera segmentale attorno al principale corso d’acqua rappresentato dal Rio Mannu di Narcao e le formazioni a boschi di latifoglie.

 Piazza IV Novembre, 09010 Villaperuccio SU	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.47 di 70	Rev. 0

Nell'area in esame, infatti, le zone più pianeggianti, sono da tempo sfruttate per l'agricoltura, o per l'allevamento estensivo, pertanto la vegetazione spontanea si trova prevalentemente confinata nelle zone abbandonate e su alcuni versanti collinari in cui dominano macchie e garighe di degradazione. Le cenosi forestali ben strutturate sono presenti in aree con forte valenza naturale, come il massiccio del Monte Linas – Marganai, inserito infatti nella rete Natura 2000 come Sito di Importanza Comunitaria (SIC ITB041111), ma presente solo con una porzione marginale e assolutamente trascurabile all'interno dell'area di inquadramento.

4.4.2 Analisi della fauna

Per rilevare in modo soddisfacente la ricchezza faunistica di una data area sarebbe necessaria una campagna di osservazione variamente articolata nei tempi e nelle tecniche, pertanto il presente studio fornisce un quadro delle specie che potrebbero essere potenzialmente presenti negli habitat riscontrati nell'area vasta di indagine.

Lo studio della fauna nell'area vasta è stato eseguito sulla base di dati bibliografici esistenti avvalorati da sopralluoghi a seguito dei quali si è potuto rilevare, sia direttamente (avvistamento), sia indirettamente (tracce), la presenza delle specie faunistiche.

La check list **Tab. 4.4.2/A** prodotta riguarda anfibi, i rettili, gli uccelli e i mammiferi che sono presenti nell'area con popolazioni viventi stabilmente, temporaneamente e in stato di naturale libertà nell'area di studio.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.48 di 70	Rev. 0

Classe	Ordine	Famiglia	Specie
ANPHIBIA	Anura	<i>Bufo viridis</i> (Boetger, 1881) Rospo smeraldino Balearico	
		<i>Discoglossus sardus</i> (Tschudi, 1837) Discoglossus Sardo	
		<i>Hyla sarda</i> (De Betta, 1857) Raganella Sarda	
	Urodeli	<i>Plethodontidae</i>	<i>Speleomantes genei</i> (Temminck & Schlegel, 1838) Geotritone Sardo sud-occidentale
REPTILIA	<i>Testudines</i>	<i>Testudinidae</i>	<i>Testudo hermanni</i> (Gmelin, 1789) Testuggine comune (o di Hermann)
	<i>Squamata</i>	<i>Gekkonidae</i>	<i>Hemidactylus turcicus</i> (Linnaeus, 1758) Emidattelo (Geco verrucoso)
			<i>Tarantola mauritanica</i> (Linnaeus, 1758) Platidattilo Muraiolo (Geco comune)
		<i>Lacertidae</i>	<i>Algyroides fitzingeri</i> (Bibron & Bory, 1833) Algiroide nano
			<i>Podarcis sicula</i> (Rafinesque, 1810) Lucertola campestre
			<i>Podarcis tiliguerta</i> (Gmelin, 1789) Lucertola tirrenica
			<i>Podarcis muralis</i> (Laurenti 1768) Lucertola delle muraglie
		<i>Scincidae</i>	<i>Chalcides chalcides</i> (Linnaeus, 1758) Luscengola comune
		<i>Colubridae</i>	<i>Coluber viridiflavus</i> (Lacépède, 1789) Biacco
			<i>Natrix maura</i> (Linnaeus 1758) Natrice viperina
AVES	<i>Accipitriformes</i>	<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758) Poiana – sedentario
	<i>Falconiformes</i>	<i>Falconidae</i>	<i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758) Gheppio
	<i>Charadriiformes</i>	<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius dubius curonicus</i> (Gmelin) Corriere piccolo – nidificante
	<i>Columbiformes</i>	<i>Scolopacidae</i>	<i>Scolopax rusticola</i> (Linnaeus, 1758) Beccaccia
		<i>Columbidae</i>	<i>Columbia livia</i> (J.F. Gmelin) Piccione Selvatico
			<i>Colomba oenas</i> (Linnaeus, 1758) Colombella
			<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758) Tortora selvatica
	<i>Strigiformes</i>	<i>Tytonidae</i>	<i>Streptopelia decaocto decaocto</i> Frivaldszky Tortora dal Collare – nidificante
			<i>Tyto alba</i> (Scopoli) Barbagianni
	<i>Caprimulgiformes</i>	<i>Caprimulgidae</i>	<i>Athene noctua</i> (Scopoli) Civetta
	<i>Apodiformes</i>	<i>Apodidae</i>	<i>Caprimulgus europaeus ssp</i> Succiacapre
	<i>Coraciiformes</i>	<i>Meropidae</i>	<i>Apus apus apus</i> (Linnaeus, 1758) Rondone
	<i>Piciformes</i>	<i>Upupidae</i>	<i>Meros apiater</i> (Linnaeus, 1758) Gruccione
			<i>Upupa epops</i> (Linnaeus, 1758) Upupa
	<i>Galliformes</i>	<i>Picidae</i>	<i>Jynx torquilla ssp</i> Torcicollo
	<i>Charadriiformes</i>	<i>Phasianidae</i>	<i>Alectoris barbara</i> (Bonnaterre) Pernice sarda
			<i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758) Quaglia
	<i>Passeriformes</i>	<i>Laridae</i>	<i>Laurus cachinnans</i> (Pallas, 1811) Gabbiano Reale Mediterraneo
		<i>Alaudidae</i>	<i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758) Allodola
		<i>Hirundinidae</i>	<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758) Rondine
			<i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758) Balestruccio
			<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758) Pettiroso
		<i>Turdidae</i> Sottofamiglia <i>Turdinae</i>	<i>Luscinia megarhynchos</i> (Brehm 1831) Usignolo
			<i>Saxicola torquata</i> (Linnaeus, 1766) Saltimpalo
			<i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758) Merlo
			<i>Turdus philomelos</i> (C.L. Brehm 1831) Tordo bottaccio
			<i>Turdus iliacus</i> (Linnaeus, 1758) Tordo sassello
			<i>Sylvia sarda</i> (Temminck, 1820) Magnanina sarda
			<i>Sylvia conspicilla</i> (Temminck, 1820) Sterpazzola di Sardegna
		<i>Muscicapidae</i>	<i>Sylvia melanocephala</i> (Linnaeus, 1758) Occhiocotto
			<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758) Capinera
			<i>Muscicapa striata tyrrhenica</i> (Linnaeus, 1766) Pigliamosche
		<i>Laniidae</i>	<i>Lanius senator</i> (Linnaeus, 1758) Averla capirosa
		<i>Corvidae</i>	<i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758) Corvo imperiale

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.49 di 70	Rev. 0

			<i>Garrulus glandarius ichnusae</i> Ghiandaia
			<i>Corvus corone</i> (Linnaeus, 1758) Cornacchia grigia
			<i>Corvus monedula</i> (Linnaeus, 1758) Taccola
		<i>Sturnidae</i>	<i>Sturnus unicolor</i> (Temminck, 1820) Sturno nero
			<i>Passer hispaniolensis</i> (Temminck, 1820) Passera sarda
			<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758) Passera mattugia
		<i>Fringillidae</i>	<i>Serinus serinus</i> (Linnaeus, 1758) Verzellino
		<i>Subfamiglia</i>	<i>Carduelis chloris</i> (Linnaeus, 1758) Verdona
		<i>Carduelinae</i>	<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758) Cardellino
		<i>Emberizidae</i>	<i>Miliaria calandra</i> (Linnaeus, 1758) Strillozzo
		<i>Sottotaxonomia</i>	
MAMMALIA	<i>Insectivora</i>	<i>Erinaceidae</i>	<i>Erinaceus europaeus italicus</i> (Barret & Hamilton, 1900) Riccio
			<i>Suncus etruscus pachyurus</i> (Kaster, 1835) Mustiolo
	<i>Lagomorpha</i>	<i>Leporidae</i>	<i>Lepus capensis mediterraneus</i> (Wagner, 1841) Lepre Sarda
			<i>Oryctolagus cuniculus huxleyi</i> (Haeckel, 1874) Coniglio selvatico
	<i>Rodentia</i>	<i>Muridae</i>	<i>Apodemus sylvaticus dichrurus</i> (Rafinesque, 1814) Topo selvatico
			<i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758) Topo domestico
			<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758) Ratto nero
	<i>Carnivora</i>	<i>Canidae</i>	<i>Vulpes vulpes ichnusae</i> (Miller, 1907) Volpe sarda
		<i>Mustelidae</i>	<i>Mustela nivalis sboccamela</i> (Bechstein, 1800) Donnola sarda
	<i>Artiodactyla</i>	<i>Suidae</i>	<i>Sus scrofa meridionalis</i> (Forsyth Major 1882) cinghiale

Tab.

4.4.2/A elenco degli anfibi, i rettili, gli uccelli e i mammiferi che sono presenti nell'area

4.4.3 Analisi dell'ecosistema

Confrontando e incrociando le informazioni relative agli indicatori ambientali precedentemente analizzati (flora, fauna, vegetazione) con il contesto geomorfologico ed antropico dell'area vasta di studio, è stato possibile individuare aree relativamente omogenee per la caratterizzazione ecosistemica del territorio sono stati individuati i seguenti ecosistemi:

ECOSISTEMI NATURALI

A. AMBIENTI UMIDI

Ecosistema aperto costituito da tutti i canali d'acqua presenti che per la maggior parte sono artificiali e piccoli ruscelli a carattere torrentizio; i canali artificiali nel corso degli anni sono stati colonizzati da specie vegetali tipiche dei corsi d'acqua dolce. Come già anticipato, tali formazioni si sviluppano in maniera segmentale attorno ai principali corsi d'acqua, il Rio Mannu e l'affluente Rio Canneddu, spesso non rappresentando delle vere e proprie unità cartografabili.

Habitat vegetale: nei corsi d'acqua temporanei risultano presenti le formazioni a canna comune (*Arundo donax*) e cannuccia di palude (*Phragmites australis*). Più sporadica la presenza dell'oleandro (*Nerium oleander*) e il tamerice (*Tamarix africana*).

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.50 di 70	Rev. 0

Habitat faunistico: tartaruga palustre (*Emys orbicularis*) biscia viperina (*Natrix maura*), raganella sarda (*Hyla sarda*).

ECOSISTEMI SEMINATURALI

B. ECOSISTEMA DELLA MACCHIA MEDITERRANEA

Ecosistema seminaturale aperto presente nei rilievi a tavolato tipici del settore e caratterizzato dalla macchia mediterranea in tutti i suoi vari aspetti. Si tratta di suoli a profondità variabile a reazione da neutra a sub-acida con forme accidentate da aspre a sub pianeggianti. (Carta dei suoli, A. ARU et altri) Raggruppa l'*ecotopo della macchia a olivastro e lentisco*, l'*ecotopo della macchia alta a corbezzolo* e l'*ecotopo della macchia a olivastro* con i loro rispettivi habitat.

Habitat vegetale: Associazione floristica di sclerofille diverse quali olivastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*), leccio (*Quercus ilex*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), sughera (*Quercus suber*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), cisto (*Cistus* spp.), rovo comune (*Rubus ulmifolius*), clematide (*Clematis vitalba*), salsapariglia nostrana (*Smilax aspera*), Perastro (*Pyrus Piraster*).

Habitat faunistico: poiana (*Buteo buteo*), cornacchia grigia (*Corvus corone*), cinghiale (*Sus scrofa*), volpe (*Vulpes vulpes ichnusae*), topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), beccaccia (*Scolopax rusticola*), ghiandaia (*Garrulus glandarius*), tordo bottaccio (*Turdus philomelos*), cinghiale (*Sus Scrofa meridionalis*).

C. ECOSISTEMA DEI BOSCHI ARTIFICIALI (RIMBOSCHIMENTI)

Ecosistema seminaturale di transizione è costituito da piccole aree contraddistinte da suoli da mediamente a poco profondi ricchi di scheletro a reazione neutra (Carta dei suoli, A. ARU et altri), limitrofi alle aree agricole. La vegetazione è caratterizzata da specie arboree non autoctone come eucalipto e pino. Possiamo definirlo in un'unica unità detta *ecotono dei boschi artificiali*.

Habitat vegetale: Popolamenti artificiali di modesta estensione a (*Pinus* spp), ed eucalipto (*Eucalyptus* spp).

Habitat faunistico: poiana (*Buteo buteo*), cornacchia grigia (*Corvus corone*), il Gheppio (*Falco tinnunculus*), nonché quelli notturni come la Civetta (*Athene noctua*) ed il barbagianni (*Tyto alba*), quest'ultimo soprattutto in prossimità delle zone agricole, volpe (*Vulpes vulpes ichnusae*), topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), beccaccia (*Scolopax rusticola*), ghiandaia (*Garrulus glandarius*), tordo bottaccio (*Turdus philomelos*).

ECOSISTEMI PRODUTTIVI

D. AGROECOSISTEMI

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.51 di 70	Rev. 0

Ecosistema condizionato dall'attività agricola dell'uomo è costituito da suoli da poco profondi a profondi a reazione variabile, da neutra a subalcalina a subacida e morfologia ondulata con brevi tratti subpianeggianti. (Carta dei suoli, A. ARU et altri) La vegetazione è variabile e caratterizzata da colture agrarie erbacee ed arboree asciutte ed irrigue.

Habitat vegetale: Olivo (*Olea europea*), vite (*Vitis vinifera*), seminativi di cereali (*Triticum durum*, *Hordeum vulgare*) e foraggiere diverse per uso zootecnico, (*Carduus*, *Cynara*, *Galactites*) *Erodium chium*, *Lavatera triloba*, *Avena sativa*, *Plantago bellardi* e *Helianthemum guttatum*, *Bromus erectus*, *Bromus villosus*. Tra le graminacee troviamo prevalenza di: *Vulpia* spp., *Bromus* spp; *Avena* spp., *Cynosorus* spp., *Hordeum* spp, *Phalaris tuberosa*, *Festuca altissima*, *Dactylis glomerata*.

Habitat faunistico: poiana (*Buteo buteo*), gheppio (*Falco tinnunculus*), barbagianni (*Tyto alba*), cornacchia grigia (*Corvus corone*), pernice sarda (*Alectoris barbara*), storno nero (*Sturnus unicolor*), lepre sarda (*Lepus capensis mediterraneus*), topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), civetta (*Athene noctua*), upupa (*Upupa epos*), volpe (*Vulpes vulpes ichtnusae*), Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*).

ECOSISTEMI URBANI E INDUSTRIALI

E. ECOSISTEMA DEI CENTRI ABITATI E ZONE INDUSTRIALI

Aree urbane ed industriali con copertura vegetale assente o scarsamente rappresentativa.

Habitat faunistico: gabbiano reale (*Larus cachinnans*), gheppio (*Falco tinnunculus*), cornacchia grigia (*Corvus corone*), storno nero (*Sturnus unicolor*), merlo (*Turdus merula*), topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*), volpe (*Vulpes vulpes ichtnusae*), coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*).

5 MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

5.1 Premessa al modello concettuale preliminare

Il modello concettuale è la rappresentazione degli elementi che identificano il sistema d'interesse e delle relazioni che tra questi intercorrono.

La redazione del modello concettuale di un sito inquinato, secondo quanto previsto all'Allegato 2 al Titolo V Parte IV, D.Lgs.152/06, è rivolta alla definizione, dal punto di vista qualitativo, dei legami tra le varie componenti del "rischio" ambientale (sorgenti, percorsi e bersagli).

Il modello concettuale si basa sull'identificazione delle sorgenti inquinanti, dei reali e potenziali percorsi di diffusione degli stessi ed infine della presenza dei bersagli.

Il rischio ambientale diviene effettivo solo quando si è in presenza simultanea di tutte queste tre componenti. Le sorgenti inquinanti vengono distinte in primarie e secondarie; queste ultime, nel momento in cui diventano bersaglio delle primarie, potendo a loro volta rilasciare contaminanti, diventano appunto sorgenti secondarie.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.52 di 70	Rev. 0

Il modello concettuale preliminare guida nella formulazione del Piano di Indagine i cui risultati, devono consentire la validazione del modello o richiedere ulteriori approfondimenti e comunque in ultima istanza, orientare la pianificazione degli interventi di bonifica/messa in sicurezza.

5.2 Elaborazione del modello concettuale preliminare

La formulazione del contesto ambientale nella fase preliminare si basa principalmente sulla disponibilità di informazioni (storiche, analitiche, quantitative) sulle attività svolte nel sito nonché delle caratteristiche delle matrici ambientali potenzialmente influenzate dalle attività del sito (acquiferi sotterranei e superficiali, suolo e sottosuolo)

L'area di indagine oggetto del presente Piano della Caratterizzazione è ubicata in un'area estesa oggetto di importanti attività agricole che si accompagnano a numerosi insediamenti rurali. A monte del sito si trova un'area di grande interesse storico archeologico: la necropoli prenuragica di Montessu. È probabile che la discarica dei RSU possa avere determinato, seppure in modo non significativo, una alterazione dello stato dei luoghi (che verrà altresì quantificata con il Piano di Indagine da eseguire), attraverso interazioni con le diverse componenti ambientali (aria, acque superficiali e sotterranee, suolo e sottosuolo).

Il Modello Concettuale per il sito in esame tiene conto dei due momenti tipici che caratterizzano la vita di una discarica:

1. Il primo è "la fase di esercizio", momento in cui possono determinarsi maggiori o minori velocità dei processi degradativi per via di due fattori:
 - a) flussi e tipologia dei rifiuti conferiti dati dalle preponderanze merceologiche di materiali con caratteristiche di bassa degradazione microbiologica rispetto alla frazione organica che è quella in grado di generar la maggiore attività interna della discarica.
 - b) modalità di gestione legata a spessori di abbancamento, ricoperture, e ricircolo del percolato. Quest'ultimo tra l'altro, un vero e proprio catalizzatore per le reazioni biochimiche che danno luogo alle sequenze di maturazione del rifiuto con la formazione finale del metano.

2. Il secondo momento è quello che si genera in "fase post-operativa", le condizioni determinatesi cioè, dopo la fine dei conferimenti e con la copertura dei rifiuti avvenuta con materiale "inerte". In generale è possibile affermare che, trattandosi di un impianto antecedente alla emanazione delle prime linee guida sulla costruzione e gestione degli impianti di smaltimento a "discarica controllata" per questa tipologia di impianto, i processi di evoluzione, tipici di una discarica di RSU, siano avvenuti in modo più lento non escudendo anche una debole permanenza attuale.

Lo stato di fatto del sito non consente di individuare un profilo stratigrafico di abbancamento e conseguentemente effettuare una prima valutazione delle caratteristiche merceologiche dei materiali

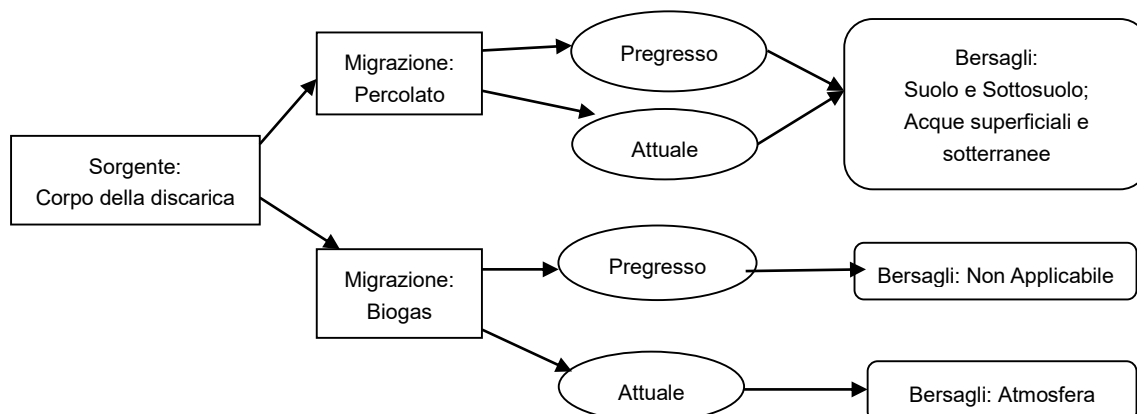
LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.53 di 70	Rev. 0

conferiti. Non è possibile neanche avvalersi di un censimento quantitativo per la mancanza di osservazioni sistematiche sui conferimenti eseguiti nel passato. Si può ipotizzare che, trattandosi di un'area a vocazione agricola e con piccoli allevamenti ad uso familiare, i rifiuti organici conferiti fossero in misura minoritaria visto che (soprattutto in passato), era usuale destinare i cosiddetti rifiuti domestici biodegradabili come integrazione nell'alimentazione degli animali o effettuare un "principio di compostaggio domestico" ottenendo un prodotto finito che, seppure di non alta qualità, poteva essere usato come ammendante nei terreni di proprietà.

Sulla base di quanto descritto sopra il modello può prevedere la classica sequenza

Sorgente → Trasporto → Bersaglio

Che in maniera più dettagliata può essere schematizzato



Le tabelle che seguono dettagliano i livelli di informazioni sulle singole sequenze

SORGENTE PRIMARIA		DISCARICA RSU
Informazione sorgente	Dato disponibile	Livello di conoscenza
Usi passati del suolo	Agricolo (antecedente all'insediamento)	Informazione certa
Data inizio attività	Tra il 1979 e il 1980	Periodo indicativo
Data fine attività	1986.	Periodo verosimile
Tipologia di discarica	Smaltimento Rifiuti solidi Urbani	Informazione certa
Suddivisione in lotti	No	Non esiste progettazione
Adozione di coperture	No	Riporti di Terreno di varia natura
Superficie del fondo	Parte su terreni naturali costituiti da depositi alluvionali e brecce andsitiche	Dati disponibili da sopralluogo tecnico e dai dati di letteratura.
Superficie sommitale	Circa 1700 mq	Dato ottenuto da rilievo plano-altimetrico eseguito in situ
Potenza rispetto al p.c.	Non individuata	Dato non disponibile allo stato attuale stimata in max 2 metri in corrispondenza del Rio di Monte Essu

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.54 di 70	Rev. 0

Impermeabilizzazione di fondo	Nessuna	Dato certo
Impermeabilizzazione laterali	Nessuna	Dato certo
Sistema di copertura finale	Terreno autoctono	Dato certo
Tipologia dei rifiuti abbancati	Composizione merceologica stimabile per il tipo di luogo	Da verificare con il piano di indagini
Permeabilità dei rifiuti	No	Da stimare
Umidità rifiuti	No	Da stimare

POTENZIALI BERSAGLI		RECETTORI DELLA CONTAMINAZIONE
Informazione	Dato disponibile	Livello di conoscenza
Lavoratori impegnati nell'impianto	Non presenti	Dato certo
Agricoltori dei fondi posti in prossimità del sito	Non presenti	Dato certo
Acque superficiali	Contaminazione attuale e/o pregressa possibile	Da verificare con piano di indagine
Acque sotterranee	Contaminazione attuale e/o pregressa possibile	Da verificare con piano di indagine
Atmosfera	Contaminazione pregressa possibile Attuale improbabile	Da verificare con piano di indagine

MIGRAZIONI E TRASPORTI		PERCOLATO E BIOGAS
Informazione	Dato disponibile	Livello di conoscenza
Presenza di percolato	In fase di esercizio: Non disponibile In fase post opera: Non rilevabile	Da verificare in fase di indagine
Dilavamento verso acque superficiali	In fase di esercizio: Non disponibile In fase post opera: Non rilevabile	Informazione certa di tempo asciutto da verificare in caso di precipitazioni medio forti
Dati sull'acquifero	Disponibili su macroscala non disponibili per il bacino che sottende l'area di interesse	Da delineare in fase di esecuzione dei piezometri
Dimensionamento corsi d'acqua superficiali	Rilevati in campo in fase preliminare	Dato certo Rio di Monte Essu
Valore medio delle precipitazioni	Dati da stazioni Meteorologiche	Dato certo
Qualità del potenziale eluato dei rifiuti	Non disponibile	Da acquisire con test in fase di piano di indagine
Presenza di biogas	In fase di esercizio: Non disponibile In fase post opera: Non rilevabile	Da verificare in fase di indagine
Intensità del vento	Dati da stazioni Meteorologiche	Dato certo

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.55 di 70	Rev. 0

Come si può notare sono stati presi in considerazione solo recettori ambientali in quanto non sono individuabili al momento, rischi per la salute umana; il Modello Concettuale Definitivo a valle delle indagini, consentirà di valutare più accuratamente tale ipotesi.

In relazione a quanto sopra sono state individuate, riportate più dettagliatamente nel Piano di indagine, i protocolli scelti per valutare le possibili alterazioni nelle varie matrici ambientali: (analisi del suolo e del sottosuolo nonché analisi su acque superficiali e sotterranee).

Sarà eseguita poi una analisi dedicata al corpo della discarica effettuata tramite lo stato di maturazione dei rifiuti ed eventuali prodotti di reazione generatisi, il tutto finalizzato ad inquadrare l'esistenza o no di potenziali contaminazioni residue della sorgente e di possibili trasporti in grado di generare le cosiddette sorgenti secondarie di contaminazione.

6 PIANO DELLE INDAGINI

Il Piano delle Indagini (di seguito Pdl) è il documento operativo-progettuale del Piano della Caratterizzazione ed è composto dal Piano delle Indagini e dal Protocollo delle analisi chimico-fisiche. Il Pdl ha l'obiettivo fondamentale di verificare la coerenza del Modello Concettuale Preliminare con le condizioni effettive dei luoghi valutate attraverso determinazioni oggettive, e di raccogliere i dati e le informazioni ottenuti, funzionali alla predisposizione del Modello Concettuale definitivo.

Nello specifico il Pdl ha lo scopo di altresì di:

- individuare i punti e i metodi di campionamento di suolo, sottosuolo, acque sotterranee e/o superficiali per l'area in esame, ed eventualmente l'area circostante che si ritiene utile all'inquadramento complessivo dello stato dei luoghi;
- indicare le procedure, specificando i metodi utilizzati per la definizione dello schema, del numero e dell'ubicazione dei punti di campionamento;
- definire, confermare e integrare le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, pedologiche, idrologiche del sito descritte nel Modello Concettuale preliminare del sito;
- definire la profondità di perforazioni e dei campionamenti di suolo/sottosuolo e acque sotterranee
- individuare la lista dei parametri da ricercare;
- definire le metodiche da adottare per le analisi chimico-fisiche e per le altre indagini e analisi che possano ritenersi necessarie alla completezza della caratterizzazione (es. per L'Analisi di Rischio);
- valutare economicamente il piano di campionamento in relazione agli obiettivi tecnici ed alle risorse disponibili;

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.56 di 70	Rev. 0

Di seguito sono descritte le impostazioni previste per l'esecuzione del piano, con indicazione e quantificazione delle attività di campo e di laboratorio previste, attenendosi, nelle attività tecnico pratiche, alle procedure di controllo al fine di garantirne la qualità delle diverse attività.

Nel particolare saranno descritti:

- ✓ ubicazione e tipologia delle indagini da svolgere, quali sondaggi, sottolineando le caratteristiche tecniche degli strumenti utilizzati;
- ✓ piano di campionamento di suolo, sottosuolo, acque sotterranee, e piano di analisi chimico-fisiche;
- ✓ profondità da raggiungere con i sondaggi, assicurando la protezione degli acquiferi ed evitando il rischio di contaminazione indotta dal campionamento;
- ✓ i protocolli di analisi e le metodiche analitiche.

6.1 Rilievo topografico preliminare

Il rilievo GPS è stato eseguito utilizzando una rete di stazioni permanenti GNSS (GPS, GLONASS, GALILEO) denominata NetGEO, di copertura uniforme su tutta la Sardegna, per la fornitura di correzioni per il posizionamento in tempo reale di correzioni Network-RTK (NRTK) e di dati per la post-elaborazione. Tale struttura tecnologica consente l'utilizzazione di un solo ricevitore per operatore. Grazie al collegamento GPRS/UMTS del proprio ricevitore è possibile essere subito operativi senza il bisogno di posizionare una stazione GNSS base. La precisione del rilievo eseguito è di 0.5-2 cm in planimetria e di 1-3 cm in altimetria. Nello specifico per il rilievo si è fatto ricorso alla rete fissa gestita da SARNET

Nell'**ALLEGATO D** si riporta la restituzione piano altimetrica del rilievo.

6.2 Dimensionamento e ubicazione dei punti di indagine

Il Piano di Indagine tiene conto delle attività pregresse che si sono svolte (conferimento di rifiuti indifferenziati), delle caratteristiche dimensionali e dell'assetto ambientale (morfologia del sito e presenza di corsi d'acqua).

Sulla base delle caratteristiche del sito e della superficie interessata alla deposizione dei rifiuti si è fatto ricorso, nel posizionamento dei punti di indagine, ad un criterio ragionato e non sistematico prevedendo:

- 4 sondaggi geognostici/ambientali finalizzati al prelievo di campioni rappresentativi dei terreni su cui insiste della discarica;
- 3 dei 4 sondaggi saranno attrezzati a piezometro per il campionamento delle acque sotterranee e per la ricostruzione della superficie piezometrica di prossimità; stabilendo il

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.57 di 70	Rev. 0

criterio che rispetti il posizionamento di 1 piezometro a monte e 2 valle del sito in relazione all'andamento delle linee di deflusso della falda e/o degli scorrimenti superficiali

- 1 punto di campionamento per il Top Soil nel corpo discarica
- 7 trincee esplorative sul corpo della discarica finalizzate al campionamento della colonna dei rifiuti per valutare la tipologia degli stessi e il loro grado di maturazione e gli eventuali processi ancora in corso in grado di influenzare le matrici ambientali suolo sottosuolo e acque sotterranee.
- 3 campionamenti di acque superficiali, nel corso d'acqua affluente del Rio Mannu di Narcao, che scorre a poche decine di metri dal piede sul lato E della discarica, con l'obiettivo di raccogliere un campione a monte, uno in corrispondenza laterale e uno valle della discarica.

La **Tab. 6.2/A** riporta, per ogni punto di indagine, la sigla, le coordinate Gauss-Boaga (individuate al momento cartograficamente) e le profondità previste. Non sono al momento identificabili con precisione i punti di campionamento acqua superficiale e quello di Top Soil che saranno georeferenziati comunque al momento della raccolta campioni

	Sondaggio/Piezometro	Coordinate Gauss - Boaga		Profondità prevista m
		Nord (m)	Est (m)	
1	PZ1	4330326.7791	1471595.5394	10,00 - 15,00
2	PZ2	4330339.0485	1471623.4501	10,00 - 15,00
3	PZ3	4330294.9420	1471621.7566	10,00 - 15,00
4	S4	4330319.9815	1471616.7027	10,00
	Trincee			
5	TR1	4330293.7291	1471612.1617	1,50 - 2,00
6	TR2	4330309.9062	1471608.0390	1,50 - 2,00
7	TR3	4330309.8536	1471622.4571	2,00 - 3,00
8	TR4	4330329.2191	1471606.3416	1,50 - 2,00
9	TR5	4330329.2280	1471621.9892	2,00 - 3,00
10	TR6	4330345.3437	1471609.9761	1,50 - 2,00
11	TR7	4330345.4096	1471622.1561	2,00 - 3,00

Tab. 6.2/A: coordinate Gauss-Boaga dei punti di indagine e profondità previste

I punti di indagine presenti in tabella, sono riportati cartograficamente nell'**Allegato I**

6.3 Metodiche di esecuzione delle indagini

6.3.1 Metodologie di esecuzione dei sondaggi geognostici

Per l'esecuzione dei sondaggi geognostici/ambientali dovrà essere utilizzata la tecnica a carotaggio continuo a rotazione con l'ausilio di un carotiere semplice.

Durante la realizzazione dovranno essere adottate le seguenti precauzioni:

1. I sondaggi dovranno essere eseguire senza l'ausilio di fluidi di perforazione, compatibilmente con le sequenze geolitologiche da campionare.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.58 di 70	Rev. 0

2. La perforazione saranno condotte a bassa velocità per minimizzare il riscaldamento dei terreni attraversati.
3. Ogni manovra non dovrà interessare più di 1,00 m di avanzamento, preferendo anche in relazione al recupero spessori non superiori a 50 cm.

Le carote estratte dal carotiere dovranno essere poste in apposite cassette catalogatrici per il successivo campionamento e la ricostruzione stratigrafica del sito.

6.3.2 Metodologie di esecuzione dei piezometri

Preliminarmente all'allestimento del piezometro il sondaggio a carotaggio continuo dovrà essere spinto fino alla profondità prevista per l'installazione della tubazione corrispondente a circa 10÷15 dalla quota di rinvenimento della falda. Terminata questa fase, finalizzata alla ricostruire la stratigrafia della porzione di acquifero interessato si dovrà procedere a:

- alesare il foro con diametro $\varphi = 193$ mm, 178 in presenza di roccia;
- installare la tubazione cieca e fenestrata in PVC atossico da 4" e spessore 5,3 mm;
- nell'intercapedine foro/tubo, da circa 1 m sopra il "top" del tratto filtrato sino a fondo foro, realizzare un manto drenante con ghiaietto lavato ($\varphi = 2 - 6$ mm).
- nella parte superiore al dreno fino al p.c. eseguire la cementazione con malta di densità 1,8 Kg/l, per isolare il manto drenante ed evitare l'eventuale infiltrazione e percolazione d'acqua e inquinanti dalla superficie.
- chiudere la parte basale della tubazione con tappo di fondo mentre quella sommitale con un tappo a vite protetto da un chiusino carrabile o in caso fuori terra da un pozzetto in Cls.

6.3.3 Metodologie di esecuzione delle trincee

Le trincee da eseguirsi con mezzo meccanico (preferibilmente escavatore a benna rovescia), dovranno raggiungere l'interfaccia terreno naturale/rifiuti, oltre a essere di dimensioni tali da consentire il prelievo di campioni rappresentativi della composizione merceologica e delle caratteristiche dei rifiuti presenti. La superficie di campionamento dovrà essere non inferiore a 1 mq (1m x 1m) in modo tale da poter valutare visivamente sia il profilo stratigrafico dei rifiuti abbancati sia raccogliere una adeguata quantità di rifiuti per consentire di passare da una grande massa eterogenea ad un campione rappresentativo da inviare all'analisi.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.59 di 70	Rev. 0

6.4 Metodiche di campionamento

6.4.1 Modalità di campionamento matrice suolo, sottosuolo e Top Soil

Le fasi del campionamento di suolo, sottosuolo e TS, consisteranno nel prelievo, nella formazione, nel trasporto e nella conservazione del campione. Tali stadi dovranno essere documentati con verbali di campionamento, nei quali è riportato l'elenco, la descrizione dei materiali e le principali attrezzature utilizzate.

Onde evitare che nel corso di sessioni multiple di campionamento eventuali inquinanti si propaghino da un punto all'altro tramite l'attrezzatura di prelievo, si disporrà la decontaminazione di quest'ultima prima di ogni nuovo campionamento seguendo costantemente la medesima procedura nel corso dell'intera campagna di indagine.

La decontaminazione delle attrezzature avverrà in un'area appositamente predisposta, delimitata, impermeabilizzata e con un sistema di raccolta delle acque. Il settore di decontaminazione deve trovarsi a debita distanza da quello di campionamento, al fine di evitare la diffusione degli eventuali inquinanti alle matrici campionate. La procedura di disinquinamento necessita di acqua incontaminata, pertanto si dovrà garantire una fornitura adeguata all'uopo. Una ulteriore precauzione, atta ad assicurare maggior correttezza allo svolgimento dei campionamenti, consiste nell'alternativo impiego di due carotieri in maniera tale che l'acqua di lavaggio presente nelle pareti interne ed esterne delle attrezzature possa evaporare naturalmente.

Il prelievo di ciascun campione sarà effettuato in modo tale da evitare la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata (*cross-contamination*), controllando l'assenza di perdite di olii lubrificanti ed altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le altre attrezzature.

Durante le singole fasi delle operazioni sopra descritte, il personale sarà dotato di tutto il materiale di sicurezza atto alla bisogna secondo quanto prescritto dalle normative vigenti. Si fa particolare nota per quanto concerne i guanti i quali devono essere monouso e, conseguentemente, cambiati ogni qualvolta l'occasione lo richieda.

La carota estratta dal carotiere sarà riposta nelle cassette catalogatrici, realizzate in materiale idoneo a evitare la contaminazione (PVC), in modo da poter ricostruire la colonna stratigrafica del terreno perforato.

Le manovre operative dovranno essere sovrintese da un tecnico specializzato, il quale provvederà descrivere il materiale recuperato ed i caratteri stratigrafici principali; i dati così raccolti saranno integrati con documentazione fotografica.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.60 di 70	Rev. 0

La formazione del campione si eseguirà su un telo di materiale impermeabile (polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale, tali operazioni saranno eseguite con strumenti debitamente decontaminati.

Il campione prelevato lungo la successione di materiale carotato è destinato essenzialmente alla determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti in ogni strato litologicamente omogeneo e della distribuzione dei possibili contaminanti. Si potrà prelevare, in aggiunta ai tre campioni previsti, degli ulteriori campioni su materiali che lungo la carota, si distinguano per evidenze d'inquinamento o per caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche e litologico-stratigrafiche.

I tre campioni previsti in ciascun sondaggio saranno prelevati alle seguenti profondità:

- campione 1: primo metro;
- campione 2: metro intermedio;
- campione 3: ultimo metro fino alla frangia capillare

Il campionamento sarà effettuato al termine delle attività di perforazione secondo lo schema sopraelencato. Ogni campione sarà suddiviso in due aliquote: una per l'analisi, da condurre ad opera dei soggetti privati, e l'altra messa a disposizione dell'Ente di Controllo. L'eventuale terza aliquota, se richiesta, sarà confezionata in contraddittorio, solo alla presenza dell'Ente di Controllo, sigillando il campione che sarà firmato dagli addetti incaricati, verbalizzando il relativo prelievo. L'aliquota di archivio sarà conservata a temperatura <10°C, sino all'esecuzione ed alla validazione delle analisi di laboratorio da parte degli Enti di Controllo preposti (compatibilmente anche con la stabilità nel tempo dei parametri da determinare).

Le aliquote saranno introdotte in contenitori puliti, decontaminati e adeguati alla conservazione del campione per l'analisi delle diverse sostanze.

Immediatamente dopo il prelievo, i campioni saranno sigillati nello stesso contenitore usato per il prelievo, chiusi all'estremità con coperchio e sigillati con nastro adesivo.

Tutti i campioni saranno quindi contrassegnati con etichette recanti le seguenti indicazioni:

- sito di indagine;
- sigla identificativa del sondaggio;
- data del prelievo;
- intervallo di profondità dal quale è stato prelevato.

Per il campionamento dei **Top Soil** dovranno essere seguite le procedure previste per i campioni di suolo e sottosuolo con la differenza che il campione verrà formato partendo da una superficie di prelievo che dovrà essere non inferiore a 1 mq e fino ad una profondità di 10 cm; avendo cura preliminarmente di eliminare elementi estranei al terreno e/o eventuali presenze di copertura vegetale.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.61 di 70	Rev. 0

6.4.2 Modalità di campionamento matrice acque sotterranee

La ricostruzione del grado di contaminazione è di grande importanza, in particolare in tutti quei casi in cui la natura dei contaminanti e l'interazione di questi con il sistema acquifero determinano stratificazioni verticali di concentrazione.

Le procedure usate per le attività di campionamento delle acque sotterranee in prossimità dell'area devono essere tali da garantire che il campione sia il più rappresentativo possibile della composizione chimico-fisica della falda. Nel caso specifico si è deciso di eseguire il campionamento delle acque di falda utilizzando il metodo dinamico, attraverso il quale il campione è prelevato, previo opportuno spurgo, per mezzo di una pompa sommersa. Lo spurgo è un'operazione indispensabile e preliminare al campionamento. L'acqua "stazionaria" nella colonna del piezometro non costituisce una matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee, deve essere pertanto allontanata prima di procedere al campionamento. Tale procedura viene eseguita emungendo l'acqua con una portata non superiore ai 5 l/min, per evitare il trascinamento di materiale fine e l'intorbidimento dell'acqua. Tale intervento dovrà protrarsi sino all'eliminazione di un volume d'acqua pari a 3-5 volte di quella contenuta nel piezometro; si dovrà quindi calcolare preventivamente il volume d'acqua presente all'interno del tubo fessurato.

Nell'ipotesi che, nonostante questi accorgimenti, l'acqua prelevata non sia limpida, si procederà alla filtrazione.

Nel caso di falda poco produttiva, onde di evitare il depauperamento della stessa, si provvederà a ridurre la portata al fine di mantenere l'equilibrio fra emungimento e ricarica. Tutte queste fasi dovranno essere riportate nel verbale di campionamento nella sezione dedicata alle prove di campo.

All'atto del prelievo in sito, sui campioni d'acqua saranno eseguite le misure dei seguenti parametri:

- Temperatura.
- pH;
- Conducibilità elettrica;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale Redox;

I campioni d' acqua prelevati per l'invio al laboratorio o per essere conservati in qualità di "aliquota di riserva", come precedentemente descritto, saranno identificati similmente a quanto impostato per i terreni:

- sito di indagine;
- sigla identificativa del Piezometro;

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.62 di 70	Rev. 0

- data di prelievo;
- quota di prelievo.

e conservati in custodia termica alla temperatura fra 2÷ 4°C fino all'inizio delle analisi di laboratorio

6.4.3 Metodologie di campionamento acque superficiali

Trattandosi di un corpo idrico a carattere torrentizio e stagionale il prelievo dovrà tenere conto di una certa variabilità nella velocità di deflusso nell'alveo, per cui il campionamento sarà effettuato nel filo principale della corrente a circa 10 cm dal pelo libero; va evitata l'esecuzione del prelievo da riva, in quanto nella maggior parte dei casi non si ottiene un campione rappresentativo. Nel tratto rettilineo è opportuno eseguire un campione medio tra due subcampioni: un subcampione al centro del corso d'acqua, dove la corrente è più forte, l'altro tra il centro e la sponda. Nei tratti in cui è significativo un cambio di direzione è consigliabile effettuare un campione medio fra tre subcampioni, uno al centro in corrente media, uno tra il centro e la sponda esterna della curva, in flusso maggiore più forte, il terzo subcampione tra il centro e la sponda interna, in flusso più debole.

All'atto del prelievo in sito, sui campioni d'acqua saranno eseguite le misure dei seguenti parametri:

- Temperatura
- pH;
- Conducibilità elettrica;
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale Redox;

I campioni devono essere analizzati nel più breve tempo possibile, in quanto come si vedrà nel paragrafo delle determinazioni analitiche, queste verteranno principalmente sulla valutazione ecotossicologiche di tale matrice per cui, anche in questo caso la temperatura di conservazione dovrà attestarsi intorno ai 4°C.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.63 di 70	Rev. 0

6.5 Determinazioni Analitiche sulle diverse matrici

6.5.1 Matrice suolo, sottosuolo e top soil

Sui campioni di suolo e sottosuolo dovranno essere determinati gli analiti indicati in Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V° Parte Quarta D.Lgs.152/06:

	Parametri	CSC previste in Tabella 1 Colonna A
		mg/kg
	Residuo a 105°C	
	Scheletro tra 2 cm e 2 mm	
	Metalli	
1	Antimonio	10
2	Arsenico	20
3	Berillio	2
4	Cadmio	2
5	Cobalto	20
6	Cromo totale	150
7	Cromo VI	2
8	Mercurio	1
9	Nichel	120
10	Piombo	100
11	Rame	120
12	Selenio	3
13	Stagno	1
14	Tallio	1
15	Vanadio	90
16	Zinco	150
	Solventi aromatici	mg/kg
19	Benzene	0,1
20	Etilbenzene	0,5
21	Stirene	0,5
22	Toluene	0,5
23	Xilene	0,5
24	sommatoria organici da 20 a 23	1
	Idrocarburi policiclici aromatici	mg/kg
25	Benzo (a) antracene	0,5
26	Benzo(a)pirene	0,1
27	Benzo(b)fluorantene	0,5
28	Benzo(k)fluorantene	0,5
29	Benzo(g,h,i)perilene	0,1
30	Crisene	5
31	Dibenzo(a)pirene	0,1
35	Dibenzo(a,h)antracene	0,1
36	Indenopirene	0,1
37	Pirene	5
38	Sommatoria policiclici aromatici	10
	Alifatici clorurati cancerogeni	mg/kg
39	Clorometano	0,1
40	Diclorometano	0,1
41	triclorometano	0,1
42	Cloruro di vinile	0,01
43	1 .2 dicloroetano	0,2
44	1.1 dicloroetilene	0,1
45	tricloroetilene	1
46	tetracloroetilene	0,5
	Alifatici clorurati non cancerogeni	mg/kg

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.64 di 70	Rev. 0

	Parametri	CSC previste in Tabella 1 Colonna A
		mg/kg
47	1.1 dicloroetano	0,5
48	1.2dicloroetilene	0,3
49	1.1.1 tricloroetano	0,5
50	1.2dicloropropano	0,3
51	1.1.2tricloroetano	0,5
52	1.2.3tricloropropano	1
53	1.1.2.2tetracloroetano	0,5
	Alifatici alogenati cancerogeni	mg/kg
54	Tribromometano	0,5
55	1.2dibromometano	0,01
56	Dibromoclorometano	0,5
57	Bromodiclorometano	0,5
	Clorobenzeni	mg/kg
62	Monoclorobenzene	0,5
63	1 .2 diclorobenzene	1
64	1 .4 diclorobenzene	0,1
65	1.2.4 triclorobenzene	1
66	1.2.4.5 tetraclorobenzene	1
67	Pentaclorobenzene	0,1
68	Esaclorobenzene	0,05
	Idrocarburi	mg/kg
94	Idrocarburi C<1 2	10
95	Idrocarburi C>1 2	50

Tab. 6.5.1/A: analiti da determinare nei campioni di suolo e sottosuolo

Nel campione di Top Soil dovranno essere determinate le concentrazioni di PCB, Amianto, furani e Diossine come riportato in **Tab. 6.5.1/B**

	Parametri	CSC previste in Tabella 1 Colonna A
		mg/kg
	Diossine e Furani	10
92	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)	1X10-5
93	PCB	0,06
96	Amianto	1000

Tab. 6.5.1/B: analiti da determinare nei campioni di Top Soil

6.5.2 Matrice acque sotterranee

Sui campioni di acqua sotterranea dovranno essere determinati gli analiti indicati in Tabella 2 Allegato 5 al Titolo V° Parte Quarta D.Lgs.152/06:

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.65 di 70	Rev. 0

Parametri		CSC previste in Tabella. 2
Metalli		(µg/l)
1	Alluminio	200
2	Antimonio	5
3	Argento	10
4	Arsenico	10
5	Berillio	4
6	Cadmio	5
7	Cobalto	50
8	Cromo totale	50
9	Cromo (VI)	5
10	Ferro	200
11	Mercurio	1
12	Nichel	20
13	Piombo	10
14	Rame	1000
15	Selenio	10
16	Manganese	50
17	Tallio	2
18	Zinco	3000
Inquinanti inorganici		(µg/l)
19	Boro	1000
20	Cianuri liberi	50
21	Fluoruri	1500
22	Nitriti	500
23	Solfati	250 mg/l
Composti organici aromatici		(µg/l)
24	Benzene	1
25	Etilbenzene	50
26	Stirene	25
27	Toluene	15
28	Para-Xilene	10
IPA		(µg/l)
29	Benzo(a)antracene	0,1
30	Benzo(a)pirene	0,01
31	Benzo(b)fluorantene	0,1
32	Benzo(k)fluorantene	0,05
33	Benzo(g,h,i)perilene	0,01
34	Orisene	5
35	Dibenzo(a,h)antracene	0,01
36	Indenopirene	0,1
37	Pirene	50
38	Sommatoria (31,32,33,36)	0,1
Alifatici clorurati cancerogeni		(µg/l)
39	Clorometano	1,5
40	Triclorometano	0,15
Alifatici clorurati cancerogeni		(µg/l)
41	Cloruro di vinile	0,5
42	1,2dicloroetano	3
43	1,1 dicloroetilene	0,05
45	Tetracloroetilene	1,1
46	Esaclorobutadiene	0,15
47	Sommatoria organoalogenati	10
Alifatici clorurati non cancerogeni		(µg/l)
48	1,1 dicloroetano	810
49	1,2 dicloroetilene	60
50	1,2 Dicloropropano	0,15
51	1,1,2 Tricloroetano	0,2
52	1,2,3tricloropropano	0,001
53	1,1,2,2tetracloroetano	0,05
Alifatici alogenati cancerogeni		(µg/l)

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.66 di 70	Rev. 0

54	Tribromometano	0,3
55	1,2dibromometano	0,001
56	Dibromoclorometano	0,13
57	Bromodichlorometano	0,17
Fenoli		(µg/l)
69	2-clorofenolo	180
70	2,4-diclorofenolo	110
71	2,4,6 Triclorofenolo	5
72	Pentaclorofenolo	0.5
Altre sostanze		(µg/l)
90	Idrocarburi totali (come n-esano)	350
Parametri idrochimici		
	PH	-
	Potenziale redox	-
	Conducibilità	µS/cm
	Ossigeno disciolto	%
	Temperatura	°C

Tab. 6.5.2/A: analiti da determinare nei campioni d'acqua sotterranea (piezometri)

6.5.3 Matrice acque superficiali

Sui campioni d'acqua superficiale saranno eseguiti due test di ecotossicità come indicato in **Tab.**

6.5.3/A

Test di tossicità acuta con Daphnia Magna
Test di tossicità algale con Pseudokirchneriella Subcapitata

Tab. 6.5.3/A: specie da utilizzare per le analisi ecotossicologiche

6.5.4 Matrice rifiuti

Sui campioni dei rifiuti costituenti il corpo della discarica dovranno essere eseguite le determinazioni analitiche di **Tab 6.5.4/A** secondo le Norme tecniche riconosciute a livello internazionale finalizzate ad individuare il grado di maturazione dei rifiuti abbancati.

Indice di respirazione dinamico (IRD)
Residuo a 105°C
Residuo a 550°C
Densità apparente
Reazione di pH
Contenuto di Carbonio Organico
Contenuto di Azoto organico
P.C.I

Tab 6.5.4/A: determinazioni nei campioni rifiuti

Poiché dalle verifiche dirette in situ non è stata individuata la presenza di percolato non sono previste analisi su tale matrice; ma, qualora si ravvisasse la necessità di approfondire il comportamento di potenziali rilasci da parte dei rifiuti abbancati, potrà essere eseguito il test di cessione che viene

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.67 di 70	Rev. 0

applicato per la ammissibilità dei rifiuti in discarica secondo la norma tecnica UNI 12437 finalizzato a valutare nell'eluato i parametri di **Tab. 6.5.4/B**.

Metalli pesanti
Idrocarburi (BTEX, IPA)
Organoclorurati
Fenoli e clorofenoli

Tab 6.5.4/B: determinazioni test di cessione

6.6 Requisiti per le metodiche analitiche

Le procedure di campionamento ed analitiche per la determinazione degli analiti dovranno essere scelte tra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (IRSA, CNR, EPA, ISO, ICRAM, APAT ecc..) conformemente a quanto previsto dalla vigente normativa di settore. In assenza di un protocollo come sopra specificato dovrà essere documentata la validità della procedura utilizzata. Per garantire la qualità dei dati analitici, si richiede che il laboratorio individuato a svolgere tutte le analisi sia accreditato in conformità alla norma ISO/IEC 17025 e certificato secondo la norma UNI EN ISO 9001:2015 oppure sia un laboratorio di un Ente Pubblico.

Per le singole matrici le specifiche sono le seguenti:

- Il limite di rilevabilità degli analiti nelle matrici solide (suolo, sottosuolo, top soil) dovrà essere almeno 1/10 dei valori di CSC riportati in Tabella 1, colonna A, Allegato 5 al Titolo, Parte Quarta del D.Lgs. 152/06. Per quanto riguarda la ricerca di idrocarburi leggeri e pesanti nei suoli è necessario tenere conto del parere I.S.S. n Prot.37936-IA/12 del 5/08/2003. Per la determinazione del Cromo VI si dovrà invece fare riferimento al parere congiunto APAT, ISS, ENEA, ARPAL, Prot. APAT n° 6582 del 28/03/2003.
- Il metodo indicato dall'ISS per la ricerca dell'amianto nei suoli è la Diffratometria a Raggi X oppure IR trasformata di Fourier (FTIR) ai sensi dell'allegato I del DM 6/9/94. Il quantitativo di amianto presente nel campione sarà espresso come contenuto di amianto totale e non in fibre libere, come richiesto dalle circolari dell'ISS del 25/07/2002 n° 024711-1° e del 19/02/2003
- Il dato analitico deve essere espresso sia in termini di concentrazione riferita al totale (comprensivo dello scheletro e privo della frazione maggiore di 2 cm, da scartare in campo) che in termini di concentrazione riferita al passante ai 2 mm, per poter valutare eventuali differenze sostanziali.
- Il limite di rilevabilità degli analiti nelle matrici acqua di falda dovrà essere di almeno 1/10 dei valori di CSC riportati in tabella 2, Allegato 5 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/06.

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.68 di 70	Rev. 0

6.7 Analisi supplementari per la eventuale determinazione dei parametri sito specifici per l'Analisi di Rischio

Qualora necessario potranno essere determinati parametri finalizzati a definire l'Analisi di Rischio sito-specifica.

Nella **Tab 6.7/A** si riportano le metodiche da adottare.

Determinazioni	Metodo	Unità di Misura
Grado di reazione (pH)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met III.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002	-
FOC (Frazione di Carbonio Organico)	DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 SO n° 185 Met VII.3	Kg/Kg
Peso specifico	CNR IRSA Q 64 3 1984	g/ml
Coeff. Ripartizione. solido-liquido	Nota Tecnica APAT-ISS Prot. 011376 del 04/04/2007	L/Kg
Granulometria	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.5	%

Tab 6.7/A: determinazioni finalizzate all'analisi di rischio

6.8 Restituzione dei risultati analitici di laboratorio e in situ

I risultati delle attività di campo e di laboratorio successivi alla realizzazione del Piano di Investigazione Iniziale, saranno espressi sotto forma di tabelle di sintesi e di rappresentazioni cartografiche in scala 1:1000 per le carte tematiche e 1:50 – 1:25 per i sondaggi. In particolare saranno fornite:

- la carta dell'ubicazione delle indagini svolte e dei punti di campionamento e/o misura, con distinzione tipologica;
- sezioni geologiche rappresentative del quadro litostratigrafico del sottosuolo;
- sezioni idrogeologiche rappresentative della geometria degli acquiferi;
- carte piezometriche, con ricostruzione del campo di moto della falda ed indicazione dei punti di misura;
- carta di distribuzione degli inquinanti nei terreni, in senso areale e verticale;
- carta di distribuzione degli inquinanti nelle acque sotterranee.

Per la valutazione dello stato di contaminazione del sito si dovrà:

- per il suolo e sottosuolo: confrontare le concentrazioni dei singoli analiti con le CSC della Tabella 1 dell'allegato 5 della Titolo V, Parte IV colonna A (Aree residenziali o verde pubblico) del D. Lgs 152/06
- per l'acqua sotterranea: confrontare le concentrazioni dei singoli analiti con le CSC della Tabella 2 dell'allegato 5 del Titolo V, Parte IV, del D. Lgs 152/06

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.69 di 70	Rev. 0

6.9 Sintesi del piano delle indagini

Nella Tabella si riporta la sintesi del piano di indagini in termini di numero di sondaggi, piezometri, campioni di suolo e sottosuolo, acqua di falda, superficiale, top soil e rifiuti.

Mentre la quantità di sondaggi è certa il numero di campioni potrà variare in funzione del rinvenimento di roccia.

Tipo di indagine	Numero	Profondità massima	Totale	Totale
		m	m	cad
Sondaggi	4 dei quali tre a piezometro	5	20	-
Piezometri	3	15	45	-
Trincee	7	Letto discarica		7
Campioni di suolo	3 per sondaggio	- campione 1: da 0 a -1 metro dal p.c. - campione 2: 1 m che comprenda la zona di frangia capillare; - campione 3: 1 m nella zona intermedia tra i due campioni precedenti.		12
Campionamento rifiuti	1 per pozzetto			7
Campioni di acqua sotterranea	1 per piezometro			3
Campioni di acqua superficiale	1 a monte 1 fronte discarica 1 a valle			3
Campione di Top Soil	1			1

Tab. 6.9/A: sintesi del piano di indagine

6.10 Altre attività di campo - Rilievo Topografico

Le attività di indagine saranno completate con un rilievo plano-altimetrico finalizzato alla georeferenziazione dei diversi punti di campionamento, definire le relative quote sul piano di campagna e, per i piezometri, anche la quota del boccapozzo a cui si riferiscono le misure della soggiacenza.

7 CONCLUSIONI

Sulla base delle conoscenze gestionali e geo ambientali si possono fornire le seguenti considerazioni preliminari:

- la discarica risulta di modesta entità. Si stima che nei 7 anni di esercizio sono stati conferiti volumi di rifiuti fra i 1000 e 1500 m³;
- la superficie interessata dal conferimento è di 1700 m². Ne consegue che la potenza media di abbancamento non supera il metro anche se in prossimità del Rio di Monte Essu, tale potenza potrebbe raggiungere i 2 m.
- per le tecniche di conferimento utilizzate negli anni di esercizio si esclude, per altro non si hanno indizi contrari, la presenza di manti impermeabili alla base:

LOGO Comune Villaperuccio	Dott. Geol. M. Pilia Dott. D. Baldini	Comune di Villaperuccio Sud Sardegna	RELAZIONE TECNICA PdC	
	Piano della Caratterizzazione della Ex Discarica Isca de Candiazzus RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA		Incarico del Maggio 2020	
			Fg.70 di 70	Rev. 0

- i rifiuti risultano stoccati direttamente sul suolo rappresentato da depositi alluvionali e più in profondità da un *bad rock* costituito da andesiti;

Il Piano delle indagini, studiato sulla base delle conoscenze acquisite dovrà quindi verificare oggettivamente quanto valutato preliminarmente nel presente PdC con particolare riferimento a suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

Cagliari, ottobre 2020

I Tecnici
Dr. Danilo Baldini
Dott. Geol. Marco Pilia



8 ALLEGATI

Allegato A: Inquadramento coorografico 1:25000
 Allegato B: Inquadramento topografico 1:10000
 Allegato C: Inquadramento catastale 1:4000
 Allegato D: Rilievo piano altimetrico 1:250
 Allegato E: Carta Geologica 1:10000
 Allegato F: Carta delle permeabilità 1:10000
 Allegato G: Carta dei suoli 1:10000
 Allegato H: Carta dell'uso dei suoli 1:10000
 Allegato I: Planimetria con ubicazione dei punti di indagine 1:250