

# ECUSERDIANA

DISCARICA PER RIFIUTI SPECIALI NON  
PERICOLOSI IN LOC. S'ARENAXIU E SU  
SICCESU – SERDIANA

## PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE

### RELAZIONE

DATA  
GENNAIO 2020

GEOLOGO

**ECUSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari



|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 1 di 124</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## Sommario

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1       | PREMESSA.....  | 4  |
| 1.2     | STATO DELL'ARTE.....   | 4  |
| 1.3     | AMMINISTRAZIONI ED ENTI COMPETENTI.....  | 10 |
| 2       | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO, CATASTALE E URBANISTICO..  | 10 |
| 2.1     | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....  | 10 |
| 2.2     | INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO.....  | 12 |
| 2.4     | INQUADRAMENTO URBANISTICO.....   | 14 |
| 2.5     | INQUADRAMENTO PAI E PSFF.....  | 15 |
| 3       | RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE SVOLTE SUL SITO .....  | 16 |
| 3.1     | I SISTEMI IMPIANTISTICI ESISTENTI E AREE DI SERVIZIO ED ATTREZZATURE DI<br>USO GENERALE.....   | 16 |
| 3.2     | AREE DI SERVIZIO E ATTREZZATURE DI USO GENERALE .....  | 17 |
| 3.3     | MODULO PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI IN LOC. "S'ARENAXIU" (MODULO<br>N.1) – CHIUSO .....   | 18 |
| 3.4     | MODULO PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI DOTATO DI IMPIANTO BIOGAS IN<br>LOC. "S'ARENAXIU" (MODULO N.2) – CHIUSO .....                 | 21 |
| 3.5     | MODULO PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI DOTATO DI IMPIANTO BIOGAS IN<br>LOC. "SU SICCESU" (MODULO N.3) – CHIUSO.....                  | 22 |
| 3.6     | MODULO PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI DOTATO DI IMPIANTO BIOGAS IN<br>LOC. "SU SICCESU" 180.000 MC (MODULO N.4) – CHIUSO.....       | 23 |
| 3.7     | MODULO PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI IN LOC. "SU SICCESU" (MODULO<br>N.5) – CHIUSO .....   | 24 |
| 3.8     | MODULO PER RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI IN LOC. "SU SICCESU" MODULO<br>DA 300.000 MC (MODULO N.6) - IN ESERCIZIO DAL 17/09/2012 ..... | 25 |
| 3.9     | CICLO PRODUTTIVO .....   | 31 |
| 3.9.1   | MATERIE PRIME.....   | 31 |
| 3.9.2   | ACQUA - APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DEL COMPLESSO .....  | 31 |
| 3.9.3   | CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA DEL COMPLESSO .....   | 32 |
| 3.9.4   | EMISSIONI .....  | 32 |
| 3.9.4.1 | EMISSIONI IN ATMOSFERA .....   | 32 |
| 3.9.4.2 | EMISSIONI IN ACQUA.....  | 33 |
| 4       | ELABORAZIONE DEL PIANO DI INVESTIGAZIONE INIZIALE E DEL MODELLO<br>CONCETTUALE PRELIMINARE .....   | 34 |
| 4.1     | INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....  | 34 |
| 4.1.1   | GEOLOGIA DEL SETTORE.....  | 35 |
| 4.2     | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....   | 37 |
| 4.3     | INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....   | 40 |
| 5       | INDAGINI CONDOTTE NELLE VARIE MATRICI AMBIENTALI (PIANO DI<br>ACCERTAMENTO) .....  | 41 |
| 5.1     | OBIETTIVI DEL PIANO DI ACCERTAMENTO .....  | 41 |
| 5.2     | ATTUAZIONE DEL PIANO DI ACCERTAMENTO .....   | 42 |
| 5.2.1   | INDAGINE GEOFISICA .....   | 42 |
| 5.2.1.1 | INDAGINE GEOFISICA INTEGRATIVA .....   | 48 |
| 5.3     | INDAGINI GEOGNOSTICHE.....   | 51 |
| 5.3.1   | UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE .....   | 51 |
| 5.3.2   | METODICHE DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE .....  | 51 |
| 5.3.2.1 | SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO .....   | 52 |
| 5.3.2.2 | SONDAGGI A DISTRUZIONE DI NUCLEO.....  | 52 |
| 5.3.2.3 | ALLESTIMENTO PIEZOMETRI .....  | 52 |
| 5.3.2.4 | .....  | 53 |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 2 di 124</b>      | <b>Rev. 0</b> |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
|           | GESTIONE DEI RIFIUTI E APPROVVIGIONAMENTO IDRICO .....  | 53  |
| 5.4       | <i>RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE</i> .....  | 53  |
| 5.4.1     | STRATIGRAFIE .....  | 53  |
| 5.5       | .....   | 56  |
|           | <i>SCHEMA IDROGEOLOGICO E DEFLUSSI SOTTERRANEI</i> .....  | 56  |
| 5.5.1     | .....   | 57  |
|           | FALDE SUPERFICIALI .....  | 57  |
| 5.5.2     | .....   | 57  |
|           | CONSIDERAZIONI .....  | 57  |
| 5.5.3     | .....   | 58  |
|           | MISURE DELLA SOGGIACENZA .....  | 58  |
| 5.5.3.1   | CARTA DELLE ISOPIEZE.....   | 58  |
| 5.5.4     | PROVE DI PORTATA A GRADINI E DI LUNGA DURATA.....   | 61  |
| 5.6       | <i>IDROCHIMICA</i> .....  | 63  |
|           | <i>DELLE ACQUE DI FALDA</i> .....   | 63  |
| 5.6.1     | .....   | 63  |
|           | CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE E MISURE DI CAMPO .....   | 63  |
| 5.6.1.1   | ATTIVITÀ DI LABORATORIO.....  | 63  |
| 5.6.1.2   | RISULTATI ANALITICI .....   | 65  |
| 5.6.2     | .....   | 71  |
|           | CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE.....  | 71  |
| 5.7       | <i>INDAGINI SU SUOLO E SOTTOSUOLO</i> .....   | 74  |
| 5.8       | .....   | 78  |
|           | <i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE AL PIANO DI ACCERTAMENTO</i> .....   | 78  |
| 6         | ULTERIORI RISULTATI SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA IDRICA<br>SOTTERRANEA.....   | 82  |
| 7         | INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA .....  | 92  |
| 8         | MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE.....  | 93  |
| 8.1       | POTENZIALI SORGENTI DI CONTAMINAZIONE.....  | 94  |
| 8.2       | ESTENSIONE, CARATTERISTICHE E QUALITÀ PRELIMINARI DELLE MATRICI<br>AMBIENTALI INFLUENZATE DALLA PRESENZA DELL'ATTIVITÀ' ESISTENTE O PASSATA<br>SVOLTA SUL SITO..... | 94  |
| 8.3       | PERCORSI DI MIGRAZIONE DEI CONTAMINANTI .....   | 102 |
| 8.4       | VIE DI ESPOSIZIONE.....   | 103 |
| 8.5       | POTENZIALI BERSAGLI.....  | 103 |
| 9         | PIANO DI INDAGINE .....   | 104 |
| 9.1       | DIMENSIONAMENTO E UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE.....   | 104 |
| 9.2       | OPERAZIONI E MODALITÀ D'ESECUZIONE DELLE INDAGINI.....  | 105 |
| 9.2.1     | SONDAGGI.....   | 105 |
| 9.2.2     | PIEZOMETRI .....  | 106 |
| 9.3       | ATTIVITÀ SUPPLETIVE DI CANTIERE.....  | 106 |
| 9.4       | PIANO DEI CAMPIONAMENTI .....   | 107 |
| 9.4.1     | CAMPIONAMENTO SUOLO E SOTTOSUOLO .....  | 107 |
| 9.4.1.1   | MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO .....   | 107 |
| 9.4.1.1.1 | IL PRELIEVO DEI CAMPIONI.....   | 107 |
| 9.4.1.1.2 | TRATTAMENTO .....   | 108 |
| 9.4.1.1.3 | FORMAZIONE DEL CAMPIONE .....   | 108 |
| 9.4.1.1.4 | CONSERVAZIONE, IDENTIFICAZIONE E SPEDIZIONE DEI CAMPIONI.....   | 109 |
| 9.4.1.1.5 | ANALITI DA DETERMINARE.....   | 109 |
| 9.4.2     | CAMPIONAMENTO DELLE ACQUE .....   | 111 |
| 9.4.2.1   | SPURGO PRE CAMPIONAMENTO.....   | 112 |
| 9.4.2.2   | MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO.....  | 112 |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 3 di 124</b>      | <b>Rev. 0</b> |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 9.4.2.3. | ANALITI DA DETERMINARE.....                      | 114 |
| 9.4.3    | CAMPIONAMENTO TOP SOIL.....                      | 117 |
| 9.5      | <i>PIANO DELLE ANALISI CHIMICO-FISICHE</i> ..... | 118 |
| 9.5.1    | ANALISI CHIMICHE DELLE MATRICI SOLIDE.....       | 118 |
| 9.5.2    | ANALISI CHIMICHE DELLE ACQUE DI FALDA.....       | 118 |
| 9.5.3    | ANALISI CHIMICHE DEL TOP SOIL.....               | 119 |
| 9.6      | <i>ATTIVITÀ DI CONTROLLO</i> .....               | 119 |
| 10       | ELABORAZIONE E INTERPRETAZIONE DEI DATI.....     | 121 |
| 11       | SINTESI DEL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE.....   | 121 |
| 12       | ALLEGATI.....                                    | 122 |
| 13       | BIBLIOGRAFIA.....                                | 122 |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 4 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## 1 PREMESSA

Il presente piano della caratterizzazione è stato redatto a seguito dell'Ordinanza n°1 del 05/11/2019 emessa dalla Provincia Sud Sardegna ai sensi del D. Lgs. 03/04/2006 n° 152, in relazione ai superamenti delle CSC nelle acque di falda nei pozzi P1, P2 e P5 presso l'impianto di discarica gestito dalla Soc. Ecoserdiana SpA in agro del Comune di Serdiana.

La caratterizzazione ambientale di un sito è identificabile con l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito. Le attività di caratterizzazione devono essere condotte in modo tale da permettere la validazione dei risultati finali da parte delle Pubbliche Autorità in un quadro realistico e condiviso delle situazioni di contaminazione eventualmente emerse.

### 1.2 Stato dell'arte

In data **14 maggio 2018**, con la nota **prot. n. 12100** della Provincia del SUD Sardegna, è stato avviato, ai sensi dell'art.7 e ss. della Legge 241/90 e s.m.i., il procedimento volto all'individuazione del responsabile della contaminazione. Con la medesima comunicazione è stato richiesto il supporto agli enti competenti, ciascuno per gli aspetti di competenza, al fine di addivenire all'individuazione condivisa della soluzione operativa da attuare; in particolare è stato chiesto agli enti di esprimersi in merito al documento "Piano di accertamento" proposto dalla società Ecoserdiana. Tale documento è stato strutturato in analogia ad un piano di indagine preliminare con l'obiettivo di chiarire l'origine e la responsabilità della contaminazione accertata nel sito di discarica nella matrice acque sotterranee.

In data **04 giugno 2018** la Provincia del Sud Sardegna ha comunicato, con nota prot. 13888 alla soc. Ecoserdiana e per conoscenza a tutti gli enti coinvolti il consenso all'effettuazione degli interventi proposti nel "Piano di accertamento" che dovrà essere realizzato secondo le prescrizioni dell'ARPAS, trasmesse con nota del 10.05.2018. L'avvio degli interventi avviene il giorno **12 giugno 2018**.

In data **27 agosto 2018** con nota prot. **1110/19/BC** la soc. Ecoserdiana trasmette le conclusioni del "piano di accertamento" dalle quali si evince chela contaminazione riscontrata nella matrice acque sotterranee sia riconducibile alle attività di gestione rifiuti

In data **5 novembre 2019** la Provincia del Sud Sardegna emette specifica ordinanza ai sensi delle previsioni contenute nell'art. 244 del D.Lgs. 152/06.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 5 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

### 1.2.1 Iter procedimento

**marzo-aprile 2017** la società Ecoserdiana Spa presenta alla Regione Sardegna istanza di Valutazione di Impatto Ambientale relativa all'intervento denominato "Potenziamento dell'impianto di smaltimento per rifiuti speciali non pericolosi in località Su Siccusu e S'Arenaxiu" ubicato nel Comune di Serdiana (SU);

**settembre 2017** i tecnici del Dipartimento Arpas di Cagliari effettuano dei monitoraggi sulla matrice acque sotterranee (piezometro P2) del sito di discarica;

**27 ottobre 2017** Il Servizio Valutazioni Ambientali (S.V.A.) della RAS trasmette alla Ecoserdiana Spa e per conoscenza alla Provincia del Sud Sardegna, il documento redatto dal Dipartimento ARPAS di Cagliari circa i monitoraggi svolti nel sito di discarica nel mese di settembre 2017. Nel documento al punto 3.2 – Acque sotterranee viene riportato che *i potenziali impatti di queste attività sulle acque sotterranee sono dovuti principalmente alla presenza dei percolati delle discariche in esercizio e non, alla raccolta di acque reflue derivanti dai processi produttivi e dai lavaggi, nonché dai dilavamenti dei corpi discarica e delle superfici pavimentate degli impianti, su cui transitano autocarri e si movimentano i rifiuti da trattare. Allo scopo la norma prevede continui controlli sulle acque sotterranee, da effettuare su specifici piezometri adeguatamente posizionati, a monte e a valle idrologico degli impianti, col fine di mettere in evidenza eventuali variazioni negative della falda sottostante. Il gestore infatti, su questi piezometri ha l'obbligo di eseguire il monitoraggio trimestrale per alcuni parametri e annuale per una serie più ampia di inquinati. Dai risultati di queste analisi chimiche, diversamente da quanto dichiarato nella documentazione presentata, sono state rilevate alcune anomalie almeno per gli ultimi tre anni (2014/15/16). Questi superamenti riguardano il "Pozzo 2" posizionato a valle idrologico delle discariche, che raggiunge la falda alla profondità di circa 34 metri, nelle cui acque sono stati riscontrati, sia i noti superamenti dei limiti ammessi per il Manganese, sempre al di sopra dei 50 microgrammillitro (10 superamenti su 12 determinazioni), che la consistente presenza di composti organici clorurati, con concentrazioni comprese tra i 100 e 130 microgrammi/litro, non specificati singolarmente come indicato nel PMC vigente. Questi valori sono riportati nei relativi rapporti di prova presentati periodicamente dal gestore, ma nei documenti relazionali che li accompagnano non si fa mai cenno ai superamenti di cui sopra.*

*A questa verifica documentale, si integra l'attività di controllo eseguita da questo Dipartimento ARPAS nel mese di settembre 2017, durante la quale tra l'altro, il personale tecnico del Dipartimento ha prelevato il campione di acqua sotterranea del "Pozzo 2", sulla quale il laboratorio*

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 6 di 129</b>       | <b>Rev. 0</b> |

*chimico dell'ARPAS ha eseguito le determinazioni analitiche previste dal PMC, riscontrando valori fuori norma per il Mn e per diversi composti organo clorurati, che in sommatoria raggiungono il valore di 165 microgrammi/litro".*

**13 aprile 2018** il Servizio Autorizzazioni Integrate Ambientali della Provincia convoca un tavolo tecnico a cui partecipa personale di: ARPAS Dipartimento Cagliari, Ecoserdiana Spa, società AM.SAR. Srl (consulente Ecoserdiana) e personale del Servizio Bonifiche della Provincia. Nel corso dell'incontro è stato consegnato e illustrato, dai tecnici della Soc. AM.SAR. Srl, il documento "Piano di accertamento" commissionato dalla Soc. Ecoserdiana al fine di chiarire le cause che hanno provocato i superamenti di CSC riscontrati e valutare le eventuali possibili implicazioni e responsabilità attribuibili all'impianto di discarica circa gli eventi di superamento accertati;

**18 aprile 2018** la Provincia comunica, via PEC, con nota **prot. n. 9770**, alla Soc. Ecoserdiana, la necessità di provvedere all'immediata attivazione delle misure di prevenzione necessarie per impedire- limitare il diffondersi della contaminazione accertata. Tale richiesta di intervento verrà rinnovata e sollecitata formalmente alla SOC. Ecoserdiana dalla Provincia con le note: **prot. n. 10791** del 03.05.2018, **prot. 12100** del 14.05.2018, **prot. n. 13888** del 04.06.2018, **prot. 26210** del 26.10.2018. Nella stessa nota viene richiesto ad ARPAS Dipartimento di Cagliari e Direzione Scientifica, Assessorato Difesa Ambiente della R.A.S., Ispettorato Ripartimentale del C.F.V.A. e Comuni di Donori e Serdiana, un parere sulla proposta d'indagine presentata dalla Soc. Ecoserdiana nel tavolo del 13.04.2018;

**10 maggio 2018** con la nota **prot. 16075**, ARPAS Dipartimento di Cagliari trasmette il documento "Osservazioni sul "piano di accertamento" Ecoserdiana - Serdiana (SU)". Nel parere l'Agenzia propone l'attuazione di una serie di prescrizioni ad integrazione del piano proposto;

**14 maggio 2018** la Provincia comunica via PEC, con nota **prot. n. 12100**, ad ARPAS: Dipartimento di Cagliari e Direzione Scientifica, Assessorato Difesa Ambiente della R.A.S., Ispettorato Ripartimentale del C.F.V.A., Comune di Donori, Comune di Serdiana e Soc Ecoserdiana SpA, l'avvio del procedimento, ai sensi dell'art. 7 della Legge 241/90 e s.m.i. per l'individuazione del soggetto responsabile della contaminazione riscontrata con l'accertato superamento delle CSC delle acque sotterranee nel sito Ecoserdiana, come disposto dagli articoli 244 e 245 del D.Lgs 152/2006, onde poter successivamente procedere agli adempimenti di cui all'art 242 del Decreto sopra citato. Nella nota viene specificata ai Comuni di Donori e Serdiana la richiesta di fornire tutte le informazioni utili circa la presenza di vecchie discariche comunali

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 7 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

utilizzate in passato o di altre potenziali sorgenti di contaminazione presenti nel territorio di propria competenza;

**22 maggio 2018** il Comune di Serdiana, con nota **prot. n. 3904** del 22.05.2018 in riferimento alle richieste contenute nella comunicazione di avvio del procedimento di cui sopra, informa che in un'area di proprietà comunale, citato in località "S'Arenaxiu", sino al 1980 circa venivano depositati e quotidianamente bruciati i rifiuti solidi urbani prodotti nel Comune di Serdiana;

**28 maggio 2018** con la nota **prot. 11814** il Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio dell'Assessorato Regionale Difesa Ambiente, comunica che " *il piano di accertamento può essere attuato con le osservazioni- indicazioni formulate dall'ARPA Sardegna*";

**4 giugno 2018** la Provincia comunica via PEC con nota **prot. n. 13888**, alla Soc. Ecoserdiana e per conoscenza a tutti gli Enti coinvolti, il consenso alla effettuazione degli interventi proposti nel "piano di accertamento" che dovranno essere realizzati rispettando tutte le prescrizioni riportate nel documento ARPAS trasmesso il 10.05.2018;

**5 giugno 2018** con la nota **prot. 984/18/BC** la Soc. Ecoserdiana comunica l'avvio nel proprio sito, delle indagini geofisiche previste dal "piano di accertamento";

**12 giugno 2018** con la nota **prot. 1032/18/BC**, la Soc. Ecoserdiana comunica l'avvio, nel proprio sito, dei lavori che prevedono l'esecuzione dei primi 3 sondaggi previsti dal "piano di accertamento";

**12 novembre 2018** personale della Provincia effettua un sopralluogo presso il sito Ecoserdiana, in località Su Siccesu e S'Arenaxiu nel Comune di Serdiana al fine di verificare l'avvenuta attuazione delle "misure di prevenzione" richieste sulla base dei riscontri analitici che accertavano il superamento delle CSC nelle acque sotterranee prelevate dai pozzi P1, P2 e P5 facenti parte della rete di monitoraggio dei moduli dell'impianto di discarica gestito dalla società Ecoserdiana;

**21 novembre 2018** la Provincia trasmette a tutti gli enti coinvolti e alla Soc. Ecoserdiana gli esiti del sopralluogo effettuato in data 12.11.2018 dal proprio personale. Nella nota di accompagnamento al verbale viene invitata/diffidata la Soc. Ecoserdiana ad attivare entro 7 giorni dal ricevimento della comunicazione, le misure di prevenzione già richieste;

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 8 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

**28 novembre 2018** la Soc. Ecoserdiana con nota **prot. 1865/18/BC** del 27.11.2018 informa la Provincia e tutti gli enti coinvolti "che, a far data dal 26.11.2018, sono ripresi gli emungimenti con carattere di continuità e che sarà cura della scrivente trasmettere, come richiesto, copia dei documenti relativi agli smaltimenti delle acque emunte";

**21 marzo 2019** con nota **prot. 10404** del 21.03.2019 il Dipartimento ARPAS di Cagliari trasmette gli esiti delle attività istituzionali di controllo svolte dal proprio personale nel sito Ecoserdiana, in articolare, con riferimento ai piezometri P12, P12bis, P1 3 e P1 3bis, gli esiti delle determinazioni analitiche, dei relativi verbali di campionamento e sopralluogo. Dai rapporti di prova inviati per i singoli punti di campionamento si rileva che non sono conformi ai limiti della normativa vigente i parametri sotto evidenziati:

**Piezometro 12:** Nichel, Manganese, Cloruro di vinile, 1,2 dicloropropano;

**Piezometro 12bis:** Arsenico, Ferro, Nichel, Manganese, Benzene, Cloruro di vinile, 1,2 dicloropropano, 1,2 dibromoetano, 1,4 di cloro benzene;

**Piezometro 13:** Arsenico, Cobalto, Ferro, Nichel, Manganese, 1,2 dicloropropano, 1,4 diclorobenzene;

**Piezometro 13bis:** Nichel, Manganese, Benzene, Cloruro di vinile, I, I dicloroetilene, 1,2 dicloroetilene, 1,2 dicloropropano, 1,4 diclorobenzene.

**29 marzo 2019** con nota **prot. n. 9342** la Provincia comunica alla Soc. Ecoserdiana e per conoscenza a tutti gli Enti coinvolti, la necessità di porre in atto, ad integrazione delle azioni già avviate nel pozzo P2, immediate ed efficaci misure di prevenzione attraverso l'estensione del barrieramento idraulico da rendere operativo entro 5 giorni, nei piezometri P12, P12bis, P13 e P13bis;

**29 marzo 2019** con nota **prot. 474/19/BC** del 29.03.2019 la Soc. Ecoserdiana trasmette gli esiti delle determinazioni analitiche delle acque dei piezometri P12, P12bis, P13 e P13bis confermando sostanzialmente quanto trasmesso in data 21.02.2019 da ARPAS con la sola eccezione del parametro 1'4 diclorobenzene per il quale non ha rilevato superamenti delle CSC. Nella nota la società, a riscontro della richiesta della Provincia trasmessa nella medesima data circa l'estensione del barrieramento idraulico ai piezometri P12, P12bis, P13 e P13bis, chiede una proroga dei termini di attivazione delle misure di prevenzione richiesti al giorno 19.04.2019;

**04 aprile 2019** la Provincia comunica via PEC, con nota prot. n. 9876, alla Soc. Ecoserdiana e per conoscenza a tutti gli Enti coinvolti, l'accoglimento della richiesta di proroga di cui alla nota

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 9 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Ecoserdiana prot. 474/19/BC del 29.03.2019 e in merito precisa che "le azioni da attivare nei 4 piezometri dovranno essere intraprese e giustificate da dettagliata relazione tecnica/idrogeologica, da trasmettere alla Provincia e a tutti gli Enti in indirizzo entro la data del 19.04.2019";

**19 aprile 2019** viene effettuato un sopralluogo nel sito Ecoserdiana dal personale tecnico del Servizio Bonifiche della Provincia Sud Sardegna al fine di accertare lo stato dei luoghi nonché l'adempimento delle richieste, di cui alla nota del 29.03.2019, formulate in merito all'estensione delle misure di prevenzione. Nel corso dell'ispezione dei luoghi viene accertato il corretto e completo allestimento, nei 4 piezometri di nuova realizzazione, dei presidi necessari all'implementazione delle misure di prevenzione. Per ognuna delle tre stazioni, P2, P12 e P13, è stato adibito per l'accumulo delle acque emunte dai singoli piezometri un deposito temporaneo, mediante un semirimorchio cisterna;

**aprile - ottobre 2019** la società Ecoserdiana, in merito alle misure di prevenzione poste in atto nel pozzo P2 e nei piezometri P12, P12bis, P13 e P13bis, per tutti i trasporti effettuati c/o impianto di trattamento, trasmette copia dei formulari di smaltimento delle acque emunte;

**28 agosto 2019** con nota **prot. 1110/19/BC** del 27.08.2019 la Soc. Ecoserdiana trasmette le conclusioni del "Piano di accertamento". La documentazione inviata è composta da una relazione tecnica descrittiva e da 10 allegati ( A - stratigrafie, B - foto carotaggi, C - costruttivi piezometri, D- carta isopieze, E - carta isobate paleozoico, F - esiti analitici piezometri, G - carte isoconcentrazioni, I - indagine geofisica, L - prove di portata, M - rapporti di prova acque);

**29 agosto 2019** con nota **prot. n. 30606** del **29.08.2019** il Dipartimento ARPAS di Cagliari trasmette la relazione tecnica riguardante gli esiti delle attività istituzionali di controllo svolte dal proprio personale nel sito Ecoserdiana, in particolare, con riferimento ai piezometri P12, P12bis, P13 e P13bis i risultati analitici di Diossine, Furani e PCB e con riferimento ai piezometri P11, P11bis, P14bis e P17bis) gli esiti delle determinazioni analitiche. Dai rapporti di prova inviati per i singoli punti di campionamento si rileva che non sono conformi ai limiti della normativa vigente i parametri sotto evidenziati:

**Piezometro 11** : Triclorometano, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano;

**Piezometro 11 bis**: Arsenico, Ferro, Manganese, Cloruro di vinile e 1,2 dicloropropano;

**Piezometro 14 bis**: Arsenico e Manganese;

**Piezometro 17 bis**: Arsenico, Ferro e Manganese;

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 10 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Tali esiti analitici sono pressoché simili a quelli rilevabili dai rapporti di prova facenti parte della documentazione allegata alle conclusioni del "Piano di accertamento" trasmesso dalla Soc. Ecoserdiana in data 28.08.2019.

### 1.3 Amministrazioni ed Enti Competenti

Le Amministrazione ed Enti competenti nell'ambito della procedura di VIA per il rilascio di pareri, autorizzazioni, nulla-osta ed assensi per l'approvazione del documento in oggetto sono individuate nel seguente elenco:

- Regione Autonoma della Sardegna;
- ARPA Sardegna;
- Provincia del Sud - Sardegna;
- Comune di Serdiana.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO, CATASTALE E URBANISTICO

### 2.1 Inquadramento geografico

L'area su cui insistono gli impianti della Soc. Ecoserdiana S.p.A. è ubicata a nord del territorio comunale di Serdiana, in prossimità del confine Comunale di Donori, in loc. "S'Arenaxiu" e "Su Siccusu". Il settore è raggiungibile dalla SS. 387 al km 25,300. L'area di competenza degli impianti di discarica si estende su una superficie di circa 40,00 ha. L'area di concessione, confina **Fig. 2.1/A**:

- a nord con aree agricole e con un'attività di cava (cava per estrazione di materiale inerte VE.MA. S.r.l., in Comune di Donori);
- a est con aree agricole;
- a sud con aree agricole e con un'altra area di cava, su di un diverso versante morfologico; a circa 400 m a sud del confine dell'area di concessione Ecoserdiana, è presente un ex discarica del comune di Serdiana;
- ad ovest aree prevalentemente agricole, per poi a circa 1 km di distanza esserci l'area industriale di Donori.

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.com

PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccesu, Comune di Serdiana

Provincia Sud  
Sardegna

Fig. 11 di 129

Rev. 0

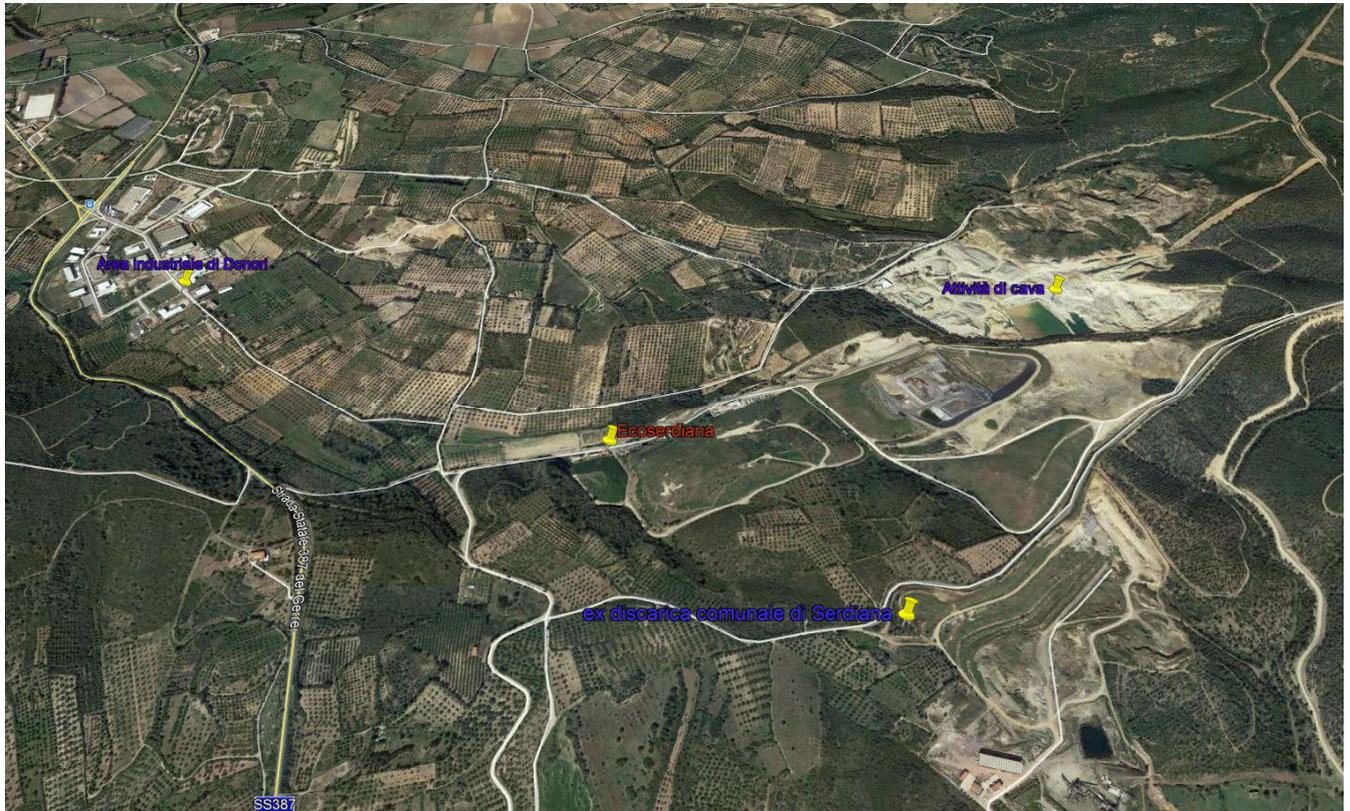


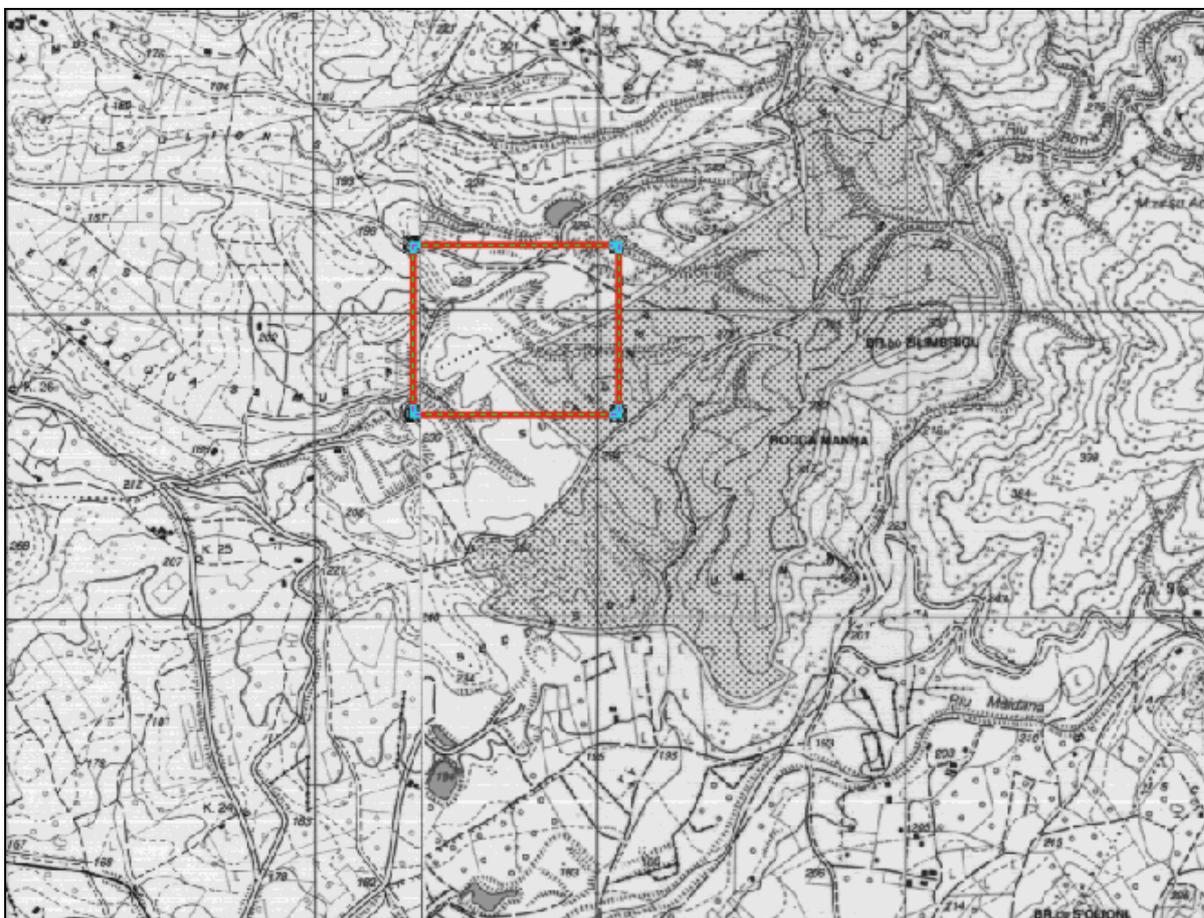
Fig. 2.1/A: Inquadramento dell'area impianto discarica Ecoserdiana e attività limitrofe

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 12 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## 2.2 Inquadramento cartografico

Nella cartografia ufficiale il sito oggetto di intervento è interamente contenuto:

- Nel foglio 548 Sez. II "San Nicolo Gerrei" e III "Donori" del IGM scala 1:25.000 **Fig. 2.2/A**;
- Nel foglio 548140 "Donori" e 548150 "Miniera di S'Ortu Becciu" Cartografia Tecnica Regionale della Sardegna CTR in scala 1:10.000
- Al foglio 11 , Mappale 2 (parte) e al Foglio 3, Mappale 12 (parte) del NCT del Comune di Serdiana in scala 1:4000 **Fig. 2.2/B**.



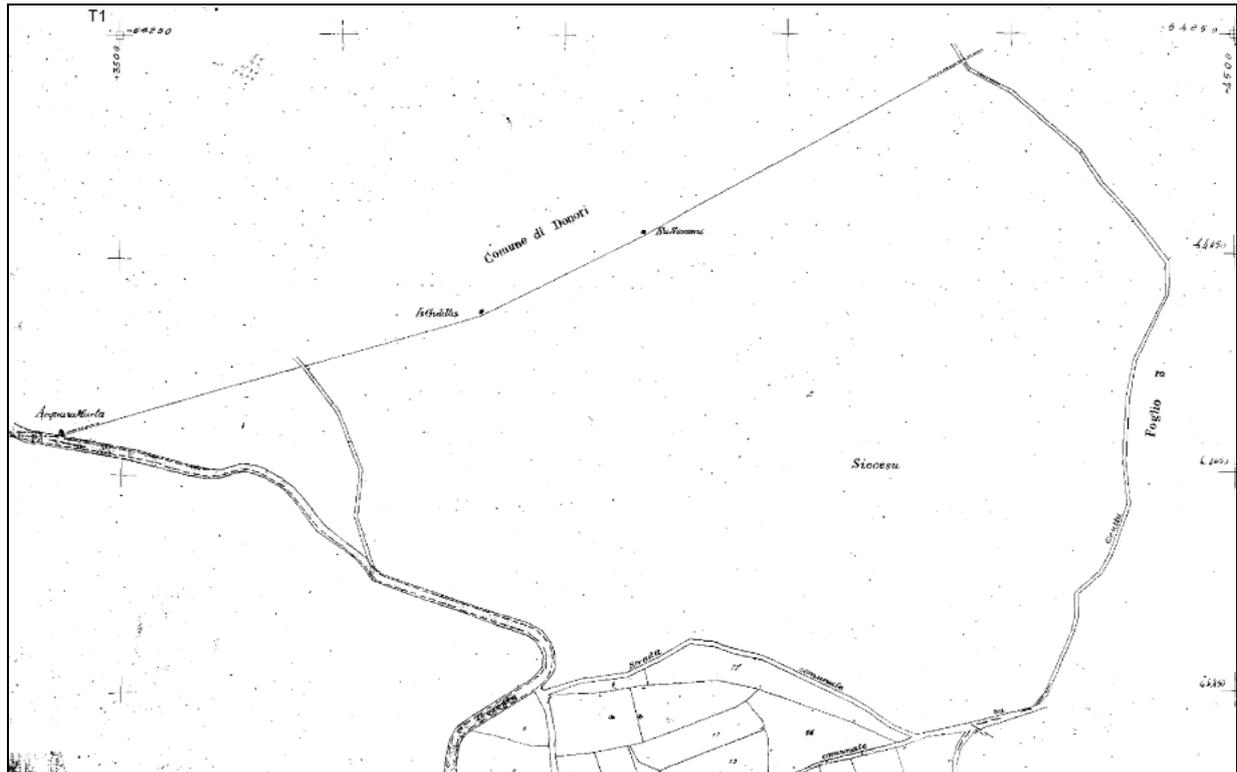
**Fig. 2.2/A:** foglio 548 Sez. II "San Nicolo Gerrei" e III "Donori" del IGM scala 1:25.000

Le coordinate baricentriche (sistema Gauss-Boaga) dell'area sono Latitudine 4663417 N - Longitudine 1514508 E.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 13 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |

### 2.3 Inquadramento catastale

Catastalmente l'area è censita al Foglio 11 – Mappale 2 (parte di Sordiana) e al Foglio 3 Mappale 12 (parte) del comune di Sordiana **Fig. 2.3/A**.



**Fig. 2.3/A:** stralcio del foglio 11 , Mappale 2 (parte) in scala 1:4000



**Fig. 2.3/C.** vista aerea dell'area di interesse da Google Earth

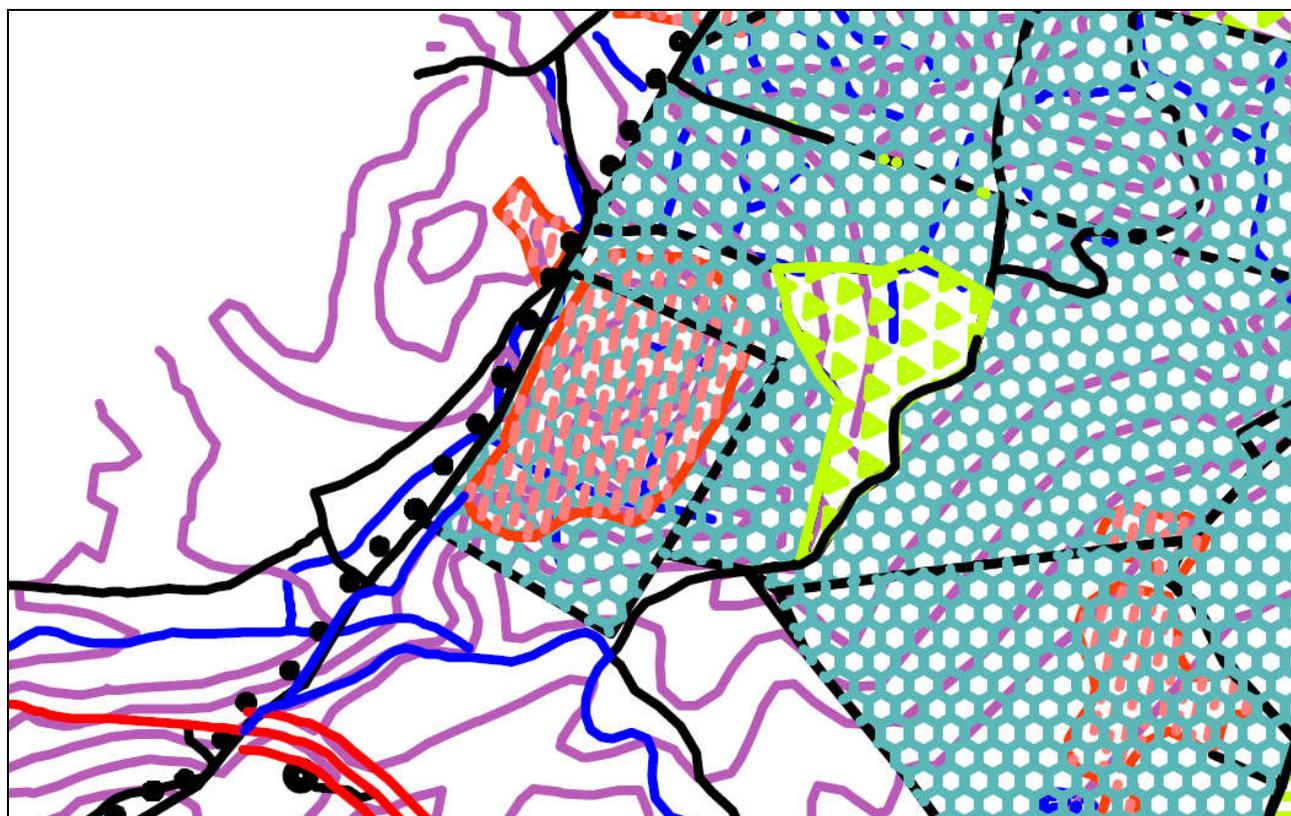
|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 14 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |

## 2.4 Inquadramento urbanistico

Le aree interessate dal presente Piano della caratterizzazione ricadono dal punto di vista amministrativo nel Comune di Serdiana (Impianto autorizzato) e Comune di Donori (Pozzi P1 e P2).

Secondo il PUC di Serdiana l'impianto è interamente contenuto in Zona D1 - Zona industriale a carattere estrattiva e discarica **Fig. 2.4/A.**

Secondo il PUC di donori i due pozzi ricadono in Zona E - Agricola, Sottozona E1 **Fig. 2.4/B.**



**Fig. 2.4/A.** inquadramento urbanistico delle aree interessate dall'impianto della Soc. Ecoserdiana - Comune di Serdiana

|   |  |                           |        |
|---|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  | Fig. 15 di 129            | Rev. 0 |

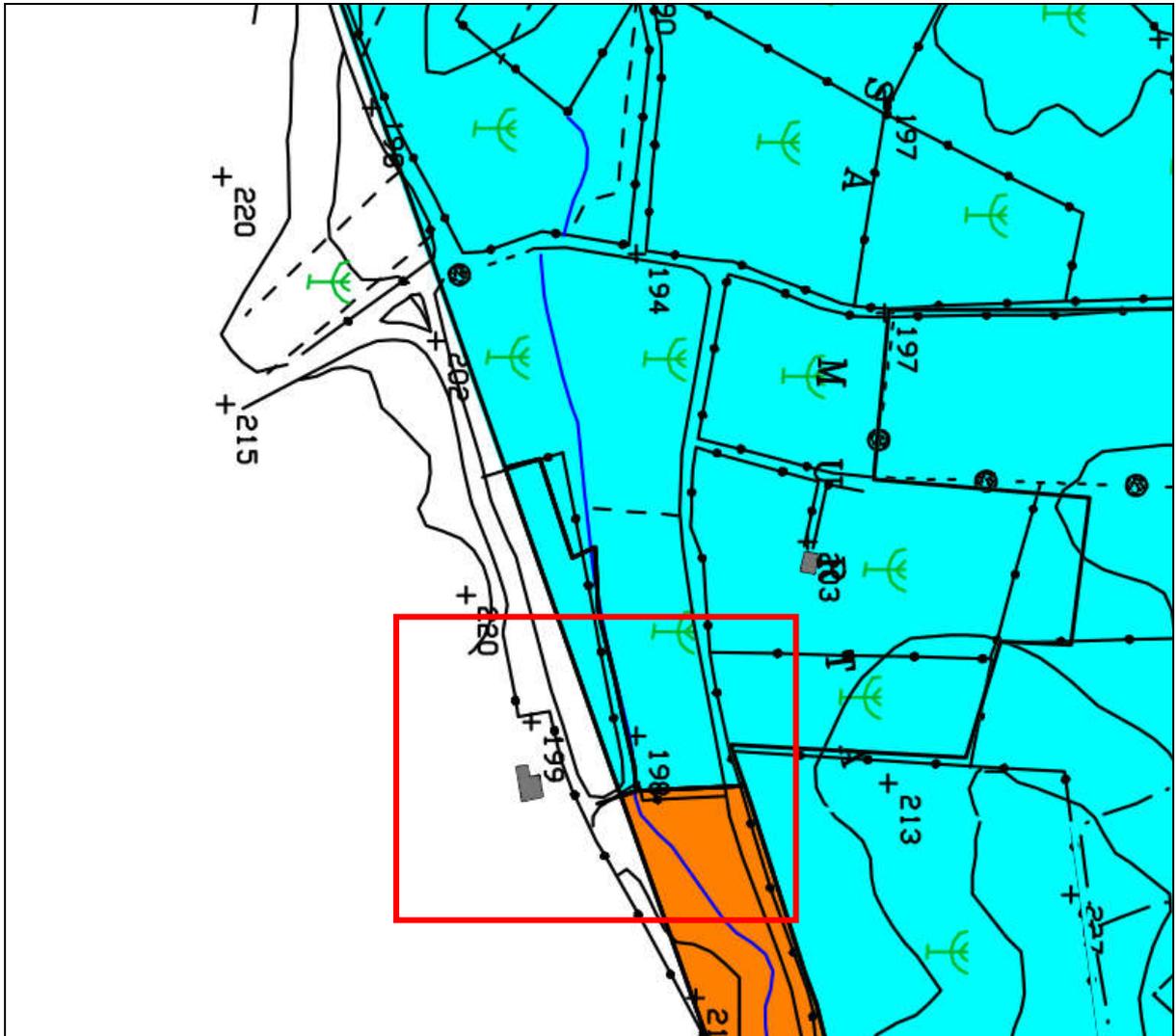


Fig. 2.4/B. inquadramento urbanistico delle aree su cui insistono i Pozzi P1 e P2 - Comune di Donori

## 2.5 Inquadramento PAI e PSFF

L'Anali della cartografia del PAI relativamente ai comuni di Serdiana e Donori non ha evidenziato, per le aree di interesse, pericolosità idraulica e/o da frana.

|   |  |                           |        |
|---|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  | Fig. 16 di 129            | Rev. 0 |

### 3 RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE SVOLTE SUL SITO

L'impianto si inserisce in un'area a morfologia collinare, in un contesto prevalentemente agricolo ma fortemente interessato da attività produttive (soprattutto cave ed anche antiche attività minerarie, a qualche chilometro di distanza).

La concessione occupa un'area complessiva di circa 40 ha. Comprende due aree di discarica principali (denominate S'Arenaxiu quella all'estremità ovest, e Su Siccusu quella nella zona centrale), a loro volta suddivise in vari moduli; è inoltre presente un'area di cava, ormai esaurita, nel settore orientale della concessione.

La suddivisione dei moduli dell'area di concessione alla Soc. Ecoserdiana S.p.A. comprende una serie di moduli di discarica esauriti ed in esercizio realizzati in Comune di Sordiana (SU), loc. "S'Arenaxiu" e "Su Siccusu" di seguito indicati nella **Fig. 3/A**



|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Modulo n. 1</b> | Modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "S'Arenaxiu"                           |
| <b>Modulo n. 2</b> | Modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "S'Arenaxiu" |
| <b>Modulo n. 3</b> | Modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccusu" |
| <b>Modulo n. 4</b> | Modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccusu" |
| <b>Modulo n. 5</b> | Modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccusu"                           |
| <b>Modulo n. 6</b> | Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccusu" in esercizio                     |

**Fig. 3/A:** Indicazioni dei moduli di discarica nell'area in concessione della Soc. Ecoserdiana S.p.A.

#### 3.1 I sistemi impiantistici esistenti e Aree di servizio ed attrezzature di uso generale

Il sistema di smaltimento di Sordiana, consta di diversi moduli di cui solo uno è attualmente in esercizio:

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 17 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

1. modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "S'Arenaxiu, con ricopertura finale realizzata secondo quanto prescritto dal D.Lgs 36/03;
2. modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "S'Arenaxiu", con ricopertura finale realizzata secondo quanto prescritto dal D. Lgs. 36/03;
3. modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccusu", con ricopertura finale realizzata secondo quanto prescritto dal D. Lgs. 36/03;
4. modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccusu";
5. modulo chiuso per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccusu", ricopertura finale realizzata secondo quanto prescritto dal D. Lgs. 36/03;
6. modulo per rifiuti non pericolosi in loc. "Su Siccusu" in esercizio.

Gli impianti di smaltimento 2, 3 e 4 sono dotati di impianto di estrazione del biogas che viene prodotto dalla fermentazione anaerobica della componente organica dei rifiuti urbani.

Il biogas estratto viene sfruttato in un impianto di produzione di energia elettrica e termica, ad alta e bassa temperatura.

L'impianto di cogenerazione, si trova a circa 2,5 km di distanza dal sito della discarica.

### **3.2 Aree di servizio e attrezzature di uso generale**

L'accesso alla discarica avviene da ovest, attraverso una strada sterrata di larghezza sufficiente per il passaggio e l'incrocio degli automezzi. Un cancello scorrevole ed un muro di recinzione proteggono la zona dell'ingresso.

Procedendo verso est lungo la strada di accesso, sulla destra subito dopo l'ingresso principale sono localizzati i locali uffici e la pesa.

Immediatamente dopo l'area pesatura, sempre sulla destra della strada di accesso, sono localizzati una piazzola di lavaggio automezzi, alcuni locali di deposito materiali ed alcune vasche parzialmente interrate. Di queste vasche, due sono utilizzate per le acque provenienti dalla piazzola di lavaggio; si tratta di vasche in cemento armato, impermeabilizzate internamente con telo in HDPE e coperte con una piastra di cemento armato.

Seguono 4 vasche scoperte, di dimensioni superiori, utilizzate per:

- accumulo delle acque di innaffiamento;
- accumulo delle acque di recupero provenienti da varie fasi della gestione dell'impianto;
- accumulo del percolato proveniente dai settori RSU della discarica S'Arenaxiu;
- accumulo del percolato proveniente da settore RSI della discarica S'Arenaxiu.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 18 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Queste vasche, parzialmente interrato, sono realizzate in cemento armato ed impermeabilizzate internamente con telo in HDPE.

Alla sinistra dell'area delle vasche, sull'altro lato della strada (e quindi immediatamente a nord delle vasche stesse), è presente la vasca di sfangaggio degli automezzi in uscita dopo lo scarico dei rifiuti, attualmente utilizzata, all'occorrenza, ad integrazione e/o sostituzione di quella presente nel modulo in esercizio.

Immediatamente dopo l'area delle vasche, sempre sul lato destro della strada di accesso, sono localizzati la torre faro e la stazione di aspirazione e di mandata del biogas verso la stazione di recupero energetico. Sono altresì presenti due combustori per la gestione del gas in eccesso e di eventuali situazioni di interruzione del servizio di trasporto. Il biogas estratto in discarica viene inviato attraverso una tubazione interrata alla stazione di recupero energetico, situata ad alcuni chilometri di distanza.

Dopo alcune decine di metri, la strada si allarga sulla destra (verso sud) in un piazzale dove è presente una struttura in cemento armato attualmente adibita ad officina. Nella stessa area sono anche installati alcuni container di servizio.

Sul lato sinistro della strada (verso nord), nella stessa area, sono localizzati:

- il piezometro di approvvigionamento dell'acqua (P5) e la relativa vasca di rilancio;
- i serbatoi di accumulo del percolato dei moduli RSU ed RSI della discarica Su Siccusu, dotati di vasche di contenimento secondario (con impermeabilizzazione in HDPE).

La strada prosegue quindi verso est in direzione dei moduli esauriti della discarica Su Siccusu e dall'ex-area di cava esaurita interna alla concessione.

### **3.3 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in Loc. "S'Arenaxiu" (modulo n.1) – Chiuso**

Il modulo è localizzato all'estremità ovest dell'area di concessione, immediatamente a sud dell'ingresso e dell'area uffici/pesa; occupa un'area di circa 0,9 ha. La volumetria autorizzata è di 132.000 m<sup>3</sup>.

Il modulo ha esaurito le volumetrie autorizzate nel mese di settembre 2012. Gli ultimi conferimenti sono avvenuti il giorno 14/09/2012.

È stata completata la copertura ai sensi del D. Lgs. 36/03 e il modulo è stato dichiarato chiuso con determinazione della Provincia di Cagliari n. 34 del 23/03/2016.

La quota di fondo scavo senza presidi è a 186,70 m s.l.m.

L'impermeabilizzazione di fondo ha la seguente stratigrafia **Fig. 3.3/A**:

- base costituita da 30 cm di argilla mista a calce;

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 19 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

- strato di 2 m di argilla;
- monitoraggio geoelettrico;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm;
- strato di 50 cm di argilla con permeabilità  $10^{-7}$  cm/s;
- secondo livello di monitoraggio geoelettrico;
- geomembrana in HDPE di spessore 2,5 mm;
- 50 cm di sabbia di protezione, in cui vengono inserite le tubazioni di raccolta del percolato.

Il sistema sopra descritto risale per circa 2-3 m lungo le pareti, con lo spessore dell'argilla che parte da uno spessore massimo di 2 m alla base sino ad uno spessore di circa 30 cm all'estremità superiore;

- oltre i 2-3 m dal fondo, sulle pareti laterali si conservano i due livelli di geomembrana in HDPE, con l'interposizione tra di essi di un materasso bentonitico.

Il percolato, per gravità, viene inviato ad un pozzo situato all'esterno del modulo e da questo alla vasca dedicata per il successivo smaltimento. Il sistema di copertura finale è stato realizzato in accordo con il D.Lgs n.36/03.

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.com

PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccusu, Comune di Serdiana

Provincia Sud  
Sardegna

Fig. 20 di 129

Rev. 0

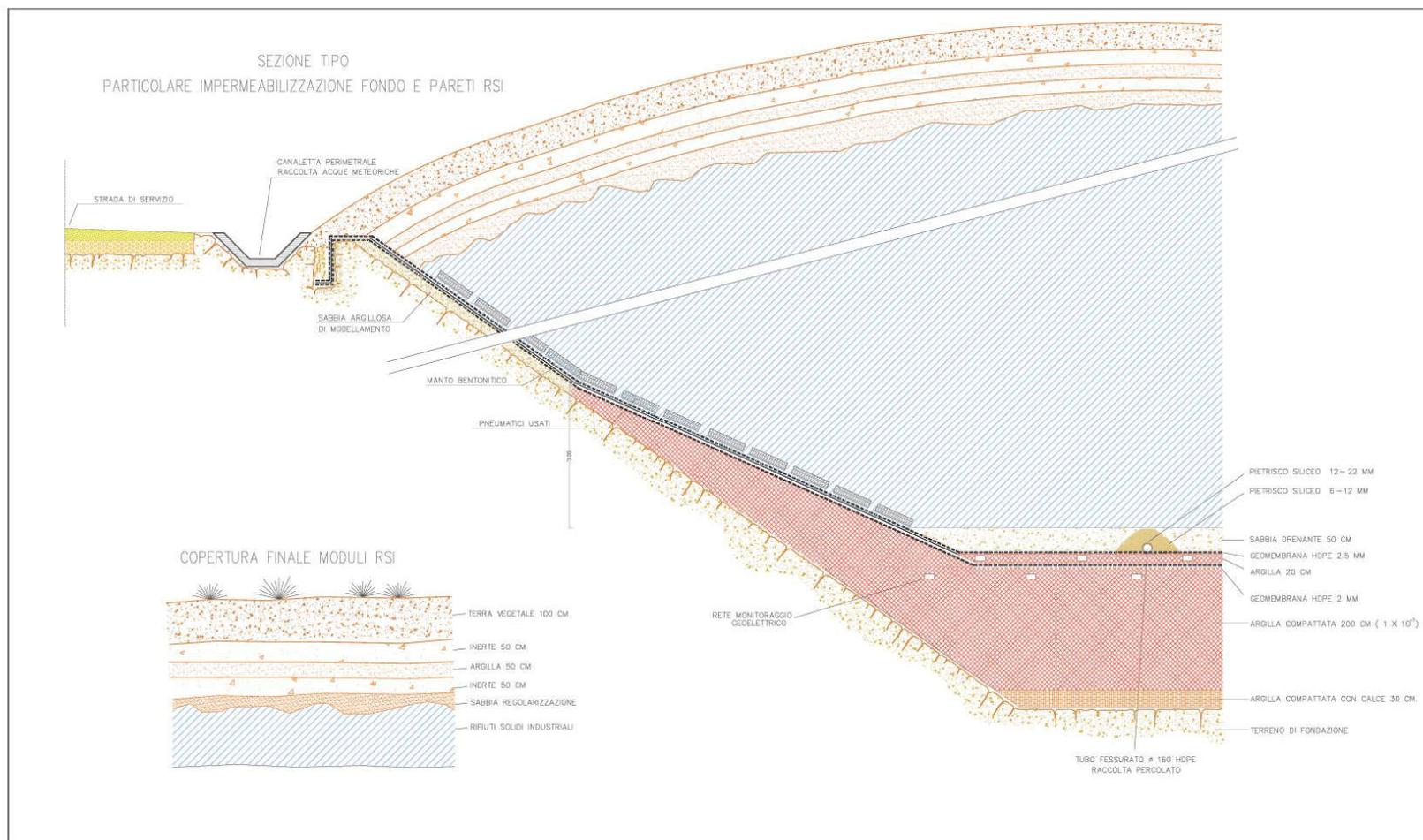


Fig. 3.3/A: sezione tipo del modulo 1

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 21 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

### **3.4 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "S'Arenaxiu" (modulo n.2) – Chiuso**

La discarica S'Arenaxiu occupa il settore ovest dell'area di concessione.

Il fondo è articolato in una serie di "sottomoduli" rettangolari di varie dimensioni.

L'intera discarica chiusa di S'Arenaxiu nel suo complesso copre un'area di circa 9 ha. Si sviluppa in parte fuori terra ed in parte sotto il piano campagna. Sul lato sud, le profondità di scavo rispetto al piano della strada perimetrale esistente sono di circa 30-35 m, queste si riducono a circa una decina di metri sul lato nord (lato strada di accesso).

La discarica ha iniziato a funzionare a metà degli anni '80 ed è rimasta in esercizio per circa 10 anni; alla fine di tale periodo, lo smaltimento è proseguito nel vicino modulo Su Siccusu (mod. 3).

Nel periodo compreso tra l'8/02/2000 ed il 31/03/2001 lo scarico dei rifiuti RSU è ripreso, previa autorizzazione regionale, nell'area in esame, approssimativamente lungo il versante ovest del cumulo; una seconda ripresa dello scarico è avvenuta tra il 28/01/2004 ed il 27/07/2004, interessando un'area circa a metà del lato sud (in post-gestione secondo il D.Lgs 36/03 dal 2008).

L'esercizio del modulo in oggetto è terminato in data 27 luglio 2004.

La gestione del post-esercizio è stata autorizzata con determinazione AIA n. 274 del 25/11/2009.

La quota di fondo scavo senza presidi è a 189,70 m s.l.m.

Il fondo dei moduli risulta così costituito:

- terreno naturale;
- 50 cm di argilla con permeabilità  $10^{-7}$  cm/s;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm;
- 30 cm di sabbia di protezione;

Sulle superfici laterali degli invasi è presente la geomembrana, che risale sino alla sommità delle pareti.

Con l'eccezione della zona ancora gestita nel 2004, che è stata adeguata a quanto richiesto dal D.Lgs n.36/03, la copertura di progetto è così costituita:

- 50 cm di argilla;
- 50 cm di terra vegetale.

Il percolato viene inviato ad idonei impianti di depurazione.

In fase di chiusura della discarica (metà anni '90), sono stati trivellati nuovi pozzi che sono attualmente utilizzati per l'estrazione del gas da inviare al recupero energetico.

Nella quota parte della discarica realizzata ai sensi del D. Lgs. 36/03 sono stati abbancati 39.000 m<sup>3</sup> di rifiuti urbani non differenziati su una superficie di 19.030 m<sup>2</sup>.

Il biogas prodotto viene estratto e inviato all'impianto di cogenerazione per la produzione di energia elettrica.

|   |  |                           |        |
|---|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  | Fg. 22 di 129             | Rev. 0 |

### **3.5 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccusu" (modulo n.3) – Chiuso**

Il modulo in oggetto è localizzato a sud est della discarica "S'Arenaxiu" ed a sud degli altri moduli fuori esercizio della discarica "Su Siccusu", ad una quota superiore rispetto a questi ultimi. Di forma approssimativamente triangolare, il suo lato sudest si localizza parallelo alla strada Comunale Sa Grutta che limita l'area di concessione a sud est. Da questa strada è separato dalla pista perimetrale, da una stretta fascia libera e dalla recinzione. L'area complessiva è di circa 4 ha. Il modulo è stato attivo dal 16/02/1996 sino al 27/01/2004 con interruzione dall'08/02/2000 al 31/03/2001, periodo in cui si è realizzato l'ampliamento e gli abbancamenti sono avvenuti nel modulo S'Arenaxiu. La gestione è avvenuta in due sottomoduli: il più grande ed il primo ad essere riempito è localizzato nella porzione ovest dell'area, mentre l'estremità est è stata l'ultima ad essere riempita, a partire dall'anno 2001. Lo smaltimento è poi proseguito in elevazione su entrambe le aree.

La quota di fondo scavo senza presidi è a 220,0 m s.l.m. nella porzione ovest; a 242,00 m s.l.m. nella porzione est.

L'impermeabilizzazione di fondo ha la seguente stratigrafia:

- strato di 1 m di argilla con permeabilità  $10^{-7}$  cm/s;
- monitoraggio geoelettrico sottotelo;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm;
- 50 cm di sabbia di protezione, in cui vengono inserite le tubazioni di raccolta del percolato.

Sulle pareti laterali, è presente una geomembrana in HDPE, sovrapposta ad un materasso bentonitico.

Nella discarica in questione sono stati abbancati 727.000 m<sup>3</sup> di rifiuti urbani non differenziati su una superficie di 36.950 m<sup>2</sup>.

L'esercizio del modulo in oggetto è terminato in data 27 gennaio 2004.

Il sistema di drenaggio del percolato sul fondo del modulo comprende tubi in gres di diametro variabile da 200 a 350 mm inseriti all'interno della sabbia di protezione. I piezometri verticali di estrazione del biogas sono impostati a partire da "barilotti" di diametro 100-120 cm. Si tratta di elementi in HDPE appoggiati sul fondo e collegati direttamente al sistema di raccolta e scarico del percolato: la loro presenza impedisce l'allagamento dei pozzi del biogas (ottimizzando l'estrazione dello stesso) e favorisce lo scarico del percolato verso il sistema di allontanamento.

Lo scarico del percolato all'esterno della vasca avviene per gravità mediante una tubazione che attraversa l'argine perimetrale e conduce ad un pozzo di servizio esterno in cemento armato. Il pozzo, profondo parecchi metri (sino ad intercettare lo scarico di fondo), presenta al suo interno un sistema per separare il percolato ed il biogas. Poiché il sistema drenante di fondo consente lo

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 23 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

scarico del percolato per gravità il biogas è stato estratto durante tutta la fase di gestione. Durante la gestione il sistema di captazione del biogas è stato integrato da pozzi e trincee superficiali; ed è stata inoltre realizzata una rete perimetrale di captazione.

Il biogas estratto viene inviato all'impianto di recupero energetico; il percolato è invece inviato per caduta verso i serbatoi di stoccaggio attraverso una tubazione interrata in HDPE.

Il modulo è in post-gestione ai sensi del D. Lgs. 36/03 dal 2008.

L'esercizio del modulo in oggetto è terminato in data 27 gennaio 2004.

La gestione del post-esercizio è stata autorizzata con determinazione R.A.S. n. 542 del 27/03/08.

### **3.6 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi dotato di impianto biogas in loc. "Su Siccusu" 180.000 mc (modulo n.4) – Chiuso**

Il modulo in oggetto è localizzato nella parte centrale della concessione, immediatamente ad est della discarica S'Arenaxiu ed a nord ed a valle del modulo RSU (mod.3).

Gli abbancamenti sono avvenuti nel seguente periodo: dal 28/07/2004 al 29/10/2005 per una volumetria autorizzata di 180.000 m<sup>3</sup>.

Di forma approssimativamente rettangolare, con asse principale allineato nord nordest - sud sudovest, la discarica copre un'area complessiva di circa 2 ha.

Il modulo è stato realizzato nel rispetto delle prescrizioni del D. Lgs 36/03.

La quota di fondo scavo senza presidi è a 215,50 m s.l.m.

Le principali caratteristiche tecniche sono quindi le seguenti:

- Impermeabilizzazione
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm;
- di fondo con la seguente stratigrafia:
- strato di 1 m di argilla con permeabilità 10<sup>-7</sup> cm/s;
- monitoraggio geoelettrico sottotelo;
- 50 cm di sabbia di protezione, in cui vengono inserite le tubazioni di raccolta del percolato;
- sulle pareti laterali, è presente una geomembrana in HDPE, sovrapposta ad un materasso bentonitico e ad uno strato di argilla.
- Il sistema di gestione del percolato sul fondo del modulo comprende tubi in gres di diametro variabile da 200 a 350 mm. I piezometri verticali di estrazione del biogas sono impostati a partire da "barilotti" di diametro 100-120 cm. Si tratta di elementi in HDPE appoggiati sul fondo e collegati direttamente al sistema di raccolta e scarico del percolato: la loro presenza impedisce l'allagamento dei pozzi del biogas (ottimizzando l'estrazione dello stesso) e favorisce lo scarico del percolato verso il sistema di allontanamento.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 24 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Lo scarico del percolato all'esterno della vasca avviene per gravità mediante una tubazione che attraversa l'argine perimetrale e conduce ad un pozzo di servizio esterno in cemento armato. Il pozzo, profondo parecchi metri (sino ad intercettare lo scarico di fondo), presenta al suo interno un sistema per separare il percolato ed il biogas. Poiché il sistema drenante di fondo consente lo scarico del percolato per gravità il biogas è stato estratto durante tutta la fase di gestione. Durante la gestione il sistema di captazione del biogas è stato integrato da pozzi e trincee superficiali; ed è stata inoltre realizzata una rete perimetrale di captazione.

Il biogas estratto viene inviato all'impianto di recupero energetico; il percolato è invece pompato verso i serbatoi di stoccaggio attraverso una tubazione interrata in HDPE.

Il modulo n. 6 si è sviluppato prevalentemente in sopraelevazione del suddetto modulo di discarica. Al termine dei lavori di realizzazione dell'ampliamento è stata richiesta agli enti competenti la dichiarazione di chiusura ai sensi del D. Lgs. 36/03 e nel febbraio 2014 il modulo è stato dichiarato chiuso con determinazione n. 14 del 01/02/2014.

### **3.7 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccesu" (modulo n.5) – Chiuso**

Il modulo in oggetto è localizzato nella parte centrale della concessione, immediatamente ad est della discarica S'Arenaxiu ed a nord ed a valle del modulo RSU (mod.3).

Di forma approssimativamente rettangolare, con asse principale allineato nord/nordest – sud/sudovest, la discarica copre un'area complessiva di circa 2,5 ha.

La quota di fondo scavo senza presidi è a 212,50 m s.l.m.

La stratigrafia di fondo è la seguente:

- strato di 1 m di argilla con permeabilità  $10^{-7}$  cm/s;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm;
- 50 cm di sabbia di protezione, in cui vengono inserite le tubazioni di raccolta del percolato;

Sulle pareti laterali, è presente una geomembrana in HDPE, sovrapposta ad un materasso bentonitico.

Gli abbancamenti sono avvenuti nel periodo: dal 16/02/1996 al 31/07/2004 per una volumetria autorizzata di 233.000 m<sup>3</sup>.

Il modulo è completato e risagomato e sulla totalità delle pareti è stata posta in opera l'intera stratigrafia di copertura secondo il D. Lgs 36/03.

Il modulo n. 6, attualmente in esercizio, autorizzato con l'autorizzazione integrata ambientale n. 65 del 21/04/2011 (modulo n. 6), si è sviluppato in addossamento del suddetto modulo di discarica.

È stata completata la copertura ai sensi del D. Lgs. 36/03 e il modulo è stato dichiarato chiuso con determinazione della Provincia di Cagliari n. 78 del 16/07/2014.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 25 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

### **3.8 Modulo per rifiuti speciali non pericolosi in loc. "Su Siccusu" modulo da 300.000 mc (modulo n.6) - In esercizio dal 17/09/2012**

Il presente modulo di discarica per rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi, ha una volumetria netta di 300.000 m<sup>3</sup>. **Fig. 3.8/A**

La sua realizzazione è stata autorizzata con la determinazione AIA n. 65 del 21/04/2011.

I lavori di realizzazione sono terminati nel mese di agosto 2012 e gli abbancamenti hanno avuto inizio il giorno 17/09/2012.

I volumi residui al 30/06/2017 sono circa 83.000 m<sup>3</sup>.

Detto modulo si sviluppa prevalentemente in sopraelevazione ed addossamento di due moduli di discarica chiusi, rispettivamente per rifiuti speciali non pericolosi (modulo n. 5 in addossamento) e RSU (modulo n. 4 in sopraelevazione), integrandosi con gli stessi. Solo in minima parte, il nuovo modulo ha interessato un'area pertinenziale adiacente ai predetti moduli, interessata in passato da pregressa attività estrattiva.

Il modulo n. 4 costituisce l'impronta prevalente (85% circa della superficie) dell'ampliamento proposto.

L'ampliamento è stato addossato verso sud-ovest al modulo n. 5, in parziale sovrapposizione del versante del cumulo.

Entrambi i moduli attualmente si sviluppano sopra il p.c. dalle quote indicative di 215-228 m s.l.m. (piste perimetrali) alla quota sommitale della colmata di m 236-238 s.l.m.

La colmata finale, a chiusura del nuovo modulo sarà alla quota di 252 m s.l.m.

Pertanto, a partire dalla conformazione morfologica attuale del sito, il nuovo modulo risulta:

- addossato verso sud-ovest all'attuale modulo per RSI;
- addossato verso sud-est ed in parte verso nord-est ad un versante derivante dalla pregressa attività estrattiva;
- confinante con piste di servizio verso nord e nord-ovest.

Al fine di descrivere in modo chiaro ed esaustivo il sistema di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde laterali, è necessario ricordare che il modulo 6 si è sviluppato:

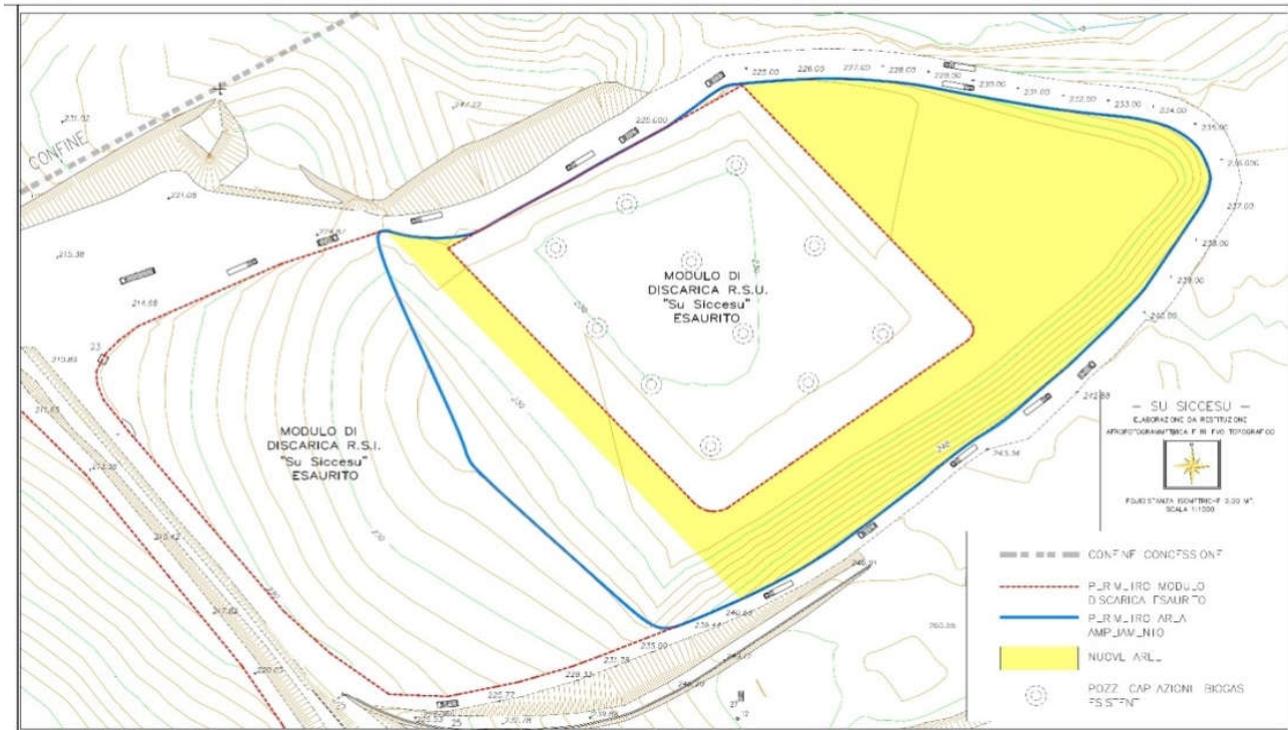
- ✓ prevalentemente sull'impronta del modulo per RSU esaurito (modulo 4);
- ✓ in parte in addossamento al modulo adiacente a nord-est per RSI esaurito (modulo 5);
- ✓ in minima parte su aree adiacenti al modulo per RSU, interessate da pregressa attività estrattiva, ma non interessate da impianti di smaltimento.

Pertanto, ai fini dell'impermeabilizzazione è necessario distinguere i tre settori, in cui il modulo è idealmente suddiviso:

A. il settore al di sopra del modulo "Su Siccusu" (mod. 4), dove sono stati smaltiti rifiuti solidi

|  |   |                        |               |
|--|---|------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud Sardegna |               |
|  |   | <b>Fig. 26 di 129</b>  | <b>Rev. 0</b> |

urbani.



**Fig. 3.8/A:** planimetria prima pianta

B. il settore al di sopra/contro il modulo “Su Siccesu” (mod. 5) esaurito dove sono stati smaltiti rifiuti industriali;

C. il settore al di sopra di nuove aree (costituite circa il 15% dell’intera superficie di ampliamento).

Nello specifico:

**A. Settore dell’ampliamento sull’impronta del modulo per RSU “Su Siccesu” (mod 4)**

In questo settore, la protezione della falda è stata ottenuta con due ordini di presidi distinti ed indipendenti:

Il primo è costituito dall’attuale fondo del modulo per RSU, formato (dal basso verso l’alto), dalla seguente successione di materiali, in conformità ai criteri riportati nel D.Lgs n.36/03

- strato di argilla compattata di spessore pari a 100 cm e permeabilità  $K= 10^{-9}$  m/s;
- monitoraggio geoelettrico sottotelo;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm;
- strato drenante in sabbia di spessore 50 cm per il posizionamento delle tubazioni di raccolta percolato.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 27 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Il secondo, costituente il fondo del nuovo modulo, è stato realizzato sullo strato di chiusura del modulo esaurito, al fine: di realizzare una netta separazione tra i rifiuti sottostanti (RSU) e quelli previsti in progetto; di migliorare le condizioni di protezione della falda; consentire una gestione separata dei percolati.

Esso è stato realizzato sullo strato di chiusura della colmata del modulo esistente ed è costituito dalla seguente stratificazione:

- strato di argilla compattata di spessore pari a 100 cm e permeabilità  $K= 10^{-9}$  m/s;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm;
- strato drenante in sabbia di spessore 50 cm per il posizionamento delle tubazioni di raccolta percolato.

Un particolare accorgimento è stato adottato per garantire l'integrità del manto in HDPE in prossimità dei piezometri di captazione del biogas esistenti, che sono stati mantenuti e prolungati attraverso il nuovo modulo.

**B. Settore dell'ampliamento sull'impronta del modulo per RSI "Su Siccusu" (mod 5)**

Nell'area in addossamento del nuovo modulo al modulo esaurito di RSI, l'impermeabilizzazione, è a sua volta costituito da due sistemi.

Il primo costituito appunto dal fondo del modulo esaurito di RSI, realizzato (partendo dal basso verso l'alto) con:

- strato di argilla compattata di spessore pari a 100 cm e permeabilità  $K= 10^{-9}$  m/s;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm.

Il secondo, costruito sulla colmata di copertura del modulo esaurito, è costituito da:

- strato di argilla compattata di spessore pari a 100 cm e permeabilità  $K= 10^{-9}$  m/s;
- geomembrana in HDPE di spessore 2 mm.

**C. Settore dell'ampliamento su nuove superfici**

Infine, per il fondo della porzione dell'ampliamento proposto ricadente su nuove superfici non interessate dall'impronta dei moduli esauriti dell'attuale impianto di discarica, è stato realizzato uno strato di argilla, con permeabilità almeno pari a  $K = 10^{-9}$  m/s e dello spessore di 200 cm.

È stato quindi posato il sistema di controllo d'integrità del manto artificiale, di seguito identificato come "rete geoelettrica" ad integrazione di quello esistente sotto il modulo per RSU.

Al di sopra è stato posato il manto artificiale in HDPE da 2 mm ed infine uno strato di circa 50 cm. di sabbia in cui sono state annegate le tubazioni in HDPE per la raccolta del percolato.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 28 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

In merito alla formazione della barriera geologica sulle sponde laterali del modulo, addossate su scarpate di terreno di fondazione, data l'impossibilità di stendere e compattare adeguatamente lo strato di argilla, si è optato per la stesura di un manto bentonitico.

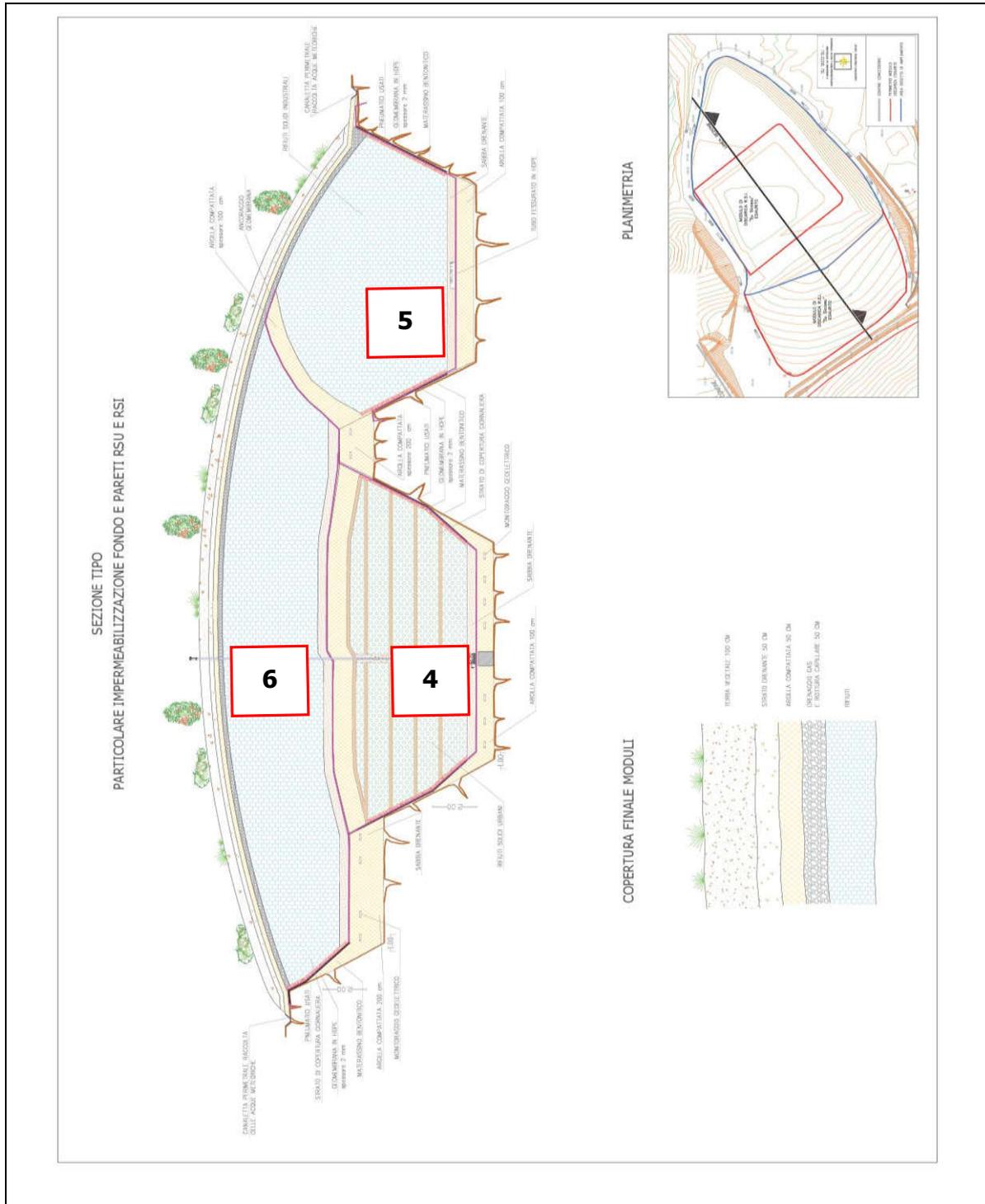
Il presidio, partendo dal terreno di base, è costituito da:

- 0,03 m di materassino bentonitico;
- 2 mm di telo in HDPE saldato a doppia pista;

Le proprietà impermeabilizzanti della bentonite sodica contenuta tra i due strati di geotessuto del manto, permettono allo stesso di raggiungere, in presenza di liquidi, una permeabilità pari o superiore (in caso di compressione del materiale) a  $10^{-11}$  m/s, garantendo quindi il raggiungimento degli standards di permeabilità prescritti dalla normativa vigente per le barriere geologiche di fondo.

La posa in opera del materassino bentonitico sulle sponde laterali è stata effettuata per srotolamento dall'alto verso il basso e stesura con sormonto di almeno 15 cm ; le parti sovrapposte del telo sono state fissate tra loro con adesivo non tossico o mediante l'uso di ferri ad U.

La geomembrana in HDPE con spessore di 2 mm accoppiata a tale presidio è stata risvoltata sui bordi superiori ed opportunamente ancorata mediante interrimento.



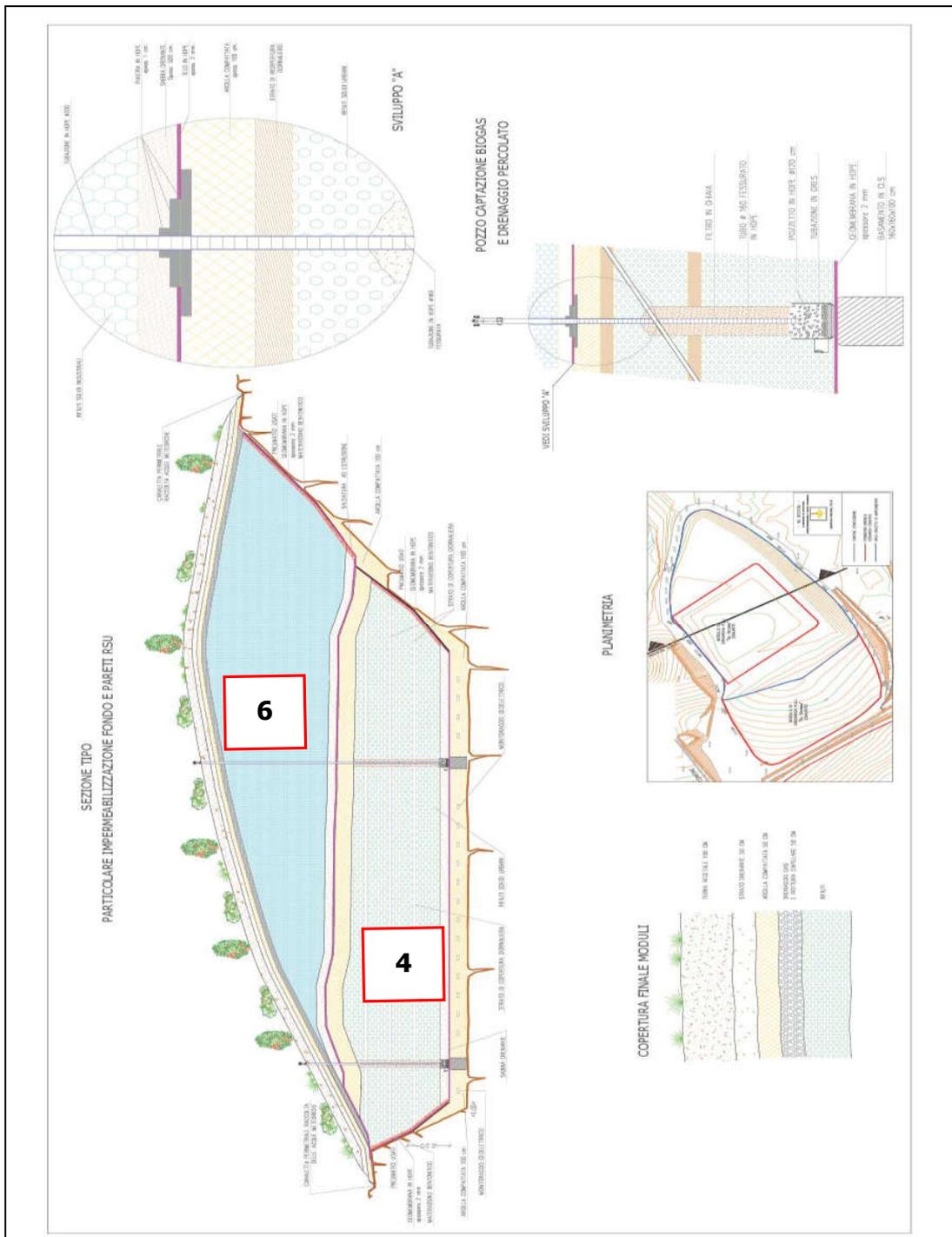


Fig. 3.8/B: sezioni moduli 4-5-6

Il sistema di raccolta del percolato è costituito da una rete di tubazioni in HDPE (diametro  $\varnothing = 200$  mm), fessurate posate in opera con andamento sub-orizzontale sul fondo del modulo, annegate all'interno di uno strato drenante in sabbia di circa 50 cm, posto a ricoprimento della geomembrana in HDPE.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 31 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Il percolato, intercettato dalle tubazioni, viene convogliato per gravità nei punti più depressi del fondo del modulo, da dove viene allontanato mediante una condotta non fessurata di convogliamento in HDPE con sviluppo sub-orizzontale, che sempre per gravità convoglia il liquido drenato ad una vasca impermeabilizzata interrata esterna alla discarica ed ubicata in prossimità dell'area servizi.

Un sistema di pompe ad aggotamento automatico provvede poi ad inviare il percolato in serbatoi pensili di deposito temporaneo fuori terra, all'interno di vasca di contenimento impermeabilizzata in HDPE per poi essere inviato ad idoneo impianto di smaltimento.

### 3.9 Ciclo produttivo

Nei paragrafi precedenti si è descritta la struttura dei moduli di discarica presenti nell'area di concessione della Soc. Ecoserdiana, per il modulo attualmente in esercizio si espongono brevemente le attività in corso e risultano le medesime che in passato si sono svolte per i moduli attualmente chiusi.

Attualmente si svolgono le seguenti attività:

- smaltimento rifiuti speciali;
- inerbimento e piantumazione dei moduli già esauriti.

#### 3.9.1 Materie prime

L'abbancamento dei rifiuti in discarica è effettuato mediante mezzi meccanici, in particolare pale, ruspe ed escavatori. L'utilizzo di questi mezzi richiede il ricorso a gasolio per autotrazione, oli lubrificanti, filtri dell'olio, dell'aria e tutti i ricambi necessari per il buon funzionamento del mezzo.

Le uniche materie prime necessarie allo svolgimento delle attività in corso pertanto risultano essere:

- olio lubrificante;
- gasolio per autotrazione;
- ricambi.

#### 3.9.2 Acqua - Approvvigionamento idrico del complesso

L'approvvigionamento idrico avviene da un pozzo trivellato (piezometro P5). L'acqua viene utilizzata sia per i servizi igienici (docce e WC) che per le attività di innaffiamento vegetazione, innaffiamento strade per limitare la polverosità, operazioni di lavaggio dei mezzi del cantiere e dei pneumatici dei mezzi conferenti all'uscita dopo il conferimento. Il consumo medio annuale di acqua è di circa 6.000 mc.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 32 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Data l'estrema variabilità del quantitativo dei rifiuti in ingresso e delle operazioni di lavaggio suddette, e data la variabilità della quantità di superficie inerbita nel corso dell'anno, non è possibile identificare e/o quantificare a priori eventuali periodi di punta.

### **3.9.3 Consumo di energia elettrica del complesso**

L'impianto è servito, per quanto riguarda il fabbisogno di energia elettrica, con cabina elettrica di proprietà, come unica utenza industriale caratterizzata da una potenza disponibile pari a 188 kW. I consumi legati a questa utenza sono dovuti essenzialmente al funzionamento aspirazione e pompaggio del biogas, al funzionamento delle pompe del sistema di raccolta di percolato, all'alimentazione delle due torri faro presenti in cantiere, nonché al riscaldamento e al condizionamento degli uffici. Nell'ultimo triennio sono stati calcolati consumi per circa 450.000 kWh/anno.

### **3.9.4 Emissioni**

#### **3.9.4.1 Emissioni in atmosfera**

Le principali emissioni convogliate presenti nell'impianto nella sua configurazione complessiva sono dovute agli scarichi delle due torce di combustione del biogas, che risultano essere presidi di emergenza e in quanto tali non risultano soggetti alla procedura autorizzatoria di cui al D.Lgs 152/06 Parte Quinta.

Le emissioni sono comunque irrilevanti visto il tempo effettivo di funzionamento delle due torce che si azionano esclusivamente in caso di fermo dell'impianto di cogenerazione, evento molto raro.

Per quanto riguarda le emissioni diffuse occorre distinguere tra l'attività in fase di esercizio e le attività ormai chiuse. L'impatto sull'atmosfera è dovuto essenzialmente alle operazioni di trasporto rifiuti e alla loro movimentazione all'interno del modulo.

Le azioni legate al trasporto causano il rilascio di inquinanti SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub>.

La diffusione di polveri è sempre legata al trasporto (sia interno sia esterno), ma soprattutto allo scarico dei rifiuti, alla loro movimentazione. infatti considerando che all'interno della discarica sia il piazzale che la strada di accesso al modulo non sono asfaltati, il maggiore impatto si ha proprio con le azioni di trasporto che avvengono all'interno.

È importante sottolineare che nell'area della discarica sono presenti due cabine di monitoraggio che analizzano in continuo la qualità dell'aria prendendo in esame i seguenti parametri chimici:

- Cabina S'Arenaxiu (mezzo mobile): H<sub>2</sub>S , NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NMHC, THC , PTS, PM10, PM2.5, PM1
- Cabina Su Siccusu (stazione 2): H<sub>2</sub>S, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NMHC, THC, PTS, PM<sub>10</sub>, PM2.5, PM1, Acido solfidrico, Dimetil-solduro, Dimetil-disolfuro, Dietil-solfuro, Metil-etil-

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 33 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

solfuro, Metil-mercaptano, Etil-mercaptano, Propil-mercaptano, n-Butil-mercaptano, i-Butil-mercaptano, terz-Butil-mercaptano, Tetraidrotiofene.

e fisici:

- temperatura, umidità, pressione atmosferica, piovosità, direzione vento.

Oltre ai parametri delle cabine, mensilmente si provvede alla verifica della qualità dell'aria mediante rilevazione chimica in n. 2 punti di prelievo lungo la direttrice principale del vento, al momento del campionamento, a monte e a valle della discarica dei seguenti parametri:

- polveri, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, Dipropil disolfuro, Benzene, Toluene, Etil Benzene, Dimetil Solfuro, Iso-propil mercaptano, fibre di amianto aerodisperse.

Per quanto riguarda la polverosità nelle strade d'accesso e all'interno della discarica si provvede giornalmente all'innaffiamento strade e piazzali nei periodi secchi e in tutti i casi in cui si ritiene necessario, ad esempio per eccessiva ventosità.

### **3.9.4.2 Emissioni in acqua**

Le acque meteoriche nel caso in esame, ai sensi di quanto previsto dall'art.113 del D. Lgs. 152/06, non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti da tale decreto.

Tali acque meteoriche possono seguire tre strade differenti:

- Ricadere direttamente all'interno dei moduli in esercizio;
- Ricadere sui moduli su cui è realizzata la ricopertura finale;
- Ricadere sui piazzali e sulle strade sterrate di servizio.

Le acque che ricadono direttamente all'interno del bacino di scarico vengono trattenute all'interno e sono smaltite come percolato.

Quelle che ricadono sui moduli coperti defluiscono seguendo il sistema di canalizzazione lungo il perimetro dei moduli, da dove è possibile effettuare delle indagini qualitative e recuperare le acque per il successivo riutilizzo.

Quelle che ricadono della viabilità bianca di servizio defluiscono naturalmente verso vie morfologicamente preferenziali.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 34 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## **4 ELABORAZIONE DEL PIANO DI INVESTIGAZIONE INIZIALE E DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE**

### **4.1 Inquadramento geologico**

Dal punto di vista geologico l'area vasta è caratterizzata dall'affioramento di rocce cristalline e metamorfiche del basamento paleozoico e delle coperture sedimentarie terrigene ascrivibili alla trasgressione miocenica, nonché dalla presenza di depositi detritici quaternari, per lo più di origine fluviale, di esiguo spessore.

La trasgressione miocenica si è attuata su un substrato morfologicamente molto evoluto costituito, nell'area in esame, da terreni paleozoici. Questi ultimi, rappresentati da scisti arenacei e argilloscisti, più o meno metamorfosati, e dai graniti a grana medio-fine, interessati da manifestazioni filoniane prevalentemente aplitiche e talora porfiriche, affiorano in tutto il settore orientale dell'area, a est dell'allineamento M. S. Barbara, Rocca Manna, Costa Montenou. Il basamento scistoso affiora inoltre a sud di Donori (Monti Trexenta). Piccoli affioramenti di granito si rinvencono sul fianco destro del Rio Xidillis, a quote intorno a 200 m. Ciò indica che, con tutta probabilità, gran parte dell'area a est di Donori sulla quale poggiano i terreni trasgressivi, è costituita da rocce granitiche.

La serie miocenica, che evidenzia il passaggio da un ambiente fluvio-continentale a fluvio-litorale a marino, poggia sui depositi clastici della formazione di Ussana, ed è caratterizzata da distribuzione e spessore che appaiono controllati dalla complessa morfologia del basamento, in relazione all'assetto tettonico-strutturale che andava delineandosi per effetto del rifting oligomiocenico.

La formazione, che non affiora diffusamente nell'area di studio tranne due piccole aree per altro non segnalate in bibliografia, è costituita da brecce e conglomerati ben cementati eterometrici, con clasti di diametro compreso tra pochi centimetri e qualche metro, immersi in una matrice arenaceo-argillosa. Questa unità appare inoltre strettamente legata al basamento riflettendo perfettamente la natura litologica. Tali litotipi che, verso l'alto, passano a conglomerati e ghiaie a matrice arenacea con sabbie ben addensate in orizzonti e livelli lenticolari, con spessori superiori al metro, affiorano con continuità nell'area compresa tra il Rio Coxinas e la dorsale di P.ta s'Acqua de sa Murta e, a sud di quest'ultima, in una ristretta fascia allungata in senso est-ovest.

In eteropia con i litotipi appena descritti si rinvencono, per uno spessore di ca. 40-50 m, alternanze di livelli, ad andamento spesso lenticolare, di ghiaie e sabbie, talora con ciottoli, per lo più ben addensate, conglomerati debolmente cementati, sabbie argillose e arenarie a matrice marnosa.

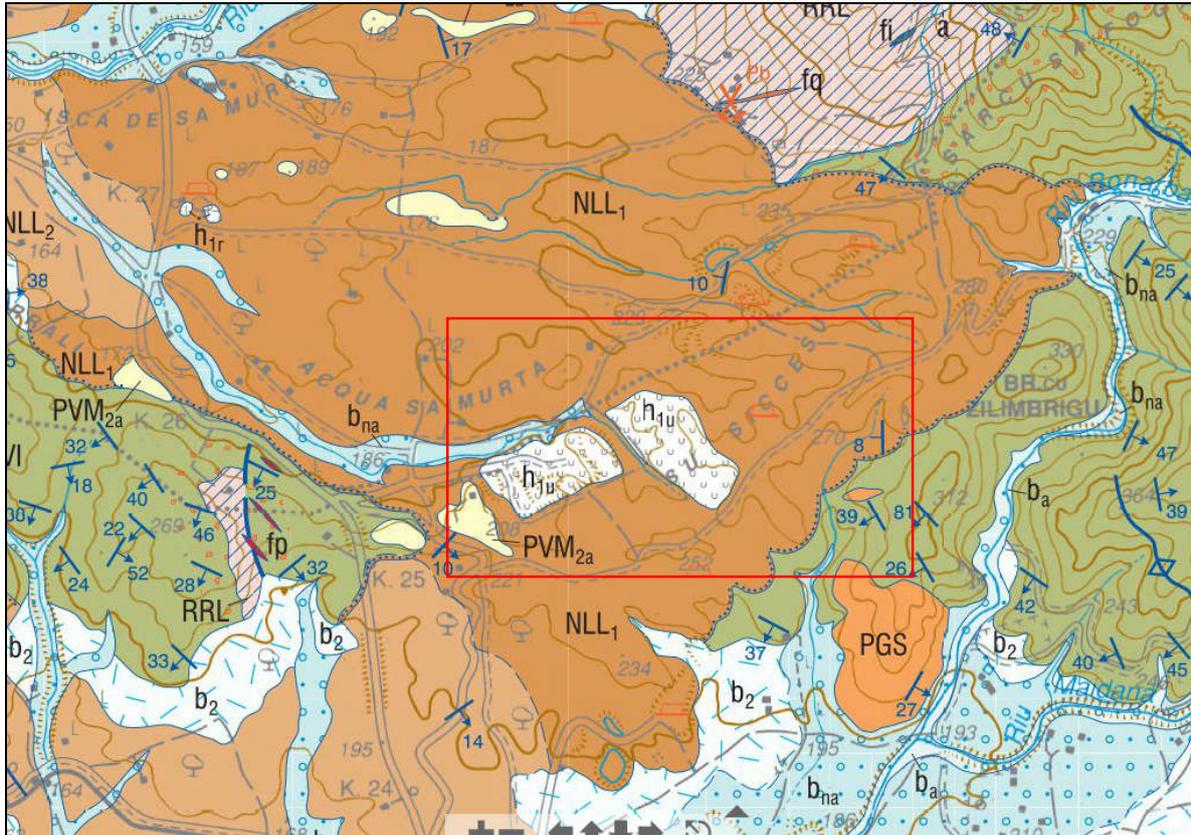
|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 35 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Lo spessore dei sedimenti terrigeni, per quanto vario in relazione alla irregolarità del substrato, nell'area più prossima ai rilievi, come risulta dai sondaggi eseguiti nell'area risulta stimabile intorno a 70 cm circa. Le coperture quaternarie sono costituite prevalentemente da alluvioni antiche (Pleistocene) ghiaiose con matrice limo-argillosa rossastra, rilevabili a NE di Donori e a sud dei Monti Trexenta (tra la linea ferroviaria e il Rio Bonarba) ove formano ampie superfici terrazzate. Queste, talora, sono parzialmente ricoperte dai depositi alluvionali recenti e attuali di modesto spessore che si riscontrano lungo i principali corsi d'acqua (Rio Coxinas, Rio Bonarba, Rio Flumineddu). Si tratta in prevalenza di ghiaie e sabbie; localmente si rilevano sabbie limose, soprattutto lungo i corsi d'acqua a bassa energia (ad esempio Rio Guardias, affluente di destra del Rio Bonarba). Alcuni depositi costituiti da ciottoli eterometrici in matrice sabbioso-argillosa, fortemente arrossati, si rinvencono con spessori da pochi decimetri a qualche metro sui rilievi che costituiscono lo spartiacque congiungente P.ta s'Acqua de sa Murta e Genna Altas. Analoghe caratteristiche mostrano i detriti che si osservano sul versante meridionale dei M.ti Trexenta.

#### 4.1.1 Geologia del settore

Nel settore **Fig. 4.1.1/A** in esame affiorano litotipi appartenenti a Paleozoico, Mesozoico e Quaternario. I primi occupano il settore sud-orientale, i secondi quello nord-occidentale e gli ultimi il settore centrale.

|  |   |                        |        |
|--|---|------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud Sardegna |        |
|  |   | Fig. 36 di 129         | Rev. 0 |



**Fig. 4.1.1/A:** stralcio della carta geologica Foglio 548 Senorbi

Nello specifico dall'alto verso il basso si individuano:

#### DEPOSITI OLOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE

- Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati (a).
- Depositi alluvionali (b).
- Depositi alluvionali terrazzati (bn).

#### DEPOSITI PLEISTOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE

- Litofacies nel Subsistema di Su Gologone (SINTEMA DI OROSEI). Ghiaie e sabbie alluvionali (ORS2a).

#### SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MESOZOICA DELLA SARDEGNA CENTRO-ORIENTALE

- **FORMAZIONE DI MONTE BARDIA.** Biocalcarenitici/calciruditi (grainstone, rudstone) ad alghe e foraminiferi, calcari oolitici (grainstone e rudstone oolitici). Subordinati calcari bioclastici

|  |  |                                   |               |
|--|--|-----------------------------------|---------------|
| <p>COMMITTENTE</p>  <p>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br/>- Cagliari<br/>Tel. 070 2116300 -<br/>Fax 070 2116380 -<br/>info@ecoserdiana.com</p> | <p>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE<br/>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br/>ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -<br/>Su Siccusu, Comune di Sordiana</p> | <p>Provincia Sud<br/>Sardegna</p> |               |
|  |  | <p>Fg. 37 di 129</p>              | <p>Rev. 0</p> |

(grainstone, rudstone) associati a piccole biocostruzioni (a esacoralli, idrozoi, diceratidi), calcilutiti e calcari marnosi bioturbati (BRD). MALM SUP. - CRETACICO INF.

COMPLESSO METAMORFICO DI MEDIO GRADO

- FILLADI DI LULA. Filladi, filladi carboniose, quarziti con subordinate metarenarie quarzoso-micacee (LUL) .- ?CAMBRIANO-?CARBONIFERO –

## 4.2 Inquadramento idrogeologico

Nell'area in esame sono state individuate delle Unità idrogeologiche, caratterizzate dal fatto che ciascuna raggruppa litotipi affioranti aventi comportamento idrogeologico omogeneo e caratteristiche di permeabilità similari.

### - Unità del “Basamento scistoso”

E' costituito da metarenarie e metasiltiti, intensamente tettonizzate e fratturate che affiorano al margine orientale ed in una stretta fascia nel settore centrale dell'area. In prossimità del sito dell'impianto, si rinviene a 75 m di profondità e si immerge verso WNW.

Questi litotipi costituiscono il letto impermeabile dell'acquifero infatti, sebbene intensamente fratturati, hanno una bassa permeabilità per fessurazione ( $K = 1 \times 10^{-7}$  cm/sec) poiché vi è presenza di materiali fini che riempiono le discontinuità.

### - Unità del “Basamento granitico”

Affiora nel settore nord-orientale e settentrionale dell'area, si tratta in prevalenza di graniti a grana medio-fine fortemente fratturati e spesso interessati da filoni. I graniti si presentano fratturati e ricoperti da una coltre di materiali di alterazione, queste caratteristiche conferiscono alla roccia un grado di permeabilità medio sino a profondità localmente non trascurabili.

Si può ritenere pertanto che essi costituiscono aree di assorbimento delle acque meteoriche e di ricarica degli acquiferi.

### - Unità della “Formazione di Ussana”

Contiene l'acquifero principale della zona e risulta costituita da una successione di conglomerati grossolani ben cementati e fratturati, ghiaie e clasti granitici con matrice arenaceo-argillosa e breccie. La Formazione presenta una permeabilità primaria di insieme da media ad elevata; i frequenti livelli conglomeratici presenti, sono caratterizzati da una elevata permeabilità secondaria in corrispondenza delle zone fratturate e fagliate. Le prove di permeabilità in sito hanno dato valori di permeabilità compresi tra  $1 \times 10^{-3}$  e  $1 \times 10^{-2}$  cm/sec.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 38 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

L'unità poggia in discordanza sul basamento scistoso-cristallino.

#### **- Unità del “Complesso miocenico”**

Si tratta di alternanze di sedimenti terrigeni costituiti da conglomerati debolmente cementati, sabbie da grossolane a fini ben addensate e ghiaie fini. Le aree di affioramento corrispondono alla zona di alimentazione diretta dell'acquifero, gli orizzonti a granulometria più fine localmente possono costituire la base di falde contenute nelle alluvioni recenti. In eteropia con tali sedimenti è presente una successione di livelli più o meno lenticolari di sabbie e ghiaie con argilla, sabbie grossolane con ciottoli per lo più ben addensate e arenarie a matrice marnosa debolmente cementate.

Le coperture detritiche pedogenizzati sono poco permeabili e limitano l'infiltrazione delle acque meteoriche le quali tendono a scorrere in superficie.

Il complesso miocenico viste le notevoli variazioni delle caratteristiche granulometriche, del grado di cementazione e del contenuto in matrice fine, sono caratterizzati da un grado di permeabilità medio e spesso risultano sede di falde in pressione. Prove di permeabilità in piezometro hanno fornito valori di permeabilità compresi tra  $1 \times 10^{-4}$  e  $1 \times 10^{-3}$  cm/sec.

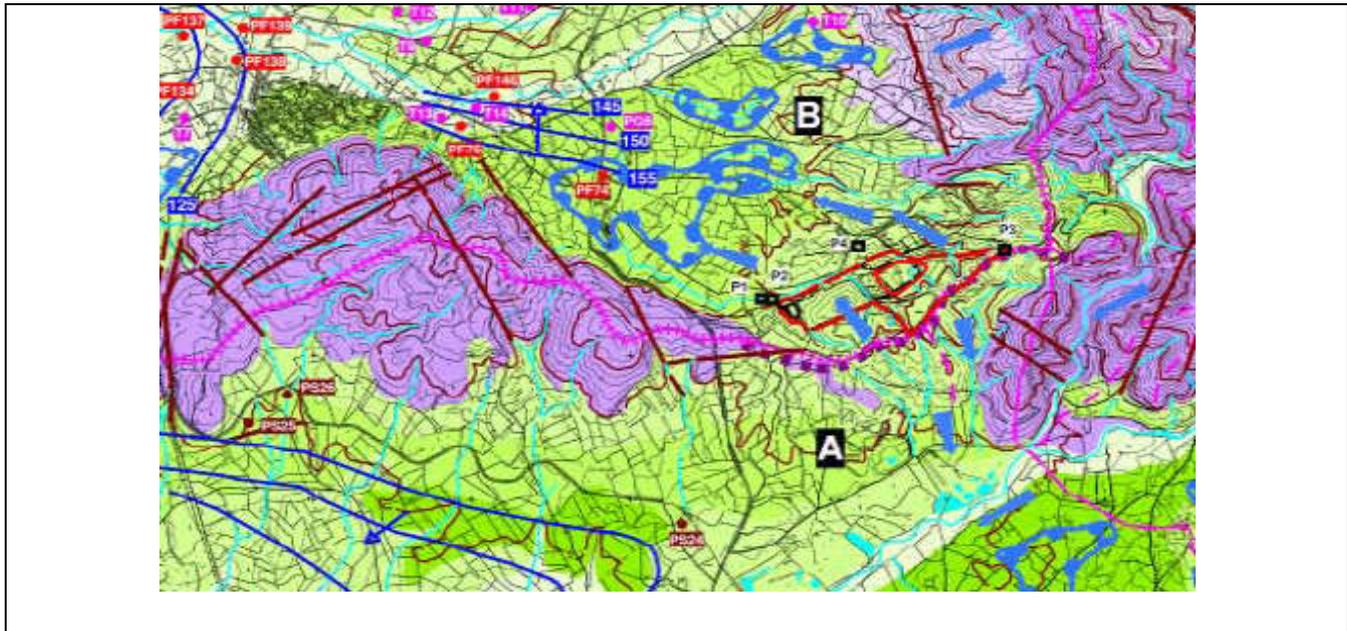
#### **- Unità delle “Alluvioni antiche”**

Sono costituite prevalentemente da ghiaie e sabbie con matrice limo-argillosa rossastra. Date le caratteristiche granulometriche abbastanza eterogenee, le alluvioni antiche hanno valori di permeabilità per porosità medi.

#### **- Unità delle “Alluvioni recenti ed attuali”**

Sono costituite da ghiaie poligeniche e sabbie, raggiungono spessori massimi di 10 m nelle zone in alveo. Entro questi livelli è contenuta la falda freatica il cui livello statico, si attesta intorno a 2 – 5 metri di profondità. Le alluvioni recenti ed attuali hanno valori di permeabilità per porosità medio-alti.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 39 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |



**Fig. 4.2/A** "A" - bacino idrogeologico di Donori

"B" - bacino idrogeologico di Dolianova-Serdiana

### **Serie idrogeologica locale**

La serie idrogeologica locale, è caratterizzata dalla presenza del basamento scistoso sul quale poggiano in discordanza i terreni conglomeratici e arenaceo-marnosi della trasgressione miocenica. Si tratta di terreni a media permeabilità, l'anisotropia e l'eterogeneità della formazione miocenica danno luogo a valori di permeabilità non costanti. Si evidenzia che la presenza di orizzonti e lenti di terreni a granulometria fine, ostacola il flusso verticale verso la falda.

L'area oggetto di studio s'inquadra nell'ambito delle formazioni terziarie che orlano il bordo meridionale del massiccio paleozoico del Sarrabus. Si tratta di sedimenti alluvionali depositati in ambiente marino costiero con i quali ha inizio la trasgressione terziaria; la granulometria prevalente è quella delle sabbie mentre le ghiaie hanno diffusione episodica e giacitura lenticolare. La composizione litologica corrisponde a quella delle rocce più resistenti allora esistenti nel massiccio del Sarrabus dal cui smantellamento le sabbie e le ghiaie provengono e cioè: porfidi riolitici, graniti, liditi, metaquartziti e cornubianiti, in generale.

Si tratta, in generale, di sabbie e sabbie ciottolose addensate con la consistenza di arenarie e arenarie conglomeratiche. Il fuso granulometrico è chiuso per la presenza di una discreta frazione fine con funzione anche di legante.

Legata alla composizione e struttura delle alluvioni è la permeabilità delle stesse la quale, in generale, è bassa, come dimostra il ristagno prolungato delle acque piovane su superfici di

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 40 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

sbancamento. In particolare, l'area in esame ricade nel bacino idrogeologico di Donori (vedi Figura 8: "B" - bacino idrogeologico di Dolianova-Serdiana), delimitato dallo spartiacque sotterraneo che decorre tra P.ta S'Acqua de sa Murta e Rocca Manna, poco a sud dello spartiacque idrografico.

A seguito di prove di permeabilità di tipo Le Franc, eseguite durante la realizzazione di sondaggi, sono stati rilevati i seguenti valori di permeabilità in corrispondenza delle varie litologie attraversate:

| Litologie   | Permeabilità (m/sec)                      |
|---|---|
| Ghiaie addensate con sabbia e argilla, sabbie argillose ben addensate, arenarie debolmente cementate a matrice marnosa. | $1,6 \times 10^{-6} - 9,1 \times 10^{-6}$ |
| Sabbie grossolane e medie, limo-argillose   | $1,0 \times 10^{-5} - 1,7 \times 10^{-5}$ |
| Sabbie ben addensate  | $1,4 \times 10^{-4}$                      |

### 4.3 Inquadramento geomorfologico

Il territorio si presenta morfologicamente condizionato dalle litologie presenti, dalle attività tettoniche succedutesi e dall'azione modellatrice dovuta all'opera dell'uomo. Morfologicamente si individuano dei rilievi lungo il settore nord-orientale aventi quote tra 400 e 600 m orientati NW-SE che si collegano alle pianure, e rilievi minori nel settore occidentale che raggiungono quote comprese tra 200 e 300 m.

Lo spartiacque principale dell'area è quello che delimita il bacino idrografico del Rio Coxinas a nord e del Rio Bonarba a sud. Esso si sviluppa da W verso E tra i rilievi di Monte Su Zurru, P.ta s'Acqua de sa Murta, Su Suergiu e Genna Altas.

Il reticolo idrografico risulta delineato, con valli a "V" fortemente incise sulle rocce del basamento; valli moderatamente incise, con fondo concavo o piatto, caratterizzano le aree collinari situate a occidente dei rilievi metamorfici. Alvei particolarmente ampi con più ordini di terrazzi alluvionali, attraversano le piane di Donori e di Dolianova.

L'attuale assetto geomorfologico dell'area è il risultato di più cicli di modellamento, legati a condizioni climatiche diverse, che si sono originati attraverso processi di sedimentazione e di erosione. Rilievi collinari ondulati, a moderata acclività, sono modellati su rocce scistose e granitiche del basamento paleozoico e caratterizzano gran parte del settore centro-orientale del territorio in esame, dove peraltro si riscontrano le cime più elevate (M. Su Zurru, P.ta s'Acqua de sa Murta, M. Acutzu, Sa Perda Sezzia).

Più sistemi di fratture guidano, infine, nell'ambito dei rilievi cristallini e metamorfici, lo sviluppo del reticolo idrografico.

|  |  |                                   |               |
|--|--|-----------------------------------|---------------|
| <p>COMMITTENTE</p>  <p>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br/>- Cagliari<br/>Tel. 070 2116300 -<br/>Fax 070 2116380 -<br/>info@ecoserdiana.com</p> | <p>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE<br/>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br/>ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -<br/>Su Siccusu, Comune di Sordiana</p> | <p>Provincia Sud<br/>Sardegna</p> |               |
|  |  | <p>Fg. 41 di 129</p>              | <p>Rev. 0</p> |

La disposizione dei rilievi paleozoici permette di ipotizzare che la conformazione morfologica del substrato roccioso, al di sotto delle coperture sedimentarie, è caratterizzata da lineamenti geomorfologici (depressioni vallive e rilievi) analoghi a quelli di superficie.

Si rileva che notevole è l'azione modellatrice dovuta all'opera dell'uomo che interessa tutta l'area sede dell'impianto di smaltimento ed anche quella circostante poiché oggetto di numerose e importanti attività estrattive che hanno parzialmente obliterato l'assetto morfologico originale della zona. Nell'area dell'impianto le parti scavate per l'attività di cava sono state recuperate per lo smaltimento dei rifiuti in moduli autorizzati; nelle aree circostanti sono ancora visibili colline interessate da scavi di notevole entità e con la formazione sul fondo della coltivazione di laghi probabilmente dovuti all'emersione della falda. Pertanto si osservano scavi aperti e aree prive di ripristini ambientali che causano una notevole alterazione della morfologia locale.

Nello specifico, l'area in cui ricade l'impianto di Ecoserdiana ha una morfologia collinare con quote intorno a 200 –250 m s.l.m., è ricompresa nel bacino idrografico del Riu Coxinas che defluisce verso il Riu Mannu che a sua volta si immette nel Flumini Mannu avente recapito finale lo Stagno di Santa Gilla.

## 5 INDAGINI CONDOTTE NELLE VARIE MATRICI AMBIENTALI (PIANO DI ACCERTAMENTO)

### 5.1 Obiettivi del Piano di Accertamento

Il Piano di Accertamento aveva come obiettivo generale quello di “**chiare le cause che hanno causato i superamenti delle CSC riscontrati nei pozzi piezometri P1, P2 e P5 e valutare le eventuali possibili implicazioni e responsabilità attribuibili all'impianto di discarica**”, attraverso una serie di azioni/interventi, da effettuare in tutta l'area della discarica, di seguito riportate:

1. Acquisizione di tutte le informazioni utili alla ricostruzione stratigrafia del terreni su cui insistono i moduli della discarica;
2. Verifica della presenza di una falda superficiale libera;
3. Ricostruzione dell'assetto idrogeologico del settore in termini del numero di falde presenti e loro grado di confinamento;
4. Prelievo di campioni d'acqua da sottoporre ad analisi chimiche per la caratterizzazione chimica delle acque ed in particolare accertare l'eventuale presenza di clorurati e in caso affermativo il superamento delle CSC;
5. Ricostruzione dell'andamento dei deflussi e le direzioni di ricarica per le falde rinvenute in fase esecutiva.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 42 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Quanto sopra in ottemperanza a quanto prescritto dal Servizio S.V.A. dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente con nota prot. n°13364 del 14/06/2018.

Il piano di accertamento prevedeva l'effettuazione delle indagini attraverso l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo da attrezzare poi a pozzi/piezometri.

Tale approccio metodologico è stato modificato, come comunicato con le note **prot. n° 1038/18/BC** del 13/06/2018 e **prot. n°1236/18/BC** del 18/07/2018, in conseguenza della natura dei litotipi da investigare.

In sintesi il piano iniziale è stato modificato nel numero di pozzi e nella modalità di esecuzione come di seguito descritto:

- A. Esecuzione di un sondaggio a distruzione di nucleo finalizzato al rinvenimento di eventuali falde superficiali. Successivo allestimento a piezometro;
- B. Esecuzione di carotaggio continuo a rotazione fino al raggiungimento del basamento paleozoico e successivo allestimento a piezometro.

A seguito delle difficoltà operative riscontrate per l'esecuzione del sondaggio P10 a carotaggio continuo e il prolungarsi dei tempi di esecuzione dell'intero piano di accertamento si è deciso di abbandonare la tecnica a carotaggio a favore di quella a distruzione di nucleo nei Pozzi P15 e P16.

Alla ripresa delle attività di accertamento, nella Fase II, a seguito della comunicazione ARPAS, le modalità esecutive dei pozzi previsti sono state ricondotte a quelle inizialmente previste con esecuzione dei pozzi profondi a carotaggio continuo fermo restando la tecnica a distruzione di nucleo per quelli superficiali.

Sempre in questa fase la società Ecoserdiana ha proposto la realizzazione di un ulteriore piezometro (P17) da realizzarsi in corrispondenza del settore sud ovest dell'impianto. Tale richiesta, condivisa dagli enti, è nata dalla necessità di acquisire informazioni sulla soggiacenza della falda tale da consentire la completa copertura dell'area dell'impianto in relazione al modello idrogeologico.

## **5.2 Attuazione del Piano di Accertamento**

Nel presente capitolo vengono descritte le attività svolte e i risultati ottenuti.

### **5.2.1 Indagine geofisica**

L'indagine geognostica precedentemente descritta è stata implementata con l'esecuzione di un'indagine geofisica finalizzate a:

- stimare la profondità del basamento paleozoico, con particolare riguardo per la porzione al limite nord-occidentale della discarica;

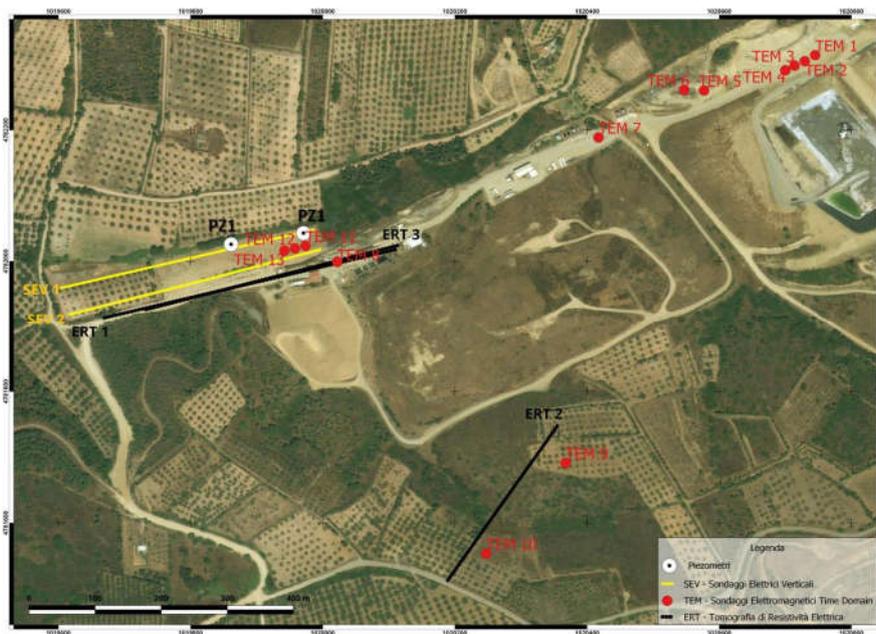
|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 43 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |

- stimare la profondità del tetto della falda acquifera e dell'eventuale presenza di strati impermeabili;
- verificare l'eventuale presenza di percolato tra il corpo di discarica e i due pozzi P1 e P2 esterni alla stessa, nei quali si è riscontrato il superamento delle CSC di alcuni parametri.

Per le attività di indagine sono state utilizzate le seguenti metodologie:

- metodo elettromagnetico in dominio del tempo (TDEM o TEM);
- metodo magnetotellurico (MT);
- sondaggi elettrici verticali con misure di resistività (SEV);
- tomografie elettriche (ERT) con misure di resistività e polarizzazione indotta;
- indagine sismica a rifrazione con tecnica tomografica.

In **Fig. 5.2.1/A** si riporta l'ubicazione delle indagini.



**Fig. 5.2.1/A:** ubicazione delle indagini geofisiche

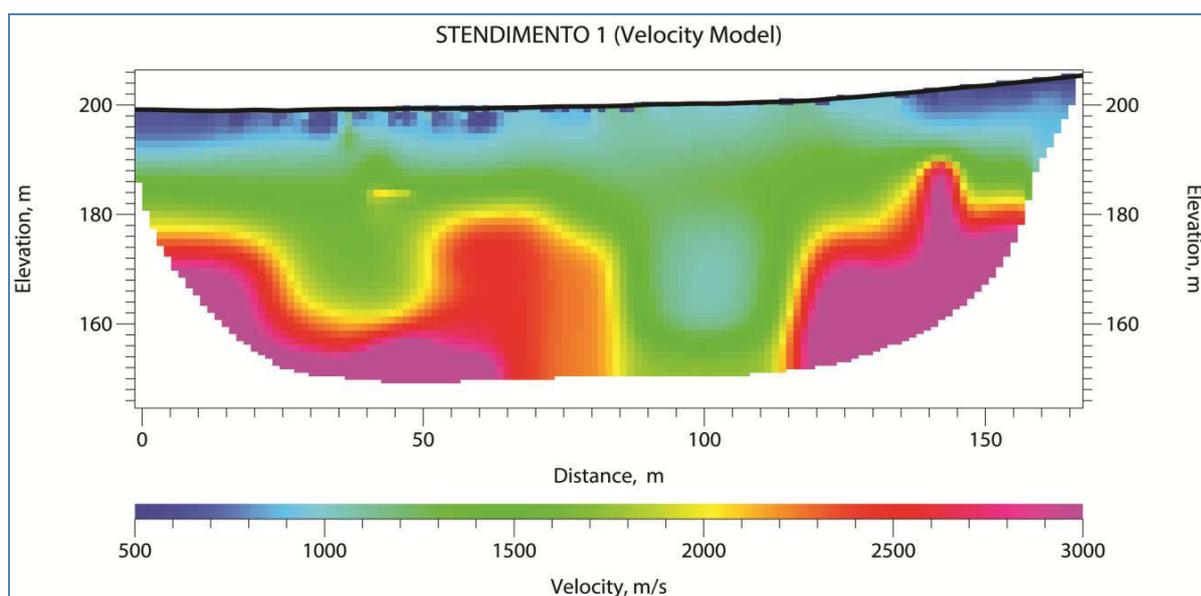
Per quanto riguarda la stima della profondità del basamento paleozoico, le indagini geofisiche il probabile basamento viene individuato dalla tomografia elettrica ERT3 alla quota di circa 120-130 m s.l.m. (circa 80 m dal piano campagna).

Nel settore dei tre pozzi indiziati (P1, P2 e P5), i sondaggi TEM T11, T12, T13 e T8, che forniscono informazioni sino alle profondità massime corrispondenti alla quota di 145 m s.l.m., non mostrano indizi del basamento che, evidentemente, è più profondo. Poiché nell'area in questione (quella in cui si trovano i pozzi P1 e P2), la superficie del suolo si trova alla quota di circa 195 m s.l.m., il basamento dovrebbe trovarsi a profondità sicuramente maggiori di 50-60 m. I sondaggi elettrici

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 44 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

SEV1 e SEV 2, i cui centri sono prossimi ai due pozzi indiziati, forniscono informazioni non chiarissime sulla profondità del basamento; tuttavia entrambi i SEV indicano il top di un resistivo associabile al basamento paleozoico alla quota di circa 120 m s.l.m. In conclusione, nell'area di stretto interesse il basamento dovrebbe trovarsi alla profondità di circa 70-80 m dal suolo. Tale profondità è confermata anche dalle tomografie elettriche di resistività e caricabilità ERT1 e ERT3 che si riveleranno fondamentali per la risposta all'ultimo e più importante quesito della ricerca (verifica della eventuale presenza di percolato tra il corpo di discarica e i due pozzi situati all'esterno della stessa).

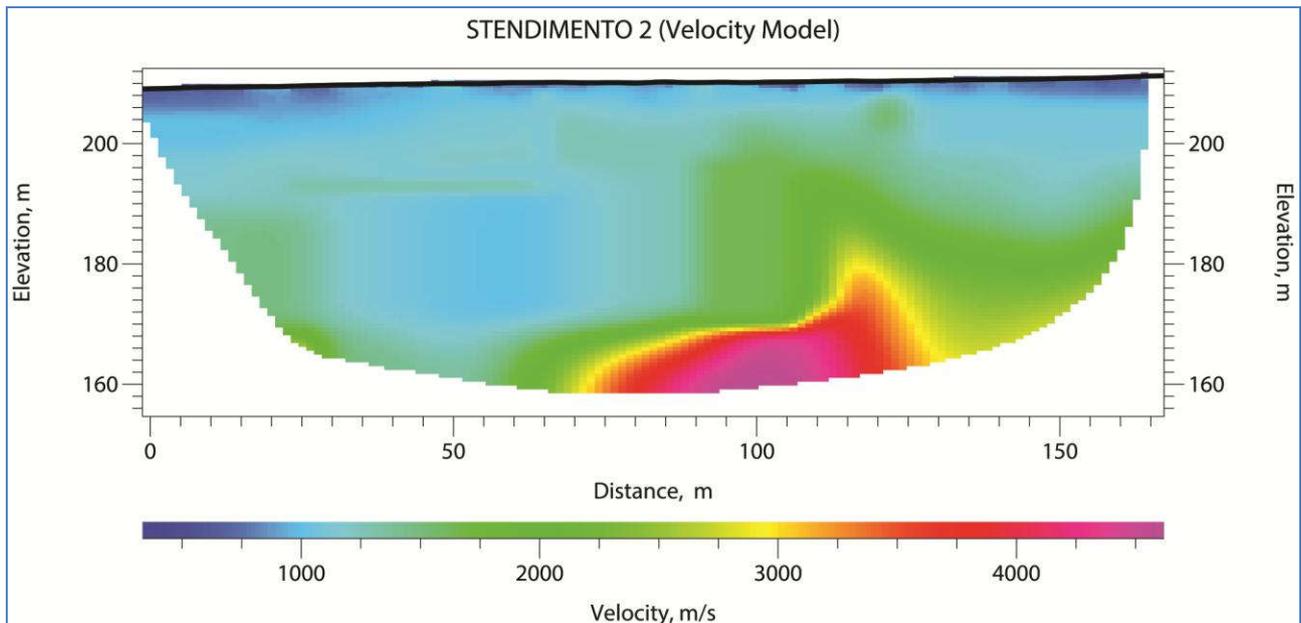
Per quanto attiene la stima della profondità del tetto della falda acquifera e dell'eventuale presenza di strati impermeabili il quadro complessivo indica la presenza di materiali diversamente permeabili. Detta diversità, più che alla natura dei materiali stessi (prevalentemente sabbie e ghiaie, non vi sono argille) è attribuibile al loro stato di addensamento e/o cementazione che varia anche lateralmente, come del resto si deduce dalle stratigrafie. Quindi, mentre in media si ha un graduale abbassamento della piezometrica procedendo da nord-est a sud-ovest (come mostrato dalle carta delle isopieze), il tetto della falda ha superficie irregolare proprio a causa delle spiccate variazioni della permeabilità dei materiali. Queste condizioni trovano conferma nelle tomografie sismiche a rifrazione, in particolare nella SISM1 (**Fig. 5.2.1/B**) dove si osservano velocità modeste nei primi 10-15 metri in profondità, senza variazioni laterali ( $V_p$  500-1200 m/s, materiali poco addensati e permeabili) e, sotto la quota 180 m s.l.m., alternanze laterali di materiali poco addensati e permeabili (900-1600 m/s) con materiali più addensati e meno permeabili o impermeabili (2000-3000 m/s).



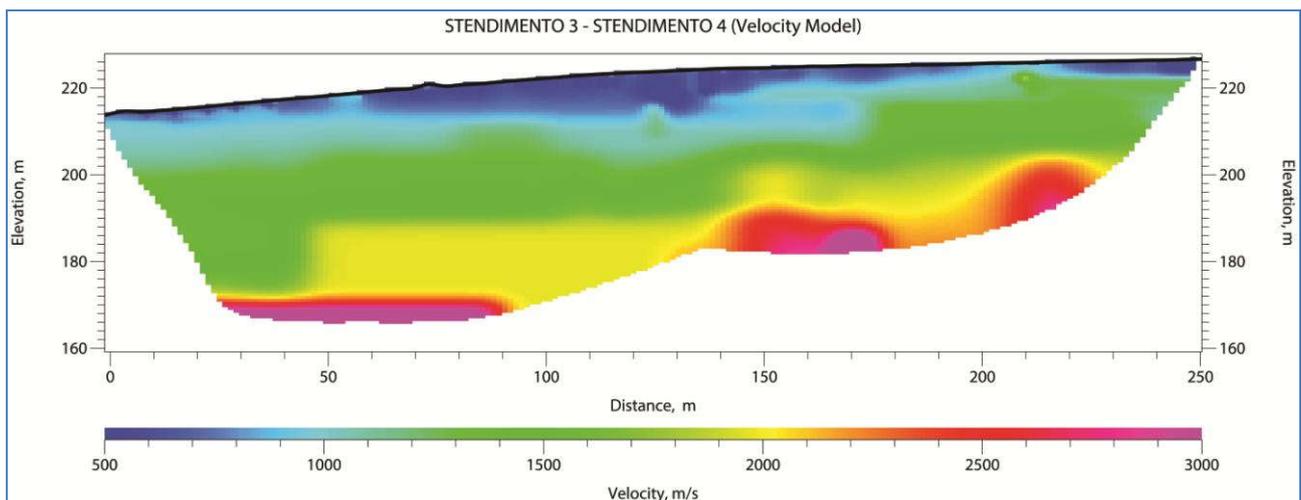
**Fig. 5.2.1/B:** tomografia sismica SISM 1

|  |   |                        |               |
|--|---|------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud Sardegna |               |
|  |   | <b>Fg. 45 di 129</b>   | <b>Rev. 0</b> |

Si hanno, in fin dei conti, “canali permeabili” che si estendono in profondità anche sotto il livello della falda e consentono il moto di filtrazione laterale dell’acqua (con i suoi eventuali contenuti). Visto l’andamento delle isopieze, il moto di filtrazione non può non avere una componente di moto da nord-est verso sud-ovest, ma anche in direzione sud-est - nord-ovest, visto che i “canali permeabili” sono sub-perpendicolari alla figura, che è orientata nord-est - sud-ovest. Le tomografie sismiche SISM2 e SISM3 (**Fig. 5.2.1/C** e **Fig. 5.2.1/D**) mostrano un notevole inspessimento dei materiali debolmente addensati e insaturi nel procedere verso est.



**Fig. 5.2.1/C:** Tomografia sismica SISM 2



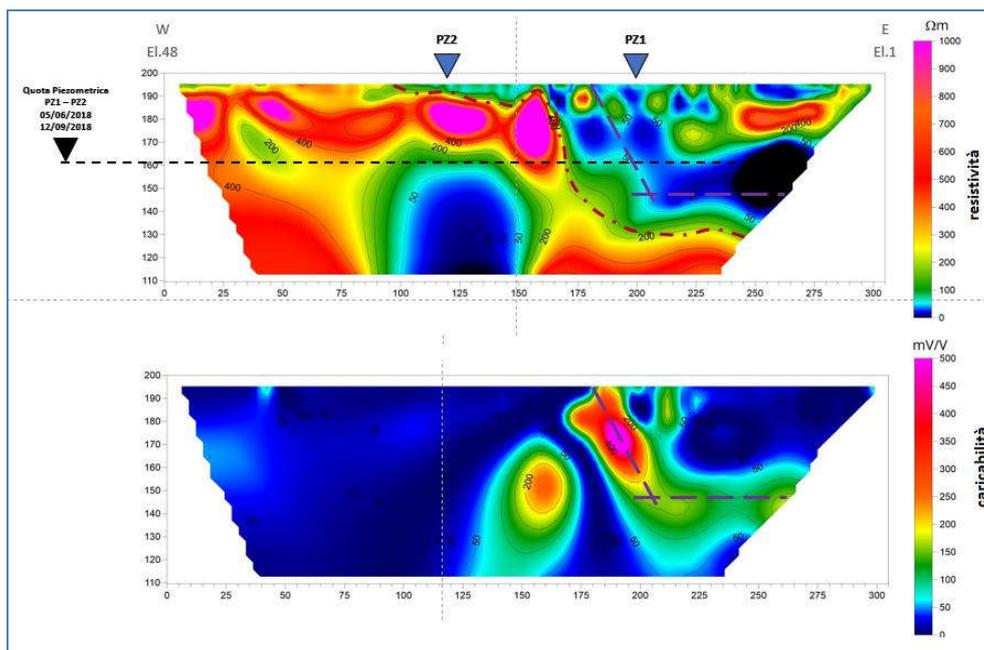
**Fig. 5.2.1/D:** Tomografia sismica SISM 3

Le indagini geofisiche eseguite non hanno messo in evidenza la presenza di consistenti e continui strati d’argilla. Non si individuano strati impermeabili, ma piuttosto zone permeabili e meno permeabili o impermeabili, con variazioni essenzialmente laterali. Le due tomografie elettriche

|  |   |                        |               |
|--|---|------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud Sardegna |               |
|  |   | <b>Fig. 46 di 129</b>  | <b>Rev. 0</b> |

ERT1 e ERT3 (che sono praticamente sovrapposte, ma acquisite con parametri diversi), forniscono informazioni coerenti con quelle ricavate dalle precedenti applicazioni geofisiche e sintetizzabili in spiccate variazioni laterali e in profondità della resistività elettrica, sopra e sotto il livello medio della falda, che confermano le condizioni di eterogeneità diffusa; il loro significato è valorizzato dalle misure di caricabilità elettrica.

In relazione alla potenziale presenza di percolato la tomografia ERT3, di **Fig. 5.2.1/E** evidenzia aree ben distinte di resistività. Sopra il livello medio della falda, a ovest, si trovano materiali prevalentemente resistivi (200-1000 ohm-m), associabili a sabbie e ghiaie asciutte. Ancora nel settore ovest, sotto il livello medio della falda si ipotizzano ancora materiali molto resistivi, probabilmente associabili al tetto del basamento paleozoico, e un nucleo conduttivo (resistività molto bassa), verosimilmente attribuibile a materiali permeabili saturi; questo nucleo si trova in corrispondenza del pozzo P2 che verosimilmente ne penetra la parte superiore (il P2 ha sicuramente raggiunto e superato, in profondità, il livello della falda).



**Fig. 5.2.1/E:** tomografia di resistività (sopra) e di caricabilità (sotto) ERT3. Le due sezioni sono coincidenti; nella prima è indicata la posizione dei due pozzi P1 e P2.

In questo settore, la sezione di caricabilità mostra un nucleo di polarizzazione significativo, il cui massimo si trova alla quota 150-160 m s.l.m., esattamente tra i due pozzi. Il settore est ha inizio laterale in corrispondenza della verticale passante per il punto medio tra i due pozzi. Anche in questo settore, in profondità, si individuano resistività elevate, associabili al tetto del basamento paleozoico. Ma le caratteristiche più interessanti sono quelle della porzione compresa tra la quota 130 m s.l.m. e la superficie. Qui la resistività ha valori estremamente piccoli che non possono essere giustificati dalla semplice presenza d'acqua.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 47 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

E infatti si notano importanti valori di caricabilità, ovvero di fenomeni capacitivi, soprattutto in prossimità del pozzo P1.

Come noto, il verificarsi di eventi capacitivi indotti nel sottosuolo da un flusso di corrente elettrica può essere attribuito a due diverse cause:

- 1) la presenza di argilla (polarizzazione di membrana);
- 2) presenza di particelle metalliche (polarizzazione di elettrodo).

Nel caso in questione si tratta di polarizzazione di elettrodo, visto che non si hanno indizi di presenza d'argille. Le particelle metalliche all'origine dell'accertata polarizzazione sono indubbiamente riferibili al Manganese, le cui concentrazioni hanno superato i limiti CSC (concentrazioni soglia di contaminazione) nei pozzi indiziati. Il Manganese è un metallo con conducibilità elettrica minore secondo un ordine di grandezza di quella del Ferro ed è quindi un discreto conduttore; esso è tra i componenti più frequenti nel percolato.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 48 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

### **5.2.1.1 Indagine geofisica integrativa**

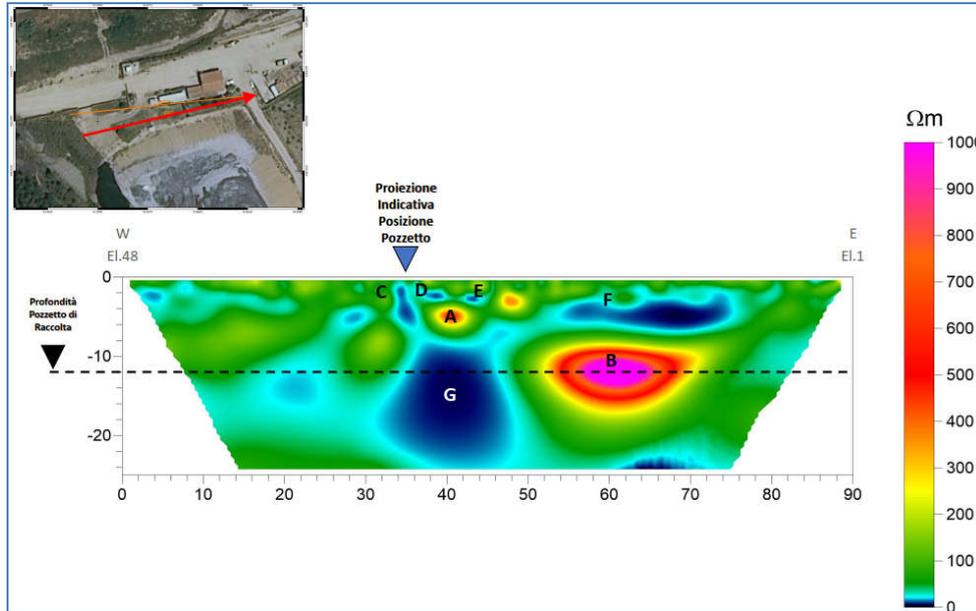
A integrazione dell'indagine geofisica precedentemente descritta (**Allegato I**) e con particolare riferimento all'individuazione di aree potenzialmente interessate dalla presenza di percolato, si è provveduto, in corrispondenza di un pozzetto di raccolta presente nel Modulo 1 (RSI) di una nuova indagine geofisica **Fig. 5.2.1.1/A**.



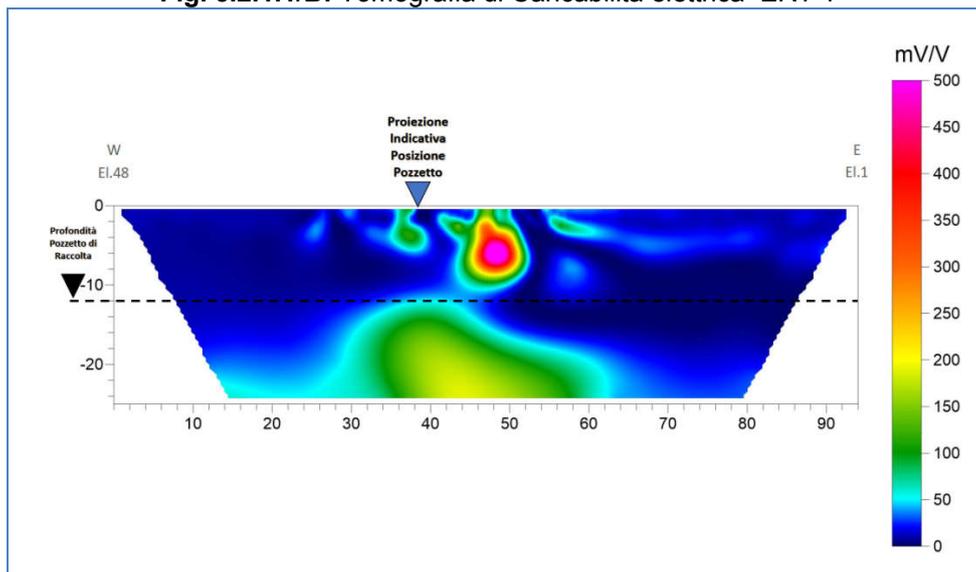
**Fig. 5.2.1.1/A:** ubicazione transetti ERT in corrispondenza del modulo 1 (RSI)

Nello specifico l'indagine, rappresentata da due sezioni ERT, hanno evidenziato anomalie molto conduttive con valori di resistività elettrica minimi inferiori ai 5  $\Omega$ m, riferibili alla presenza di fluidi con elevato contenuto salino, per cui non può essere escluso il passaggio di sostanze percolanti **Fig. 5.2.1.1/B e Fig. 5.2.1.1/C**.

|  |  |                        |               |
|--|--|------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud Sardegna |               |
|  |  | <b>Fig. 49 di 129</b>  | <b>Rev. 0</b> |



**Fig. 5.2.1.1/B: Tomografia di Caricabilità elettrica ERT 1**



**Fig. 5.2.1.1/C: Tomografia di Caricabilità elettrica ERT 2**

È da osservare come alcune delle anomalie descritte (C, D, E, F) si sviluppino a partire da profondità inferiori rispetto a quella indicata per il pozzetto di raccolta, mentre l'anomalia G è posizionata a profondità coerenti con il pozzetto stesso.

Dal punto di vista planimetrico esiste una buona corrispondenza tra la posizione, seppur indicativa, del pozzetto di raccolta e le anomalie molto conduttive indicate con C e G. Sulla base di tali risultati si possono ipotizzabili due principali scenari:

1. L'infiltrazione dei fluidi nel terreno parte dalle porzioni più superficiali e si sviluppa in profondità per effetti gravitativi;

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 50 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

2. L'infiltrazione dei fluidi avviene in maniera indipendente su due livelli: quello più superficiale intorno a 1-2 m dal p.d.c. e quello più profondo, compreso tra 10 e 12 m dal p.d.c.

Anche in questo caso, come descritto in precedenza il verificarsi di eventi capacitivi indotti nel sottosuolo da un flusso di corrente elettrica può essere attribuito a due diverse cause:

- 1) la presenza di argilla (polarizzazione di membrana);
- 2) presenza di particelle metalliche (polarizzazione di elettrodo).

Nel caso in questione si tratta di polarizzazione di elettrodo, visto che non si hanno indizi di presenza d'argille.

Le particelle metalliche all'origine dell'accertata polarizzazione sono indubbiamente riferibili al Manganese, le cui concentrazioni hanno superato i limiti CSC (concentrazioni soglia di contaminazione) nei pozzi indiziati. Il Manganese è un metallo con conducibilità elettrica minore - secondo un ordine di grandezza di quella del Ferro ed è quindi un discreto conduttore; esso è tra i componenti più frequenti nel percolato.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 51 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

### 5.3 Indagini geognostiche

#### 5.3.1 Ubicazione dei punti di indagine

Preliminarmente alle attività di indagine l'ubicazione dei punti di indagine è stata concordata con i tecnici dell'ARPA Sardegna. In linea generale l'ubicazione ha rispettato il posizionamento previsto nel piano di indagine. Complessivamente sono stati realizzati 14 nuovi pozzi/piezometri a integrazione dei 9 esistenti. Tutti i nuovi pozzi sono stati spinti a profondità variabili e tali da consentire l'intercettazione del basamento paleozoico. Le modalità di esecuzione come le profondità raggiunte sono riassunte in **Tab. 5.3.1A**.

| Numero           | Coordinate Cassini-Soldner |           |         | Prof.  | Metodica di perforazione |
|------------------|----------------------------|-----------|---------|--------|--------------------------|
|                  | Nord                       | Est       | Quota   |        |                          |
|                  | m                          | m         | m s.l.m | m      |                          |
| <b>PZ 10</b>     | -64 380,341                | 4 391,906 | 216,989 | 81,70  | Carotaggio Continuo      |
| <b>PZ 10 Bis</b> | -64 379,075                | 4 390,977 | 217,025 | 64,30  | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ11</b>      | -64341,673                 | 4 150,741 | 208,660 | 134,00 | Carotaggio Continuo      |
| <b>PZ11BIS</b>   | -64339,802                 | 4 152,305 | 208,814 | 58,00  | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ12</b>      | -64451,789                 | 3 959,301 | 198,164 | 76,00  | Carotaggio Continuo      |
| <b>PZ12BIS</b>   | -64454,398                 | 3 958,444 | 198,283 | 47,70  | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ13</b>      | -64486,314                 | 3 878,423 | 198,825 | 66,00  | Carotaggio Continuo      |
| <b>PZ13BIS</b>   | -64486,719                 | 3 875,381 | 198,905 | 50,60  | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ14BIS</b>   | -64524,037                 | 4 337,848 | 235,618 | 101,00 | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ 15</b>     | -64 299,353                | 4 759,216 | 239,892 | 100,00 | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ 15 Bis</b> | -64 297,931                | 4 760,684 | 239,972 | 64,00  | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ 16</b>     | -64 183,483                | 4 556,194 | 225,775 | 87,00  | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ 16 Bis</b> | -64 183,494                | 4 556,079 | 225,820 | 56,00  | Distruzione di nucleo    |
| <b>PZ17BIS</b>   | -64658,954                 | 4 078,696 | 213,773 | 79,70  | Distruzione di nucleo    |

**Tab. 5.3.1/A:** sintesi dei pozzi/piezometri di nuova realizzazione

I piezometri previsti P14 e P17 non sono stati allestiti in quanto la falda nei P14B e P17B è stata rinvenuta in prossimità del paleozoico. Allestire questi piezometri sarebbe stato inutile in quanto da considerarsi doppiati di quelli superficiali. In ogni caso è stato eseguito il carotaggio continuo e il foro sigillato con bentonite e cementato per tutto lo sviluppo.

#### 5.3.2 Metodiche di esecuzione delle indagini geognostiche

L'esecuzione delle indagini geognostiche è stata eseguita utilizzando tecniche differenti come il carotaggio continuo a rotazione e la distruzione di nucleo con martello a fondo foro e circolazione ad aria.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 52 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

### **5.3.2.1 Sondaggi a carotaggio continuo**

La perforazione viene eseguita tramite sonda a rotazione mediante carotieri semplici o doppi a seconda della natura dei terreni attraversati, di diametro normalmente di 101 mm tali da rendere minimo il disturbo dei materiali attraversati e da consentire il prelievo dei campioni rappresentativi (carote).

Le pareti del foro vengono sostenute, a seconda delle esigenze, da fluidi di circolazione (acqua, fanghi), da rivestimenti, o tramite la cementazione del foro stesso; la scelta del tipo di sostegno e in funzione dei terreni da attraversare. I campioni estratti dai carotieri (carote) vengono poi sistemati in apposite cassette catalogatrici atte alla loro conservazione, ove saranno riportati in modo indelebile il numero di sondaggio e le profondità di riferimento.

Nel corso del sondaggio è stata rilevata la stratigrafia del terreno attraversato; in essa compariranno tutti gli elementi relativi ai campionamenti ed alle prove in situ ed una descrizione geotecnica approssimativa dei singoli strati attraversati, oltre alle eventuali note dell'operatore relative a perdite di circolazione, a rifluimenti in colonna, alla percentuale di carota ottenuta, ecc.

### **5.3.2.2 Sondaggi a distruzione di nucleo**

Questa tecnica prevede l'attraversamento degli strati in posto fino alle profondità di progetto mediante l'impiego di utensili del tipo triconi o scalpelli di vario tipo o martelli a fondo foro. Durante la perforazione le pareti del foro possono essere sostenute, a seconda delle esigenze, da fluidi di perforazione, da rivestimenti o tramite la cementazione del foro stesso.

Durante la perforazione potranno essere prelevati campioni del detrito uscente dal foro (cutting) mediante i quali potrà essere ricostruita una approssimativa identificazione dei terreni attraversati.

### **5.3.2.3 Allestimento piezometri**

Ogni sondaggio geognostico è stato alesato a 223 mm e allestito a piezometro. I sondaggi più superficiali, identificati con la sigla bis sono stati allestiti con tubazione in PVC atossico da 4", mentre quelli più profondi (P10, P11, P12, P13, P15 e P16) con tubazione in HDPE sempre da 4". In corrispondenza del tratto fenestrato della tubazione è stato realizzato un filtro con ghiaietto siliceo a partire dalla base fino a qualche metro al di sopra del fenestratura.

In continuità con il ghiaietto è stato messo in opera un tappo di bentonite in pellets della potenza di circa un metro. Per garantire un completo isolamento della falda sovrastante nei piezometri profondi tutta la colonna è stata cementata (bentonite - p.c.) con una miscela di cemento e bentonite al 5%. Contrariamente i piezometri superficiali sono stati ultimati con semplice materiale di riporto (sabbia). Ultimati, i piezometri sono stati spurgati con l'ausilio di elettropompe e/o di "airlift". Lo schema di tutti i piezometri è riportato nell'**Allegato C**.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 53 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

#### **5.3.2.4 Gestione dei rifiuti e approvvigionamento idrico**

I rifiuti prodotti durante le attività di perforazione e spurgo sono stati opportunamente stoccati all'interno di big bag e cisterne, classificati e smaltiti secondo la normativa vigente.

Per l'approvvigionamento idrico necessario alle perforazioni a carotaggio continuo si è fatto uso di acqua potabile di rete opportunamente certificata e trasportata in cisterne preliminarmente bonificate.

### **5.4 Risultati delle indagini geognostiche**

#### **5.4.1 Stratigrafie**

Per i sondaggi a carotaggio continuo le carote estratte sono state posizionate in cassette catalogatrici e successivamente fotografate. Il sondaggi a carotaggio continuo hanno restituito carote di buona qualità anche se a tratti a causa della natura sabbiosa e in perforazione con carotiere doppio si sono verificati dilavamenti con perdita di carota, che hanno consentito la ricostruzione stratigrafica dei terreni attraversati.

L'esecuzione dei sondaggi geognostici a distruzione di nucleo e in particolare quelli a carotaggio continuo hanno consentito di ricostruire l'assetto geologico dei terreni investigati.

Tutte le indagini hanno evidenziato che l'impianto della discarica insiste su depositi oligo-miocenici della Formazione di Nurallao e nello specifico del Membro di Duidduru. Tali depositi poggiano in netta discordanza stratigrafica sul basamento paleozoico rappresentato da metasedimenti della Formazione di San Vito.

Le diverse stratigrafie evidenziano che nel settore di interesse la potenza investigata di questi depositi è elevata e varia da un minimo di 45 (P17) ad un massimo di 127 m (P11). In questo sondaggio il passaggio dai metasedimenti paleozoici al deposito sedimentario oligo miocenico è marcato dalla presenza di brecce di elementi paleozoici arrossati in matrice sabbioso argillosa **Fig.**

#### **5.4.1/A.**

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 54 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |



**Fig. 5.4.1/A:** breccia di elementi paleozoici (P11)

In linea generale dall'alto verso il basso i primi 50 - 60 m sono caratterizzati da sabbie a varia granulometria, da poco a mediamente addensate con locali intercalazioni da decimetriche a metriche di conglomerati di elementi paleozoici **Fig. 5.4.1/B.**



**Fig. 5.4.1/B:** sabbie grossolane da poco a mediamente addensate (P13)

Sotto le arenarie si rinvengono mediamente 15 - 20 m di macroconglomerati e microconglomerati massivi a elementi di metasedimenti e porfidi paleozoici in matrice sabbioso - ghiaiosa **Fig. 5.4.1/C** e **Fig. 5.4.1/D.**

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 55 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |



**Fig. 5.4.1/C:** macroconglomerati a elementi del paleozoici (P12)



**Fig. 5.4.1/D:** microconglomerati a elementi del paleozoici (P14)

In corrispondenza del sondaggio P11 sotto i conglomerati si rinvengono 20 m di arenarie da grossolane a fini caratterizzate da elevato grado di addensamento **Fig. 5.4.1/E**



**Fig. 5.4.1/E:** arenaria molto addensate (P11)

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 56 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## 5.5 Schema idrogeologico e deflussi sotterranei

Lo studio idrogeologico della zona e i dati stratigrafici desunti dai sondaggi effettuati e quelli integrativi nella zona del sito dell'impianto, ha consentito l'individuazione di due tipi principali di acquiferi contenenti rispettivamente due falde in pressione. Una più superficiale di seguito denominata falda 1 e una più profonda denominata falda 2.

L'esecuzione dei 6 pozzi integrativi ha evidenziato che si tratta di falde in pressione con risalite della colonna d'acqua dell'ordine della decina di metri.

In **Tab. 5.5/A**, per ogni pozzo, si riportano le profondità di rinvenimento della falda e la soggiacenza misurata a seguito dell'installazione del piezometro.

| Numero    | Coordinate Cassini-Soldner |           |         | Letture al<br>3-4/06/2019 | Quota<br>isopieze | Profondità<br>rinvenimento<br>della falda | Risalita<br>piezometrica |
|-----------|----------------------------|-----------|---------|---------------------------|-------------------|---|--------------------------|
|           | Nord                       | Est       | Quota   |                           |                   |   |                          |
|           | m                          | m         | m. slm  |                           | m. slm            | m   | m                        |
| PZ1       | -64418,175                 | 3 932,788 | 196,652 | 35,10                     | 161,552           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ2       | -64430,407                 | 3 847,919 | 195,371 | 34,60                     | 160,771           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ3       | -64115,724                 | 5 306,437 | 275,272 | 46,50                     | 228,772           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ4       | -64234,903                 | 4 383,866 | 221,640 | 50,50                     | 171,140           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ5       | -64362,186                 | 4 116,615 | 207,982 | 45,41                     | 162,572           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ6       | -64467,268                 | 4 856,116 | 264,039 | 78,90                     | 185,139           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ7       | -64395,741                 | 4 718,102 | 243,366 | 64,80                     | 178,566           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ8       | -64445,354                 | 4 624,410 | 242,836 | 65,00                     | 177,836           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ9 Bis   | -64250,986                 | 4 351,894 | 218,972 | 50,20                     | 168,772           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ 10     | -64380,341                 | 4 391,906 | 216,989 | 46,90                     | 170,089           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ 10 Bis | -64379,075                 | 4 390,977 | 217,025 | 47,70                     | 169,325           | -57                                       | 9,3                      |
| PZ11      | -64341,673                 | 4 150,741 | 208,660 | 45,00                     | 163,660           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ11BIS   | -64339,802                 | 4 152,305 | 208,814 | 45,00                     | 163,814           | -51                                       | 6                        |
| PZ12      | -64451,789                 | 3 959,301 | 198,164 | 36,32                     | 161,844           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ12BIS   | -64454,398                 | 3 958,444 | 198,283 | 36,55                     | 161,733           | 39,60                                     | 3,05                     |
| PZ13      | -64486,314                 | 3 878,423 | 198,825 | 37,60                     | 161,225           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ13BIS   | -64486,719                 | 3 875,381 | 198,905 | 37,75                     | 161,155           | -43                                       | 5,25                     |
| PZ14BIS   | -64524,037                 | 4 337,848 | 235,618 | 63,60                     | 172,018           | -91                                       | 27,4                     |
| PZ 15     | -64299,353                 | 4 759,216 | 239,892 | 62,00                     | 177,892           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ 15 Bis | -64297,931                 | 4 760,684 | 239,972 | 45,00                     | 194,972           | -57                                       | 12                       |
| PZ 16     | -64183,483                 | 4 556,194 | 225,775 | 47,30                     | 178,475           | n.d                                       | n.d                      |
| PZ 16 Bis | -64183,494                 | 4 556,079 | 225,820 | 39,50                     | 186,320           | -49                                       | 9,5                      |
| PZ17BIS   | -64658,954                 | 4 078,696 | 213,773 | 52,00                     | 161,773           | -69                                       | 17                       |

**Tab. 5.5/A:** profondità di rinvenimento della falda e la soggiacenza misurata a seguito dell'installazione del piezometro.

### Falda 1

L'acquifero sede della "Falda 1" è rappresentato dai litotipi conglomeratici e sabbiosi della Formazione di Nurallao. La quota del tetto della falda si attesta tra 39,60 nel P12B bis e 91 m in corrispondenza dei pozzi P14B. Anche in questo caso l'acquifero ospita una falda in pressione con

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 57 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

risalite di circa 10 m in tutti i pozzi in cui è stata misurata corrispondente ad una pressione di circa 1 atm.

## Falda 2

L'acquifero sede della "Falda 2" è rappresentato dai litotipi conglomeratici e ghiaiosi della Formazione di Nurallao. La quota del tetto della falda si attesta tra 64 e 74 m in corrispondenza dei pozzi P10, 78,00 m in corrispondenza del P15 e tra 56 e 78 m nel P16. Il letto ben evidente dai sondaggi è rappresentato dai litotipi impermeabili del paleozoico.

Viste le risalite misurate nei tre piezometri la falda è del tipo in pressione con una risalita massima di 11,70 (**Tab. 5.5/A**) che indicano una pressione relativa di 1 atm circa.

### 5.5.1 Falde superficiali

Durante l'esecuzione dei sondaggi, nell'area dell'impianto non si è riscontrata la presenza di falde superficiali libere come ipotizzato nel piano di accertamento.

### 5.5.2 Considerazioni

La zona di alimentazione delle due falde in pressione è rappresentata dal complesso scistoso e granitico più o meno fratturato che orlano l'area di interesse e in maniera diretta dai sedimenti miocenici (Formazione di Nurallao).

Le acque di ruscellamento del basamento si infiltrano negli acquiferi miocenici e vengono fatti defluire verso valle in funzione della permeabilità degli strati e della loro giacitura.

La presenza delle due falde nel settore di Su Siccusu può essere imputabile alla presenza di livelli metrici impermeabili che favoriscono la suddivisione dell'alimentazione primaria in due flussi distinti a quote differenti.

Poiché le indagini geognostiche non hanno evidenziato la presenza di livelli argillosi tali da originare acquicludo la risalita piezometrica registrata è da ricondurre alla presenza di acquitard dove il tetto è rappresentato da livelli arenacei scarsamente permeabili o da livelli cobglomeratici a matrice sabbioso argillosa. Questa tipologia di acquifero pur consentendo di avere falde in pressione non impedisce la comunicazione tra falde diverse anche se questo avviene in tempi lunghi.

A valle del P10 e P10B le misure del livello piezometrico non evidenziano differenze tra pozzo superficiale e pozzo profondo. Tale risultato è indice della presenza di un'unica falda che ha come limite impermeabile inferiore il basamento paleozoico e al tetto livelli poco permeabili che, come evidenziato in precedenza, favoriscono l'instaurarsi di deboli pressioni e risalite della colonna d'acqua di 3 - 4 m.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 58 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Questo contesto è ben evidente nei pozzi P13B e P12B (superficiali e profondi) dove si osserva una risalita rispettivamente di 3 e 5 m.

### 5.5.3 Misure della soggiacenza

Per la ricostruzione della morfologia della falda sono state eseguite le misure della soggiacenza di tutti i pozzi, compresi quelli integrativi. I risultati delle misure, eseguite il 3-4/06/2019 sono riportati in **Tab. 5.5.3/A**. Complessivamente i pozzi disponibili sono 23 dei quali 9 (da P1 a P9bis) precedenti al piano di accertamento e 14 integrativi (P10 a P17).

| Numero    | Coordinate Cassini-Soldner |           |         | Lettura al 3-4/09/2019 | Quota iso |
|-----------|----------------------------|-----------|---------|------------------------|-----------|
|           | Nord                       | Est       | Quota   |                        |           |
| PZ1       | -64418,175                 | 3 932,788 | 196,652 | 35,10                  | 161,552   |
| PZ2       | -64430,407                 | 3 847,919 | 195,371 | 34,60                  | 160,771   |
| PZ3       | -64373,687                 | 5 306,437 | 275,272 | 46,50                  | 228,772   |
| PZ4       | -64234,903                 | 4 383,866 | 221,640 | 50,50                  | 171,140   |
| PZ5       | -64362,186                 | 4 116,615 | 207,982 | 45,41                  | 162,572   |
| PZ6       | -64467,268                 | 4 856,116 | 264,039 | 78,90                  | 185,139   |
| PZ7       | -64395,741                 | 4 718,102 | 243,366 | 64,80                  | 178,566   |
| PZ8       | -64445,354                 | 4 624,410 | 242,836 | 65,00                  | 177,836   |
| PZ9 Bis   | -64250,986                 | 4 351,894 | 218,972 | 50,20                  | 168,772   |
| PZ 10     | -64380,341                 | 4 391,906 | 216,989 | 46,90                  | 170,089   |
| PZ 10 Bis | -64379,075                 | 4 390,977 | 217,025 | 47,70                  | 169,325   |
| PZ11      | -64341,673                 | 4 150,741 | 208,660 | 45,00                  | 163,660   |
| PZ11BIS   | -64339,802                 | 4 152,305 | 208,814 | 45,00                  | 163,814   |
| PZ12      | -64451,789                 | 3 959,301 | 198,164 | 36,32                  | 161,844   |
| PZ12BIS   | -64454,398                 | 3 958,444 | 198,283 | 36,55                  | 198,283   |
| PZ13      | -64486,314                 | 3 878,423 | 198,825 | 37,60                  | 162,275   |
| PZ13BIS   | -64486,719                 | 3 875,381 | 198,905 | 37,75                  | 161,305   |
| PZ14BIS   | -64524,037                 | 4 337,848 | 235,618 | 63,60                  | 197,868   |
| PZ15      | -64299,353                 | 4 759,216 | 239,892 | 62,00                  | 177,892   |
| PZ15 Bis  | -64297,931                 | 4 760,684 | 239,972 | 45,00                  | 194,972   |
| PZ16      | -64183,483                 | 4 556,194 | 225,775 | 47,30                  | 178,475   |
| PZ16 Bis  | -64183,494                 | 4 556,079 | 225,820 | 39,50                  | 186,320   |
| PZ17BIS   | -64658,954                 | 4 078,696 | 213,773 | 52,00                  | 161,773   |

**Tab. 5.5.3/A:** coordinate e quote dei pozzi, soggiacenze e quote assolute delle piezometriche

#### 5.5.3.1 Carta delle isopieze

Per la realizzazione della carta delle isopieze, sono stati adoperati i dati di 17 pozzi. Della totalità dei pozzi disponibili sono stati esclusi i pozzi profondi P10, P15 e P16 in quanto rappresentativi della seconda falda (più profonda) **Tab. 5.5.3.1/A**.

I pozzi da P1 a P9 bis sono stati considerati come rappresentativi della falda 1 in quanto le modalità costruttive di tali pozzi non hanno tenuto conto della suddivisione delle falde. Il livello piezometrico misurato è in ogni caso rappresentativo della falda 1.

|   |  |                           |        |
|---|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  | Fig. 59 di 129            | Rev. 0 |

| Numero    | Coordinate Cassini-Soldner |           |         | Lettura al<br>3-4/09/2019 | Quota iso |
|-----------|----------------------------|-----------|---------|---------------------------|-----------|
|           | Nord                       | Est       | Quota   |                           |           |
| PZ1       | -64418,175                 | 3 932,788 | 196,652 | 35,10                     | 161,552   |
| PZ2       | -64430,407                 | 3 847,919 | 195,371 | 34,60                     | 160,771   |
| PZ3       | -64115,724                 | 5 306,437 | 275,272 | 46,50                     | 228,772   |
| PZ4       | -64234,903                 | 4 383,866 | 221,640 | 50,50                     | 171,140   |
| PZ5       | -64362,186                 | 4 116,615 | 207,982 | 45,41                     | 162,572   |
| PZ6       | -64467,268                 | 4 856,116 | 264,039 | 78,90                     | 185,139   |
| PZ7       | -64395,741                 | 4 718,102 | 243,366 | 64,80                     | 178,566   |
| PZ8       | -64445,354                 | 4 624,410 | 242,836 | 65,00                     | 177,836   |
| PZ9 Bis   | -64250,986                 | 4 351,894 | 218,972 | 50,20                     | 168,772   |
| PZ 10 Bis | -64379,075                 | 4 390,977 | 217,025 | 47,70                     | 169,325   |
| PZ11BIS   | -64339,802                 | 4 152,305 | 208,814 | 45,00                     | 163,814   |
| PZ12BIS   | -64454,398                 | 3 958,444 | 198,283 | 36,55                     | 161,733   |
| PZ13BIS   | -64486,719                 | 3 875,381 | 198,905 | 37,75                     | 161,155   |
| PZ14BIS   | -64524,037                 | 4 337,848 | 235,618 | 63,60                     | 172,018   |
| PZ 15 Bis | -64297,931                 | 4 760,684 | 239,972 | 45,00                     | 194,972   |
| PZ 16 Bis | -64183,494                 | 4 556,079 | 225,820 | 39,50                     | 186,320   |
| PZ17BIS   | -64658,954                 | 4 078,696 | 213,773 | 52,00                     | 161,773   |

Tab. 5.5.3.1/A: dati utilizzati per la carta delle isopieze Falda 1

### Morfologia della falda 1

La morfologia della falda si presenta particolarmente articolata. Nello specifico si fanno le seguenti osservazioni:

- dalla carta si evince che la principale direzione dell'alimentazione è orientata da ENE a OSO ossia dal P3 verso i tre pozzi P16, P15 e P6. In questo tratto si osserva la presenza di uno spartiacque che raccorda il P3 con il P15 bis. Tale spartiacque suddivide il deflusso in due direzioni distinte; la prima in direzione del P16 bis e la seconda verso il P6. Il gradiente idraulico è dell'8%. Nella fascia compresa tra il P16 bis, P7, P6 e P15 bis la morfologia della falda ha un incremento del gradiente che passa dall'8% al 17%. Tale incremento può essere giustificato con una riduzione della permeabilità che impedisce il deflusso della falda.

- A valle dell'allineamento tra i pozzi P16 bis e P7 il deflusso delle acque si caratterizza per la presenza di due spartiacque P16 bis - P8 e P16 bis - P10 bis. Questi spartiacque generano tre falde distinte caratterizzate da un gradiente rispettivamente del 3,5, 7 e 8,8%.

A partire dal P16 bis e in direzione del P7 le isopieze assumono un andamento concavo a indicare un asse di drenaggio che in parte drena verso il P7 le acque provenienti da monte (P3).

- A valle del P10 bis si ha un'ulteriore riduzione del gradiente idraulico che passa 7 a 2,6%. In questo settore sono presenti due linee di drenaggio molto accentuate che convergono nel P5. La prima segue l'allineamento dei P5 e P9bis; la seconda congiunge P6, P7, P8, P10 Bis e P5. Nel settore sud occidentale è presente uno spartiacque (P14B - P17B) che contiene, nell'area dell'impianto, le acque provenienti dal settore nord orientale (P3). Più a valle si osserva un forte

|  |   |                        |        |
|--|---|------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccesu, Comune di Sordiana | Provincia Sud Sardegna |        |
|  |   | Fg. 60 di 129          | Rev. 0 |

decremento del gradiente idraulico che in corrispondenza dei pozzi P12B e P13B (area interessata dalla contaminazione) è del 1,80%.

In sintesi la morfologia della falda si caratterizza per un'alimentazione da NE e un drenaggio - verso ovest.

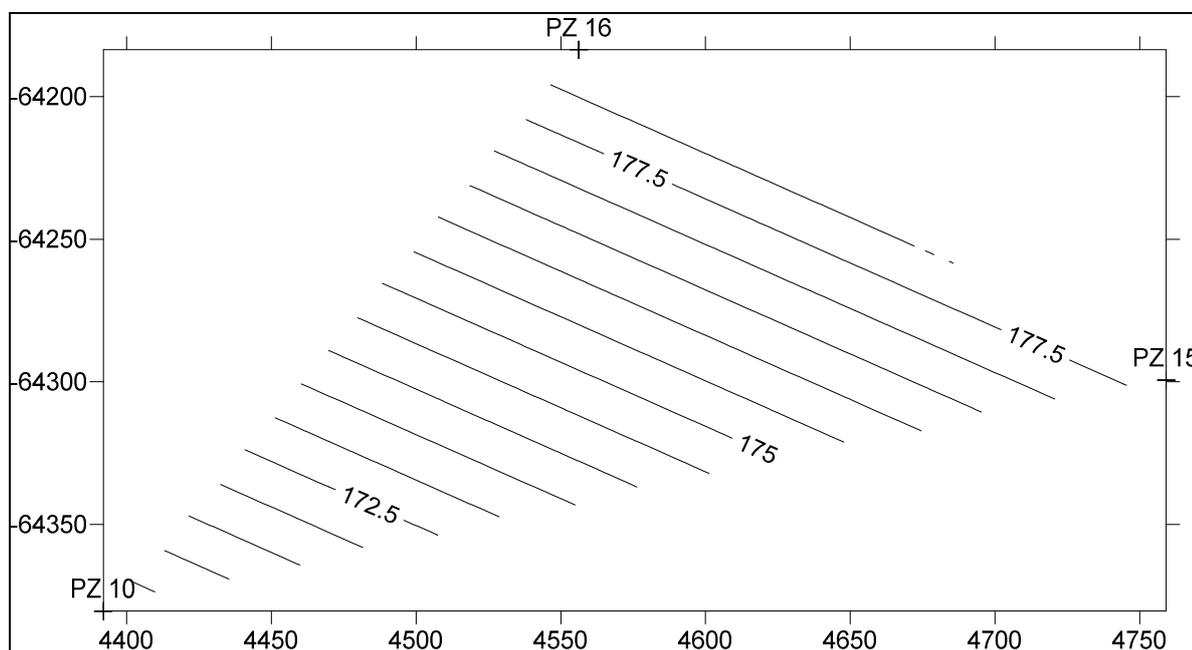
### Morfologia della falda 2

Per la stesura della carta delle isopieze, della falda 2 sono stati considerati i tre pozzi profondi P10, P15 e P16 **Tab. 5.5.3.1/B**

Utilizzando i tre pozzi profondi in **Fig. 5.5.3.1/A** si riporta l'andamento della falda 2 nell'area compresa dagli stessi.

| Numero | Coordinate Cassini-Soldner |           |         | Letture al 12/09/2018 | Quota iso |
|--------|----------------------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
|        | Nord                       | Est       | Quota   |                       |           |
| PZ 10  | -64 380,341                | 4 391,906 | 216,989 | 46,95                 | 170,039   |
| PZ 15  | -64 299,353                | 4 759,216 | 239,892 | 62,14                 | 177,752   |
| PZ 16  | -64 183,483                | 4 556,194 | 225,775 | 47,25                 | 178,525   |

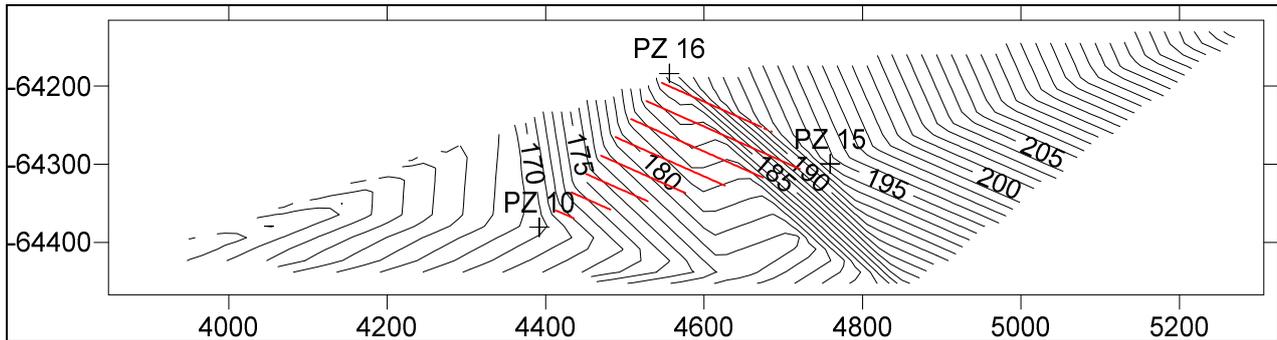
**Tab. 5.5.3.1/B:** dati utilizzati per la carta delle isopieze Falda 2



**Fig. 5.5.3.1/A:** andamento delle isopieze della falda 2

Dalla sovrapposizione **Fig. 5.5.3.1/B** delle due falde si evince che la falda 2 (linee rosse) conserva lo stesso gradiente ma la direzione di deflusso risulta orientato NNE - SSO

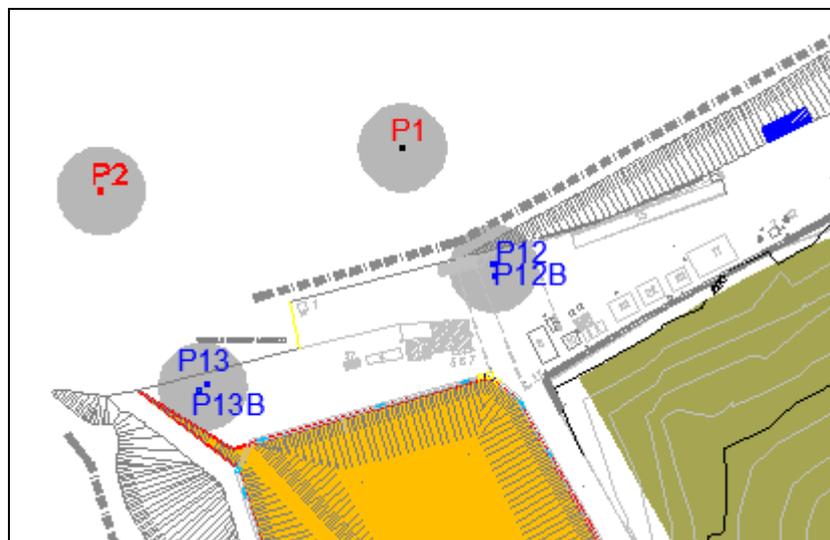
|  |   |                        |        |
|--|---|------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud Sardegna |        |
|  |   | Fig. 61 di 129         | Rev. 0 |



**Fig. 5.5.3.1/B:** sovrapposizione falda 1 (linee nere) e falda 2 (linee rosse)

#### 5.5.4 Prove di portata a gradini e di lunga durata

Le prove di portata sono state eseguite sui piezometri **P12**, **P12B**, **P13** e **P13B**, da 4" realizzati nell'ambito del piano di accertamento e ubicati nel settore occidentale dell'impianto e nello specifico nell'area antistante ai moduli 1 (RSI) e 2 (RSU) **Fig. 5.5.4/A** e **5.5.4/B**. Oltre ai quattro piezometri direttamente interessati dalle prove si è preso in considerazione un quinto piezometro (**P1**), esterno all'area dell'impianto, su cui sono stati misurati gli abbassamenti durante le prove di portata di lunga durata.



**Fig. 5.5.4/A:** ubicazione dei piezometri di prova e di misura

|  |   |                        |        |
|--|---|------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud Sardegna |        |
|  |   | Fg. 62 di 129          | Rev. 0 |



**Fig. 5.5.4/B:** vista aerea con ubicazione dei piezometri di prova e di misura

| Numero        | Coordinate Cassini-Soldner |           |                |
|---------------|----------------------------|-----------|----------------|
|               | Nord                       | Est       | Quota          |
| <b>P1</b>     | -64418,175                 | 3 932,788 | <b>196,652</b> |
| <b>P12</b>    | -64451,789                 | 3 959,301 | <b>198,164</b> |
| <b>P12BIS</b> | -64454,398                 | 3 958,444 | <b>198,283</b> |
| <b>P13</b>    | -64486,314                 | 3 878,423 | <b>198,825</b> |
| <b>P13BIS</b> | -64486,719                 | 3 875,381 | <b>198,905</b> |

**Tab. 5.5.4/A:** coordinate e quota dei piezometri

Sulla base dei risultati ottenuti dalle prove e dalla loro interpretazione ne consegue:

- Le prove di portata a gradini hanno evidenziato una curva caratteristica di tipo lineare. Tale risultato è coerente con la presenza di una falda in pressione ma potrebbe indicare che la massima portata utilizzata (massima portata disponibile per la pompa installata) non è stata in grado di stimolare il pozzo). L'analisi dei grafici delle portate specifiche e degli abbassamenti specifici tuttavia indicano la presenza di falde in pressione o semiconfinate. Sulla base di tale assunzione si può assumere la portata critica e quindi quella di esercizio sia maggiore della portata massima utilizzata per la prova.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 63 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Dalle prove di lunga durata è stato possibile determinare i valori dei parametri idrogeologici i cui risultati sono riportati nella tabella seguente.

|             | Trammissività     | Coef. di immagazzinamento | Coef. di permeabilità | Raggio di influenza |
|-------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|
|             | T                 | S                         | K                     | R                   |
|             | m <sup>2</sup> /s |                           | m/s                   | m                   |
| <b>P12B</b> | 9,15E-04          | 0,640808                  | 2,38 E-05             | 39,27               |
| <b>P13B</b> | 6,10E-04          | 0,408500                  | 1,91 E-05             | 24,097              |
| <b>P12</b>  | 1,83 E-04         | 0,118300                  | 4,82 E-05             | 77,56               |
| <b>P13</b>  | 7,32E-04          | 0,817000                  | 2,85 E-05             | 18,67               |

**Tab. 5.5.4/B:** valori dei principali parametri idrogeologici

## 5.6 Idrochimica delle acque di falda

Al fine di fornire un quadro idrochimico delle falde su cui insiste l'impianto, sulla totalità dei pozzi si è proceduto al prelievo di campioni d'acqua da sottoporre ad analisi. Complessivamente sono stati prelevati 23 campioni che hanno consentito di fornire un quadro esaustivo della qualità delle acque.

### 5.6.1 Campionamento acque sotterranee e misure di campo

Il campionamento dei 23 pozzi/piezometri è stato eseguito con il metodo dinamico, mediante pompa sommersa previo spurgo di tre volumi e con una portata media di 5 l/m.

Le acque derivanti dallo spurgo sono state stoccate in cisterne e successivamente caratterizzate e smaltite.

Per tutti i pozzi previsti dal piano di indagine il campionamento è stato eseguito alla presenza dei tecnici ARPA Sardegna i quali hanno provveduto al prelievo di un'aliquota per l'esecuzione delle contro analisi presso i propri laboratori.

#### 5.6.1.1 Attività di laboratorio

Per l'esecuzione delle analisi sono state utilizzate le metodiche riportate in **Tab. 5.5.1.1/A**

| Parametro                 | Metodo   |
|---------------------------|--|
| <b>Campionamento</b>      | Manuale APAT 43 del 2006   |
| <b>pH</b>                 | APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003   |
| <b>Temperatura</b>        | APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003   |
| <b>Conducibilità'</b>     | APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003   |
| <b>Potenziale Redox</b>   | APHA Standard Methods for the examination of Water and Wastewater ed 23rd 2017, 2580B    |
| <b>Ossigeno disciolto</b> | APHA Standard Methods for the examination of Water and Wastewater ed 23rd 2017, 4500-O G |
| <b>Alluminio</b>          | EPA 6020B 2014   |
| <b>Antimonio</b>          | EPA 6020B 2014   |
| <b>Argento</b>            | EPA 6020B 2014   |
| <b>Arsenico</b>           | EPA 6020B 2014   |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 64 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

| Parametro   | Metodo                           |
|---|----------------------------------|
| Berillio  | EPA 6020B 2014                   |
| Cadmio  | EPA 6020B 2014                   |
| Cobalto   | EPA 6020B 2014                   |
| Cromo totale  | EPA 6020B 2014                   |
| Ferro   | EPA 6020B 2014                   |
| Mercurio  | EPA 6020B 2014                   |
| Nichel  | EPA 6020B 2014                   |
| Piombo  | EPA 6020B 2014                   |
| Rame  | EPA 6020B 2014                   |
| Selenio   | EPA 6020B 2014                   |
| Manganese   | EPA 6020B 2014                   |
| Tallio  | EPA 6020B 2014                   |
| Zinco   | EPA 6020B 2014                   |
| Boro  | EPA 6020B 2014                   |
| Cromo esavalente  | APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003 |
| Cloruri (come Cl)   | EPA 300.0 1999                   |
| Solfati (come SO4)  | EPA 300.0 1999                   |
| Azoto nitrico (come NO3)  | EPA 300.0 1999                   |
| Fluoruri (come F)   | EPA 300.0 1999                   |
| Azoto nitroso (come NO2)  | APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003   |
| Cianuro   | APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003   |
| Benzene   | EPA 8260D 2017                   |
| Etilbenzene   | EPA 8260D 2017                   |
| Stirene   | EPA 8260D 2017                   |
| Toluene   | EPA 8260D 2017                   |
| p+m-Xilene  | EPA 8260D 2017                   |
| Cloro Metano  | EPA 8260D 2017                   |
| Triclorometano  | EPA 8260D 2017                   |
| Cloruro di Vinile   | EPA 8260D 2017                   |
| 1,2-Dicloro Etano   | EPA 8260D 2017                   |
| 1,1-Dicloro Etilene   | EPA 8260D 2017                   |
| Tricloro Etilene  | EPA 8260D 2017                   |
| Tetracloro Etilene  | EPA 8260D 2017                   |
| Esacloro Butadiene  | EPA 8260D 2017                   |
| Sommatoria organoalogenati ( sommatoria D.Lgs. 152/06 All.5 Tab. 2) | EPA 8260D 2017                   |
| 1,1-Dicloro Etano   | EPA 8260D 2017                   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)   | EPA 8260D 2017                   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)   | EPA 8260D 2017                   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)                                     | EPA 8260D 2017                   |
| 1,2-Dicloro Propano   | EPA 8260D 2017                   |
| 1,1,2-Tricloro Etano  | EPA 8260D 2017                   |
| 1,2,3-Tricloro Propano  | EPA 8260D 2017                   |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano  | EPA 8260D 2017                   |
| Tribromometano  | EPA 8260D 2017                   |
| 1,2-Dibromo Etano   | EPA 8260D 2017                   |
| Dibromo Cloro Metano  | EPA 8260D 2017                   |
| Bromodiclorometano  | EPA 8260D 2017                   |
| Clorobenzene  | EPA 8260D 2017                   |
| Benzo (a) Antracene   | EPA 8270E 2017                   |
| Benzo (a) pirene  | EPA 8270E 2017                   |
| Benzo (b) fluorantene   | EPA 8270E 2017                   |
| Benzo (k) fluorantene   | EPA 8270E 2017                   |
| Benzo (g,h,i) perilene  | EPA 8270E 2017                   |
| Crisene   | EPA 8270E 2017                   |
| Dibenzo (a,h) Antracene   | EPA 8270E 2017                   |
| Indeno (1,2,3-c,d) pirene   | EPA 8270E 2017                   |
| Pirene  | EPA 8270E 2017                   |
| Sommatoria IPA (31,32,33,36)  | EPA 8270E 2017                   |
| 1,2 Diclorobenzene  | EPA 8270E 2017                   |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 65 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

| Parametro                                  | Metodo                           |
|--|----------------------------------|
| 1,4 Diclorobenzene                         | EPA 8270E 2017                   |
| 1,2,4 Triclorobenzene                      | EPA 8270E 2017                   |
| 1,2,4,5 Tetraclorobenzene                  | EPA 8270E 2017                   |
| Pentaclorobenzene                          | EPA 8270E 2017                   |
| Esaclorobenzene                            | EPA 8270E 2017                   |
| PCB di Totali                              | EPA 8270E 2017                   |
| Idrocarburi leggeri GROS                   | EPA 8015C 2007                   |
| Idrocarburi pesanti (DROS)                 | EPA 8015C 2007                   |
| Idrocarburi Totali (espressi come n-esano) | EPA 8015C 2007                   |
| PCDD-PCDF (I-TEQ Medium bound)             | EPA 1613 B 1994                  |
| Sodio                                      | EPA 6010D 2014                   |
| Potassio                                   | EPA 6010D 2014                   |
| Calcio                                     | EPA 6010D 2014                   |
| Magnesio                                   | EPA 6010D 2014                   |
| Alcali da Idrossidi                        | APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003 |
| Alcalinita' (mg/L CaCO3)                   | APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003 |
| Alcalinita' P (Come CO3--)                 | APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003 |
| Bicarbonati (come HCO3)                    | APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003 |
| 2,3,7,8-TETRACLORODIBENZODIOSSINA          | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,7,8-PENTA CLORODIBENZODIOSSINA       | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,4,7,8-ESACLORODIBENZODIOSSINA        | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,7,8,9-ESACLORODIBENZODIOSSINA        | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,6,7,8-ESACLORODIBENZODIOSSINA        | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,4,6,7,8-EPTACLORODIBENZODIOSSINA     | EPA 1613B 1994                   |
| OCTACLORODIBENZODIOSSINA                   | EPA 1613B 1994                   |
| 2,3,7,8-TETRA CLORODIBENZOFURANO           | EPA 1613B 1994                   |
| 2,3,4,7,8-PENTA CLORODIBENZOFURANO         | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,7,8-PENTA CLORODIBENZOFURANO         | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,4,7,8-ESACLORODIBENZOFURANO          | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,7,8,9-ESACLORODIBENZOFURANO          | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,6,7,8-ESACLORODIBENZOFURANO          | EPA 1613B 1994                   |
| 2,3,4,6,7,8-ESACLORODIBENZOFURANO          | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,4,6,7,8-EPTACLORODIBENZOFURANO       | EPA 1613B 1994                   |
| 1,2,3,4,7,8,9-EPTACLORODIBENZOFURANO       | EPA 1613B 1994                   |
| OCTACLORODIBENZOFURANO                     | EPA 1613B 1994                   |
| PCDD+PCDF TE WHO-TEQ CONV.WHO-TEF (Calc)   | EPA 1613B 1994 + WHO TEF 2005    |

Tab. 5.5.1.1/A: parametri e metodi relativi ai campioni d'acqua sotterranea.

### 5.6.1.2 Risultati analitici

I risultati delle analisi eseguite presso il laboratorio della SGS Italia sono stati sintetizzati in tabelle nelle quali per ogni pozzo/piezometro sono riportati i risultati dei monitoraggi mensili e trimestrali eseguiti nel periodo compreso tra il febbraio del 2018 al luglio del 2019 nei 21 piezometri presenti. Come si evince dalle tabelle il numero di analisi disponibile non è omogeneo per tutti i piezometri vista anche la diversa data di realizzazione degli stessi.

In termini di parametri analizzati si osservano due suite analitiche distinte, una completa e una ridotta (analisi mensili/trimestrali e analisi annuali).

Le analisi hanno evidenziato superamenti delle CSC della Tab. 2 (acque di falda). Tali superamenti (evidenziati in rosso) sono riepilogati nelle tabelle seguenti.

|  |   |  |  |  |  |  |                        |        |
|--|---|--|--|--|--|--|------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccusu, Comune di Serdiana |  |  |  |  |  | Provincia Sud Sardegna |        |
|  |   |  |  |  |  |  | Fg. 66 di 129          | Rev. 0 |

| PZ1                 |              |        | CA18-00358.001 | CA18-00675.001 | CA18-01022.001 | CA18-01377.001 | CA18-01780.001 | CA18-02131.001 | CA18-02545.001 | CA18-02941.001 | CA18-03422.001 |
|---------------------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parametro           | Unita Misura | Tab. 2 | 05/02/18       | 05/03/18       | 04/04/18       | 04/05/18       | 05/06/18       | 04/07/18       | 02/08/18       | 05/09/18       | 04/10/18       |
| Ferro               | µg/l         | 200    | 1370           | 1360           | 1400           | 1500           | 1710           | 1720           | 1650           | 1600           | 1680           |
| Manganese           | µg/l         | 50     | 442            | 566            | 512            | 555            | 625            | 577            | 573            | 661            | 524            |
| Nichel              | µg/l         | 20     | 26,9           | 33,0           | 29             | 26             | 28             | 26             | 29             | 27             | 22             |
| Arsenico            | µg/l         | 10     | 36,3           | 40,0           | 43             | 40             | 42             | 39             | 42             | 41             | 40             |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15   | 1,57           | 1,99           | 1,97           | 1,94           | 1,83           | 1,97           | 1,74           | 1,33           | 1,67           |
| PZ1                 |              |        | CA18-03962.001 | CA18-04498.001 | CA19-00087.001 | CA19-00506.001 | CA19-00924.001 | CA19-01411.001 | CA19-01974.001 | CA19-02439.001 | CA19-02920.001 |
| Parametro           | Unita Misura | Tab. 2 | 08/11/18       | 12/12/18       | 09/01/19       | 06/02/19       | 05/03/19       | 03/04/19       | 08/05/19       | 04/06/19       | 02/07/19       |
| Ferro               | µg/l         | 200    | 1690           | 1580           | 1740           | 1750           | 1690           | 1710           | 1550           | 1630           | 1690           |
| Manganese           | µg/l         | 50     | 679            | 711            | 773            | 855            | 795            | 814            | 836            | 850            | 848            |
| Nichel              | µg/l         | 20     | 25             | 23             | 23             | 27             | 26             | 24,7           | 23             | 28,6           | 25,5           |
| Arsenico            | µg/l         | 10     | 41             | 41             | 44             | 44             | 42             | 45,2           | 41,2           | 46,9           | 43,3           |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15   | 1,73           | 1,56           | 1,8            | 1,86           | 1,72           | 1,92           | 1,8            | 1,8            | 1,52           |

Tab. 5.6.1.2/A: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ1

| PZ2                 |              |        | CA18-00358.002 | CA18-00675.002 | CA18-01022.002 | CA18-01377.002 | CA18-01780.002 | CA18-02131.002 | CA18-02545.002 | CA18-02941.002 | CA18-03422.002 |
|---------------------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parametro           | Unita Misura | Tab. 2 | 05/02/18       | 05/03/18       | 04/04/18       | 04/05/18       | 05/06/18       | 04/07/18       | 02/08/18       | 05/09/18       | 04/10/18       |
| Ferro               | µg/l         | 200    | 794            | 970            | 867            | 958            | 1050           | 1030           | 1480           | 2050           | 1900           |
| Manganese           | µg/l         | 50     | 464            | 567            | 493            | 575            | 601            | 539            | 513            | 648            | 503            |
| Nichel              | µg/l         | 20     | 9,6            | 11,0           | 10             | 11             | 12             | 11             | 25             | 12             | 10             |
| Arsenico            | µg/l         | 10     | 16,8           | 19,0           | 18             | 18             | 19             | 17             | 20             | 23             | 23             |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15   | 3,29           | 4,83           | 4,64           | 4,37           | 4,48           | 4,4            | 4,49           | 3,65           | 4,71           |
| PZ2                 |              |        | CA18-03962.002 | CA18-04498.002 | CA19-00087.002 | CA19-00506.002 | CA19-00924.002 | CA19-01411.002 | CA19-01974.002 | CA19-02439.002 | CA19-02920.002 |
| Parametro           | Unita Misura | Tab. 2 | 08/11/18       | 12/12/18       | 09/01/19       | 06/02/19       | 05/03/19       | 03/04/19       | 08/05/19       | 04/06/19       | 02/07/19       |
| Ferro               | µg/l         | 200    | 545            | 152            | 134            | 138            | 148            | 138            | 90             | 83             | 68             |
| Manganese           | µg/l         | 50     | 503            | 239            | 196            | 189            | 177            | 171            | 171            | 186            | 169            |
| Nichel              | µg/l         | 20     | 11             | 11             | 9              | 9              | 9              | 10             | 8,4            | 14,2           | 12             |
| Arsenico            | µg/l         | 10     | 14             | 10             | 13             | 13             | 14             | 13,8           | 9,2            | 9,1            | 8,8            |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15   | 3,93           | 4,41           | 4,46           | 4,18           | 3,95           | 4,27           | 4,86           | 4,03           | 3,5            |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15   | <0,04          | 0,14           | 0,13           | 0,12           | 0,14           | 0,1            | 0,19           | 0,05           | 0,08           |

Tab. 5.6.1.2/B: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ2

|  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                        |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------------|--|--|--|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccesu, Comune di Serdiana |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Provincia Sud Sardegna |  |  |  |
|  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>Fig. 67 di 129</b>  |  |  |  |

| PZ5                 |              |        | CA1 8-0070 | CA1 8-0088 | CA1 8-0179 | CA1 8-0223 | CA1 8-0252 | CA1 8-0294 | CA1 8-0341 | CA1 8-0390 | CA1 8-0438 | CA1 9-0050 | CA1 9-0092 | CA1 9-0141 | CA1 9-0197 | CA1 9-0243 | CA1 9-0292 |
|---------------------|--------------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Parametro           | Unita Misura | Tab. 2 | 07/03/18   | 20/03/18   | 06/06/18   | 11/07/18   | 01/08/18   | 05/09/18   | 03/10/18   | 07/11/18   | 05/12/18   | 06/01/19   | 05/02/19   | 03/03/19   | 08/04/19   | 04/05/19   | 02/06/19   |
| Manganese           | µg/l         | 50     | 8,1        | 16         | 201        | 273        | 685        | 446        | 459        | 623        | 754        | 1540       | 197        | 430        | 627        | 701        | 822        |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15   | 0,22       | 0,15       | 0,04       | 0,04       | 0,05       | 0,03       | 0,05       | 0,05       | 0,05       | 0,04       | 0,04       | 0,05       | 0,04       | 0,04       | 0,03       |

Tab. 5.6.1.2/C: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ5

| PZ6       |              |        | CA18-00693.003 | CA18-01792.003 | CA18-02233.002 | CA18-02971.002 | CA18-04380.003 | CA19-00985.002 | CA19-02471.002 |    |
|-----------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Parametro | Unita Misura | Tab. 2 | 06/03/2018     | 06/06/2018     | 11/07/2018     | 06/09/2018     | 05/12/2018     | 07/03/2019     | 05/06/2019     |    |
| Ferro     | µg/l         | 200    | 200            | 490            | 788            | 8              | <25            | 20             | <25            | 13 |
| Manganese | µg/l         | 50     | 50             | 859            | 654            | 373            | <25            | <5             | <25            | <5 |

Tab. 5.6.1.2/D: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ6

| PZ7       |              |        | CA18-00708.003 | CA18-00882.002 | CA18-01632.001 | CA18-01881.001 | CA18-02233.003 | CA18-02524.002 | CA18-02922.002 | CA18-03909.002 | CA18-04352.002 | CA19-00952.002 | CA19-02507.002 |
|-----------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parametro | Unita Misura | Tab. 2 | 07/03/18       | 20/03/18       | 24/05/18       | 12/06/18       | 11/07/18       | 01/08/18       | 04/09/18       | 07/11/18       | 04/12/18       | 06/03/19       | 06/06/19       |
| Manganese | µg/l         | 50     | 246            | 118            | 182            | <25            | 118            | 85             | 58             | 66             | 34             | <25            | <5             |
| Nichel    | µg/l         | 20     | 29             | 27             | 8              | 8              | 15             | 26             | 16             | 12             | 10             | 8              | 5              |

Tab. 5.6.1.2/E: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ7

| PZ10      |              |        | CA18-02882.001 | CA18-04203.001 | CA19-01041.001 | CA19-02562.001 |    |
|-----------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| Parametro | Unita Misura | Tab. 2 | 31/08/2018     | 22/11/2018     | 12/03/2019     | 11/06/2019     |    |
| Manganese | µg/l         | 50     | 50             | 112            | 42             | <25            | <5 |

Tab. 5.5.1.3/F: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ10

| PZ10BIS   |              |        | CA18-02317.001 | CA18-04163.001 | CA19-01041.002 | CA19-02562.002 |
|-----------|--------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parametro | Unita Misura | Tab. 2 | 17/07/2018     | 21/11/2018     | 12/03/2019     | 11/06/2019     |
| Ferro     | µg/l         | 200    | 820            | 1330           | 221            | 66             |
| Manganese | µg/l         | 50     | 471            | 304            | 449            | 478            |
| Arsenico  | µg/l         | 10     | 16             | 8              | <5             | 2,2            |

Tab. 5.6.1.2/G: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ10B

| PZ11                 |              |        | CA19-02075.001 | CA19-03020.001 |
|----------------------|--------------|--------|----------------|----------------|
| Parametro            | Unita Misura | Tab. 2 | 14/05/2019     | 09/07/2019     |
| Campionamento        | -            |        |                |                |
| Dibromo Cloro Metano | µg/l         | 0,13   | 0,29           | 0,14           |
| Bromodichlorometano  | µg/l         | 0,17   | 0,2            | 0,093          |

Tab. 5.6.1.2/H: superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ11

|  |  |                           |        |
|--|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|  |  | Fg. 68 di 129             | Rev. 0 |

| PZ11BIS   |              |        | CA19-02119.001 | CA19-03020.002 |
|-----------|--------------|--------|----------------|----------------|
| Parametro | Unita Misura | Tab. 2 | 16/05/2019     | 09/07/2019     |
| Ferro     | ug/l         | 200    | 1030           | 1300           |
| Manganese | ug/l         | 50     | 964            | 885            |
| Arsenico  | ug/l         | 10     | 46,9           | 46,8           |

**Tab. 5.6.1.2/I:** superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ11B

| PZ12                |              |       | CA19-00828.001 | CA19-01463.001 | CA19-02121.001 | CA19-02439.004 | CA19-02920.004 |
|---------------------|--------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parametro           | Unita Misura | Tab.2 | 27/02/2019     | 04/04/2019     | 16/05/2019     | 04/06/2019     | 02/07/2019     |
| Manganese           | µg/l         | 50    | 1160           | 1280           | 844            | 887            | 923            |
| Nichel              | µg/l         | 20    | 60,6           | 65,5           | 56,3           | 64,8           | 54,6           |
| Cloruro di Vinile   | µg/l         | 0,5   | 0,81           | 0,9            | 1,33           | 1,46           | 1,3            |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15  | 3,6            | 3,73           | 3,54           | 5,02           | 3,97           |
| Mercurio            | µg/l         | 1     | 1,16           |                |                |                |                |

**Tab. 5.6.1.2/L:** superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ12

| PZ12BIS  |              |       | CA19-00847.001 | CA19-01383.002 | CA19-01974.006 | CA19-02439.005 | CA19-02920.005 |
|--|--------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parametro  | Unita Misura | Tab.2 | 28/02/2019     | 02/04/2019     | 08/05/2019     | 04/06/2019     | 02/07/2019     |
| Ferro  | µg/l         | 200   | 620            | 1360           | 3200           | 3810           | 4570           |
| Manganese  | µg/l         | 50    | 2820           | 2760           | 2000           | 2080           | 2130           |
| Nichel   | µg/l         | 20    | 194,8          | 207,7          | 189,2          | 218,6          | 196,5          |
| Arsenico   | µg/l         | 10    | 495,4          | 650,5          | 619            | 697            | 657,9          |
| Benzene  | µg/l         | 1     | 2,13           | 1,64           | 1,52           | 2,03           | 1,99           |
| Cloruro di Vinile  | µg/l         | 0,5   | 48,9           | 48,6           | 52,4           | 40,6           | 41,4           |
| Sommatoria organoalogenati (sommatoria D.Lgs. 152/06 All.5 Tab. 2) | µg/l         | 10    | 50,2           | 49,6           | 53             | 41,2           | 42             |
| 1,2-Dicloro Propano  | µg/l         | 0,15  | 6,6            | 6,73           | 6,52           | 6,73           | 5,94           |

**Tab. 5.6.1.2/M:** superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ12B

| PZ13                |              |       | CA19-00799.001 | CA19-01463.002 | CA19-01974.004 | CA19-02439.006 | CA19-02920.006 |
|---------------------|--------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parametro           | Unita Misura | Tab.2 | 26/02/2019     | 04/04/2019     | 08/05/2019     | 04/06/2019     | 02/07/2019     |
| Ferro               | µg/l         | 200   | 2410           | 1200           | 95             | 126            | 84             |
| Manganese           | µg/l         | 50    | 9800           | 4870           | 2310           | 1970           | 1750           |
| Nichel              | µg/l         | 20    | 81,9           | 79,1           | 65,2           | 88,6           | 61,2           |
| Arsenico            | µg/l         | 10    | 12,9           | 13,4           | 8,7            | 11             | 11,9           |
| Cloruro di Vinile   | µg/l         | 0,5   | 0,54           | 0,58           | 1,16           | 0,71           | 0,7            |
| 1,2-Dicloro Propano | µg/l         | 0,15  | 3,3            | 3,89           | 5,77           | 6,24           | 4,84           |
| Cobalto             | ug/l         | 50    | 217,9          | 141            | 72             | 93             | 73             |

**Tab. 5.6.1.2/N:** superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ13

|   |  |  |                           |               |
|---|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana |  | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  |  | <b>Fg. 69 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

| <b>PZ13BIS</b>                  |                     |              | CA19-00800.001 | CA19-01383.001 | CA19-01974.005 | CA19-02439.007 | CA19-02920.007 |
|---------------------------------|---------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Parametro</b>                | <b>Unita Misura</b> | <b>Tab.2</b> | 25/02/2019     | 02/04/2019     | 08/05/2019     | 04/06/2019     | 02/07/2019     |
| Manganese                       | µg/l                | <b>50</b>    | <b>433</b>     | <b>315</b>     | <b>441</b>     | <b>429</b>     | <b>375</b>     |
| Nichel                          | µg/l                | <b>20</b>    | <b>42,7</b>    | <b>43,2</b>    | <b>33,2</b>    | <b>41,5</b>    | <b>33,1</b>    |
| Benzene                         | µg/l                | <b>1</b>     | <b>2,15</b>    | <b>1,95</b>    | <b>0,65</b>    | <b>0,61</b>    | <b>0,71</b>    |
| Cloruro di Vinile               | µg/l                | <b>0,5</b>   | <b>4,03</b>    | <b>4,08</b>    | <b>4,03</b>    | <b>2,72</b>    | <b>2,24</b>    |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l                | <b>0,05</b>  | <b>0,08</b>    | <b>0,12</b>    | <b>0,15</b>    | <b>0,05</b>    | <b>0,06</b>    |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l                | <b>60</b>    | <b>173</b>     | <b>175</b>     | <b>172</b>     | <b>121</b>     | <b>123</b>     |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l                | <b>0,15</b>  | <b>8,9</b>     | <b>8,94</b>    | <b>9,88</b>    | <b>7,74</b>    | <b>7,98</b>    |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l                | <b>500</b>   | <b>850</b>     | <b>42</b>      | <b>575</b>     | <b>453</b>     | <b>406</b>     |

**Tab. 5.6.1.2/O:** superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ13B

| <b>PZ14BIS</b>   |                     |              | CA19-02044.001 |
|------------------|---------------------|--------------|----------------|
|                  |                     |              | PZ14BIS        |
| <b>Parametro</b> | <b>Unita Misura</b> | <b>Tab.2</b> | 13/05/2019     |
| Manganese        | µg/l                | 50           | <b>153</b>     |
| Arsenico         | µg/l                | 10           | <b>36,2</b>    |

**Tab. 5.6.1.2/P:** superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ14B

| <b>PZ17BIS</b>   |                     |                  | CA19-02090.001  |
|------------------|---------------------|------------------|-----------------|
|                  |                     |                  | <b>PZ17 bis</b> |
| <b>Parametro</b> | <b>Unita Misura</b> | <b>Tabella 2</b> | 15/05/2019      |
| Manganese        | µg/l                | 50               | <b>113</b>      |
| Arsenico         | µg/l                | 10               | <b>30,4</b>     |

**Tab. 5.6.1.2/Q:** superamenti delle CSC registrati nel pozzo PZ17B

Poiché i risultati analitici hanno evidenziato, per le acque dei Pozzi P15 e P16 (falda 2) la presenza di tracce di Diossine (P15 = 0,38 pg/l e P16 = 0,23 pg/L)) si è proceduto a eseguire la speciazione delle stesse per verificare la tossicità delle specie per le quali si è riscontrata la presenza.

Inoltre al fine di appurare la potenziale provenienza dai moduli della discarica la speciazione delle diossine è stata estesa anche a 2 campioni di percolato. Il campionamento del percolato ha riguardato il modulo 5 e 6 dell'impianto RSI (rifiuti solidi industriali).

I risultati della speciazione sono riportati in **Tab. 5.6.1.2/R.**

|   |  |  |  |  |  |  |                           |               |
|---|--|--|--|--|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana |  |  |  |  |  | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  |  |  |  |  |  | <b>Fig. 70 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |

| Descrizione del campione:             |                |                 | CA18-02317.001 | CA18-02882.001 | CA18-02454.001 | CA18-02592.001 | CA18-02400.001 | CA18-02845.001 | Percolato RSI Post Modulo 5 CA18-03080.001 | Percolato RSI in esercizio Modulo 6 CA18-03080.002 |
|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|--|
| Identificazione campione              |                |                 | P10 Bis        | P10            | P15 Bis        | P15            | P16 Bis        | P16            | PERC RSI                                   | PERC RSI   |
| PARAMETRI                             | Metodo         | Unità di Misura |                |                |                |                |                |                |  |  |
| 2,3,7,8-TETRACLORODIBENZODIOSINA      | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050                                    | < 0.050  |
| 1,2,3,7,8-PENTACLORODIBENZODIOSINA    | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,4,7,8-ESACLORODIBENZODIOSINA    | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,7,8,9-ESACLORODIBENZODIOSINA    | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,6,7,8-ESACLORODIBENZODIOSINA    | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | 1,6            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,4,6,7,8-EPTACLORODIBENZODIOSINA | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| OCTACLORODIBENZODIOSINA               | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.50         | < 0.50         | < 0.50         | 3,2            | < 0.50         | 2,4            | < 0.50                                     | < 0.50   |
| 2,3,7,8-TETRACLORODIBENZOFURANO       | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050        | < 0.050                                    | < 0.050  |
| 2,3,4,7,8-PENTACLORODIBENZOFURANO     | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,7,8-PENTACLORODIBENZOFURANO     | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,4,7,8-ESACLORODIBENZOFURANO     | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,7,8,9-ESACLORODIBENZOFURANO     | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,6,7,8-ESACLORODIBENZOFURANO     | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 2,3,4,6,7,8-ESACLORODIBENZOFURANO     | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,4,6,7,8-EPTACLORODIBENZOFURANO  | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| 1,2,3,4,7,8,9-EPTACLORODIBENZOFURANO  | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20         | < 0.20                                     | < 0.20   |
| OCTACLORODIBENZOFURANO                | EPA 1613B 1994 | pg/L            | < 0.50         | < 0.50         | < 0.50         | < 0.50         | < 0.50         | 1,9            | < 0.50                                     | < 0.50   |
| PCDD+PCDF TE WHO-                     | EPA 1613B      | pg/L            | < 0,23         | < 0,23         | < 0,23         | 0,38           | < 0,23         | 0,23           | < 0,23                                     | <  |

|   |  |  |  |  |  |  |                           |               |
|---|--|--|--|--|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana |  |  |  |  |  | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  |  |  |  |  |  | <b>Fg. 71 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

|                           |                     |                 |                |                |                |                |                |                |  |  |
|---------------------------|---------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|--|
| Descrizione del campione: |                     |                 | CA18-02317.001 | CA18-02882.001 | CA18-02454.001 | CA18-02592.001 | CA18-02400.001 | CA18-02845.001 | Percolato RSI Post Modulo 5 CA18-03080.001 | Percolato RSI in esercizio Modulo 6 CA18-03080.002 |
| Identificazione campione  |                     |                 | P10 Bis        | P10            | P15 Bis        | P15            | P16 Bis        | P16            | PERC RSI                                   | PERC RSI   |
| PARAMETRI                 | Metodo              | Unità di Misura |                |                |                |                |                |                |  |  |
| TEQ CONV.WHO-TEF (Calc)   | 1994 + WHO TEF 2005 |                 |                |                |                |                |                |                |  | <b>0.23</b>  |

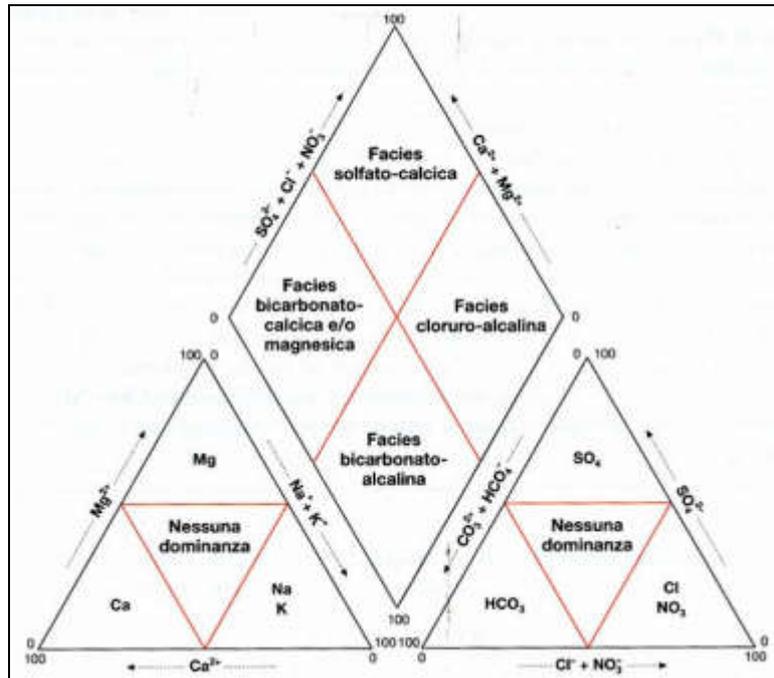
**Fig. 5.6.1.2/R:** risultati della speciazione delle diossine.

## 5.6.2 Classificazione delle acque

Per la classificazione delle acque di falda si è utilizzato il Diagramma di Piper **Fig. 5.6.2/A**.

Nei triangoli in basso, a sinistra sono riportati i valori di reazione in cinquantiesimi dei cationi (Ca, Mg, Na + K), a destra quelli degli anioni (HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> e Cl). I due triangoli forniscono quindi separatamente informazioni sulle composizioni cationiche ed anioniche dei vari campioni. Nel rombo centrale i quattro vertici rappresentano Ca+Mg, Na+K, SO<sub>3</sub>+Cl e HCO<sub>3</sub>; il punto rappresentativo del chimismo di un campione è dato dall'intersezione delle due rette tracciate parallelamente ai lati del rombo a partire dai due punti rappresentanti la composizione cationica ed anionica. Campioni aventi uguali rapporti percentuali fra gli elementi o gruppi chimici ma con salinità diversa appaiono sovrapposti in questi diagrammi.

|  |  |  |                           |               |
|--|--|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana |  | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|  |  |  | <b>Fig. 72 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |



**Fig. 5.5.25/A:** diagramma di Piper

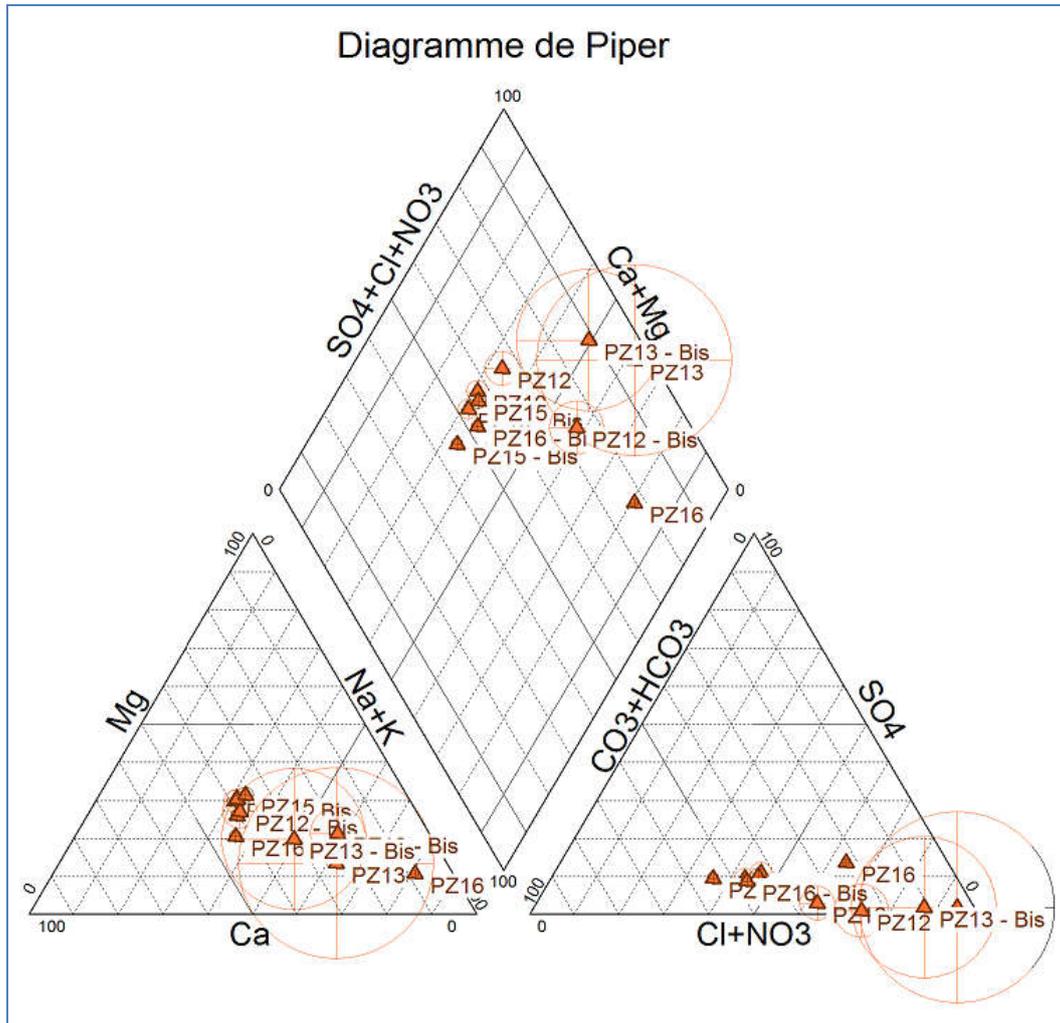
La classificazione delle acque è stata possibile solo per i 6 pozzi integrativi in quanto solo su questi sono state determinate le concentrazioni di carbonati, bicarbonati, cloruri e solfati per gli anioni e calcio, magnesio, sodio e potassio per i cationi.

I risultati di tali determinazioni, riportati in **Tab. 5.6.2/A**, sono stati inseriti nel diagramma di **Fig. 5.6.2/B**

|                         | PZ10 | PZ10B | PZ15  | PZ15B | PZ16 | PZ16B | PZ12  | PZ12B | PZ13 | PZ13B |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| Parametro               | mg/l | mg/l  | mg/l  | mg/l  | mg/l | mg/l  | mg/l  | mg/l  | mg/l | mg/l  |
| Cloruri (come Cl)       | 292  | 242   | 205   | 123   | 137  | 148   | 604   | 1160  | 5420 | 3640  |
| Solfati (come SO4)      | 93   | 71    | 61    | 43    | 40   | 39    | 40    | 19    | 137  | 95    |
| Bicarbonati (come HCO3) | 466  | 456,3 | 339,2 | 317,2 | 84,2 | 274,5 | 573,4 | 692,4 | 388  | 820   |
| Sodio                   | 123  | 103   | 88    | 74    | 140  | 80    | 206   | 508   | 1560 | 1150  |
| Potassio                | 6    | 6     | 5     | 4     | 6    | 4     | 12    | 50    | 901  | 286   |
| Calcio                  | 137  | 113   | 86,5  | 79,6  | 13,1 | 87,3  | 217   | 166   | 720  | 721   |
| Magnesio                | 63   | 54    | 46    | 31    | <10  | 25    | 90    | 103   | 237  | 278   |

**Tab. 5.6.2/A:** risultati delle determinazioni di anioni e cationi nei sei pozzi integrativi

|  |   |                        |        |
|--|---|------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud Sardegna |        |
|  |   | Fig. 73 di 129         | Rev. 0 |



**Fig. 5.6.2/B:** diagramma di Piper per i sei campioni prelevati nei pozzi integrativi

Dal diagramma si evince che la quasi totalità dei campioni considerati ricadono nel vertice inferiore della facies solfato - calcica ad esclusione del Pz13, Pz12, Pz12B e Pz16 che rientrano nella facies Cloruro Alcalina. Il Pz13B si posiziona al limite con la facies Cloruro - Sodica. Dal grafico si osserva che all'aumentare della salinità le acque tendono nettamente a Cloruro alcaline. Il rapporto sodio - Calcio è in generale minore di 1.

Tale classificazione indica che dal punto di vista idrochimico le acque, pur essendo separate dai punti vista degli acquiferi, hanno un'origine comune e che solo successivamente si differenziano in Falda 1 e 2. È evidente che per i pozzi 12 e 13 l'incremento dei cloruri sia nettamente imputabile alla contaminazione.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 74 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## 5.7 Indagini su suolo e sottosuolo

A seguito dei risultati dell'indagine geofisica, con riferimento ai due ERT realizzati in corrispondenza della viabilità principale e in adiacenza al modulo 1, nelle quali si evidenziavano zone a elevata caricabilità potenzialmente riconducibili alla presenza di percolato e/o al passaggio dello stesso è stata programmata, ed eseguita, un'indagine geognostica integrativa mirata a investigare le suddette anomalie.

Nello specifico sono stati eseguiti 3 sondaggi geognostici ambientali denominati S1, S1B e S4 spinti a profondità variabili in funzione della potenza delle anomalie.

Preliminarmente a ogni attività di indagine si è proceduto a materializzare i punti di indagine sulla base dei dati georeferenziati dei due stendimenti geoelettrici **Fig. 5.7/A**.

Durante l'esecuzione dei tre sondaggi se si escludono i primi metri caratterizzati da un'umidità medio alta, ma naturale, non si è riscontrata la presenza di percolato.

L'altra eventualità era quella che gli alti valori di caricabilità fossero imputabile alla presenza di manganese e ferro rilasciati dal passaggio di percolato e adsorbiti dai sedimenti.

Per verificare quest'ultima assunzione in ogni sondaggio si è proceduto al prelievo di 3 campioni rispettivamente nel primo metro, nel metro a fondo foro e nel metro intermedio.

Completivamente sono stati prelevati 11 campioni di suolo e sottosuolo più due campioni di bianco rappresentativi dei litotipi presenti (sabbie e argille) **Tab. 5.7/A**.

Su tutti i campioni tal quale sono stati determinate le concentrazioni di Ferro, Manganese, Nichel e Arsenico.

|   |   |                        |        |
|---|---|------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122 - Cagliari<br>Tel. 070 2116300 - Fax 070 2116380 - info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc. ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu - Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud Sardegna |        |
|   |   | Fig. 75 di 129         | Rev. 0 |

| TAL QUALE |   |              | CA19-03109.001          | CA19-03120.001           | CA19-03122.001            | CA19-03145.001             | CA19-03147.001             | CA19-03149.001               | CA19-03166.001               | CA19-03170.001               | CA19-03172.001            | CA19-03174.001            | CA19-03176.001            | C056-57    | C058       |
|-----------|---|--------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|------------|
|           |   |              | S 4 (da 0,40 a 1,40 mt) | S 4 (da 9,50 a 10,50 mt) | S 4 (da 16,60 a 17,60 mt) | S1B-01 (da 0,00 a 1,00 mt) | S1B-02 (da 7,00 a 8,00 mt) | S1B-03 (da 14,00 a 15,00 mt) | S1B-04 (da 19,00 a 20,00 mt) | S1B-05 (da 21,00 a 22,00 mt) | S1-01 (da 0,00 a 1,00 mt) | S1-02 (da 3,00 a 4,00 mt) | S1-03 (da 6,00 a 7,00 mt) | metabiosi  | Metagabi   |
| Parametro | Metodo  | Unita Misura | 12/07/2019              | 12/07/2019               | 12/07/2019                | 15/07/2019                 | 15/07/2019                 | 15/07/2019                   | 16/07/2019                   | 16/07/2019                   | 16/07/2019                | 16/07/2019                | 16/07/2019                | 30/07/2019 | 30/07/2019 |
| Umidita'  | DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2 | %            | 3,1                     | 1,2                      | 1,0                       | 1,7                        | 2,5                        | 1,5                          | 3,4                          | 3,2                          | 4,0                       | 5,1                       | 8,1                       | n.d.       | n.d.       |
| Ferro     | EPA 6020B 2014  | mg/kg        | 6900                    | 6300                     | 3500                      | 7800                       | 8500                       | 4400                         | 3500                         | 3100                         | 12000                     | 4500                      | 6300                      | 4155,9     | 11962,3    |
| Manganese | EPA 6020B 2014  | mg/kg        | 340                     | 560                      | 58                        | 230                        | 340                        | 110                          | 64                           | 46                           | 310                       | 170                       | 290                       | 283,29     | 43,837     |
| Nichel    | EPA 6020B 2014  | mg/kg        | 6,1                     | 4,9                      | 3,0                       | 7,4                        | 9,9                        | 4,4                          | 2,8                          | 2,6                          | 11,0                      | 4,2                       | 5,2                       | 5          | < 5        |
| Arsenico  | EPA 6020B 2014  | mg/kg        | 25                      | 21                       | 5,8                       | 14                         | 20                         | 11                           | 8,4                          | 7,3                          | 10                        | 14                        | 17                        | 5,0        | 13,9       |

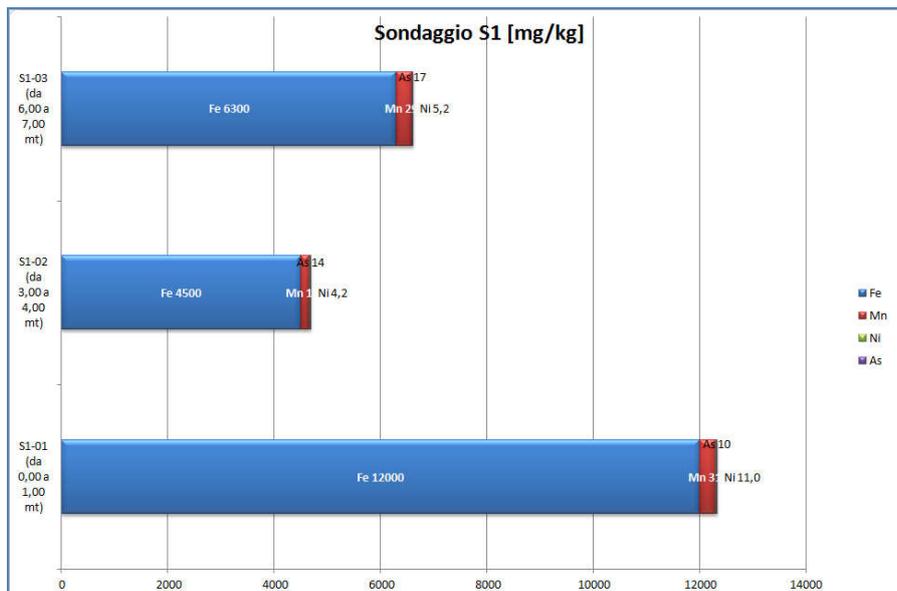
| ELUATO IN ACQUA   |                                      |              | CA19-03109.001          | CA19-03120.001           | CA19-03122.001            | CA19-03145.001             | CA19-03147.001             | CA19-03149.001               | CA19-03166.001               | CA19-03170.001               | CA19-03172.001            | CA19-03174.001            | CA19-03176.001            |
|-------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                   |                                      |              | S 4 (da 0,40 a 1,40 mt) | S 4 (da 9,50 a 10,50 mt) | S 4 (da 16,60 a 17,60 mt) | S1B-01 (da 0,00 a 1,00 mt) | S1B-02 (da 7,00 a 8,00 mt) | S1B-03 (da 14,00 a 15,00 mt) | S1B-04 (da 19,00 a 20,00 mt) | S1B-05 (da 21,00 a 22,00 mt) | S1-01 (da 0,00 a 1,00 mt) | S1-02 (da 3,00 a 4,00 mt) | S1-03 (da 6,00 a 7,00 mt) |
| Parametro         | Metodo                               | Unita Misura | 12/07/2019              | 12/07/2019               | 12/07/2019                | 15/07/2019                 | 15/07/2019                 | 15/07/2019                   | 16/07/2019                   | 16/07/2019                   | 16/07/2019                | 16/07/2019                | 16/07/2019                |
| Cloruri (come Cl) | UNI EN 12457-2:2004+EPA 300.0 1999   | mg/L         | <20                     | <20                      | <20                       | <20                        | <20                        | <20                          | <20                          | <20                          | <20                       | <20                       | <20                       |
| Ferro             | UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014 | ug/l         | 3625                    | 2620                     | 4783                      | 2988                       | 130                        | 4850                         | 3231                         | 1316                         | 7254                      | 720                       | 1557                      |
| Manganese         | UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014 | ug/l         | 53                      | 79                       | 45                        | 18                         | 83                         | 78                           | 68                           | 24                           | 220                       | 25                        | 37                        |
| Nichel            | UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014 | ug/l         | 1,4                     | 1,3                      | 1,1                       | 1,3                        | 5,5                        | 2,6                          | 1,6                          | 3,3                          | 7,8                       | <1,0                      | 1,4                       |
| Arsenico          | UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014 | ug/l         | 7,0                     | 35,0                     | 18,0                      | 6,4                        | 4,8                        | 32,0                         | 37,0                         | 34,0                         | 5,4                       | 29,0                      | 14,0                      |

| ELUATO IN ACIDO ACETICO |                |              | CA19-03119.001          | CA19-03121.001           | CA19-03124.001            | CA19-03146.001             | CA19-03148.001             | CA19-03150.001               | CA19-03169.001               | CA19-03171.001               | CA19-03173.001            | CA19-03175.001            | CA19-03177.001            |
|-------------------------|----------------|--------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                         |                |              | S 4 (da 0,40 a 1,40 mt) | S 4 (da 9,50 a 10,50 mt) | S 4 (da 16,60 a 17,60 mt) | S1B-01 (da 0,00 a 1,00 mt) | S1B-02 (da 7,00 a 8,00 mt) | S1B-03 (da 14,00 a 15,00 mt) | S1B-04 (da 19,00 a 20,00 mt) | S1B-05 (da 21,00 a 22,00 mt) | S1-01 (da 0,00 a 1,00 mt) | S1-02 (da 3,00 a 4,00 mt) | S1-03 (da 6,00 a 7,00 mt) |
| Parametro               | Metodo         | Unita Misura | 12/07/2019              | 12/07/2019               | 12/07/2019                | 15/07/2019                 | 15/07/2019                 | 15/07/2019                   | 16/07/2019                   | 16/07/2019                   | 16/07/2019                | 16/07/2019                | 16/07/2019                |
| Ferro                   | EPA 6020B 2014 | mg/L         | 0,049                   | 0,019                    | 0,028                     | 0,068                      | 0,044                      | 0,013                        | 0,022                        | 0,026                        | 0,240                     | 0,053                     | 0,009                     |
| Manganese               | EPA 6020B 2014 | mg/L         | 0,34                    | 0,56                     | 0,35                      | 0,08                       | 6,00                       | 0,49                         | 0,81                         | 0,25                         | 0,31                      | 5,00                      | 1,30                      |
| Nichel                  | EPA 6020B 2014 | mg/L         | 0,0028                  | 0,0037                   | 0,0048                    | 0,0026                     | 0,054                      | 0,0074                       | 0,0093                       | 0,0043                       | 0,0034                    | 0,031                     | 0,0089                    |
| Arsenico                | EPA 6020B 2014 | mg/L         | <0,0010                 | <0,0010                  | <0,0010                   | <0,0010                    | 0,0014                     | <0,0010                      | 0,0013                       | 0,001                        | 0,0011                    | 0,004                     | 0,00079                   |

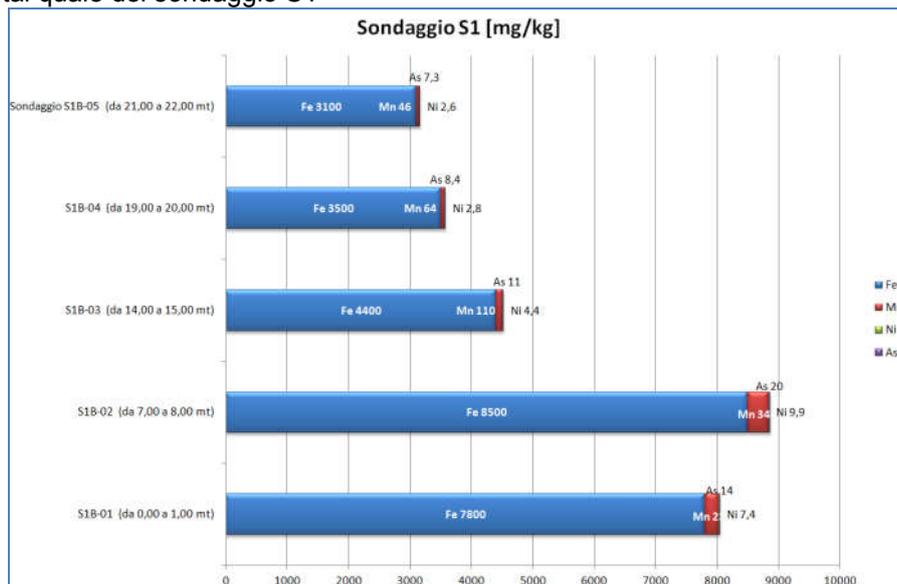
|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 76 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |

Dai risultati delle analisi su campione tal quale e dei relativi test di cessione si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Per quanto riguarda il sondaggio S1 (7 m) i risultati analitici sono disomogenei e non evidenziano correlazioni tra le concentrazioni e le relative profondità di campionamento **Fig. 5.7/B.**



**Fig: 5.7/B:** diagramma a barra delle concentrazioni dei metalli nei campioni tal quale del sondaggio S1



**Fig: 5.7/C:** diagramma a barra delle concentrazioni dei metalli nei campioni tal quale del sondaggio S1B

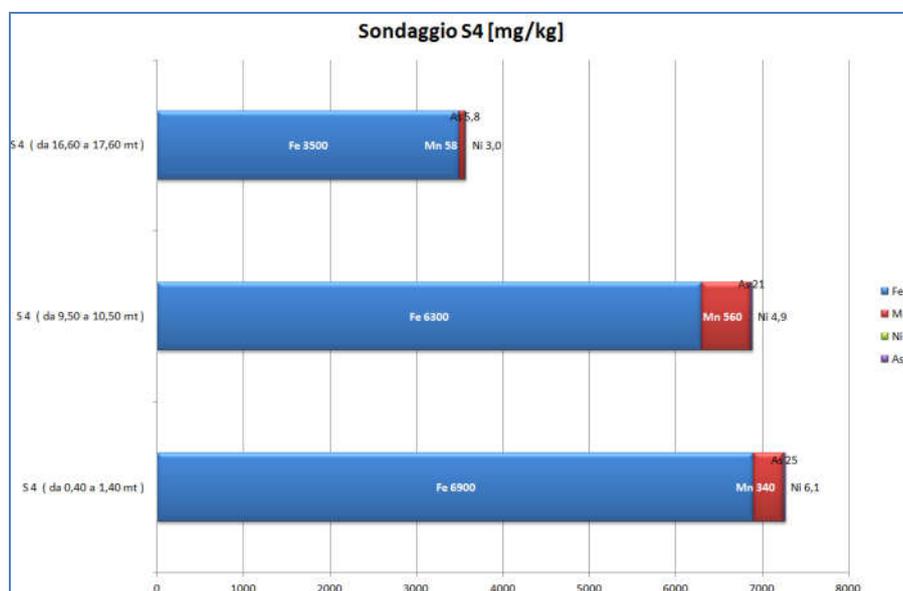
|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 77 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Nel sondaggio S1B (22 m) si può osservare una netta correlazione inversa tra le concentrazioni dei singoli metalli con la profondità di campionamento **Fig. 5.7/C**.

In linea generale i risultati del sondaggio S1B sono in accordo con le ipotesi che eventi meteorici eccezionali, verificatisi durante l'abbancamento dei primi strati abbiano prodotto un innalzamento del livello del percolato all'interno del pozzetto a una quota superiore a quella dell'impermeabilizzazione in HDPE dello stesso. Tale innalzamento avrebbe raggiunto vie di uscita attraverso la pareti di cls del pozzetto interessando i terreni circostanti e in profondità fino a raggiungere la falda. Tale meccanismo è stato favorito dalla presenza di materiale di riporto utilizzato per la sistemazione morfologica dell'area intorno al pozzetto e aree antistanti.

La differenza di permeabilità esistente tra il materiale di riporto e quello in posto (minore nei terreni in posto) può aver favorito la migrazione del percolato in senso orizzontale secondo vie preferenziali, spiegando in questo modo l'anomalia di caricabilità riscontrata nel transetto geoelettrico lungo la viabilità principale.

➤ Per il sondaggio S4 se si esclude il campione più superficiale all'incremento della profondità corrisponde decremento della concentrazione dei metalli.



**Fig: 5.7/C:** diagramma a barra delle concentrazioni dei metalli nei campioni tal quale del sondaggio S4

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 78 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## 5.8 Considerazioni conclusive al piano di accertamento

Le indagini geognostiche, eseguite con metodiche differenti (carotaggio e distruzione di nucleo) hanno raggiunto profondità differenti comprese tra un minimo di 50 (P13bis) e un massimo di 132 m (P11) e consentono, limitatamente a quanto realizzato e investigato di formulare le seguenti considerazioni che confermano e integrano le conoscenze sul sito:

- i sondaggi geognostici P10, P15 e P16, che hanno raggiunto il basamento paleozoico, hanno confermato che dal punto di vista stratigrafico l'impianto della discarica insiste su un importante deposito sedimentario miocenico costituito da alternanze di strati sabbiosi più o meno addensati e strati conglomeratici poligenici e eterogenici localmente a matrice argillosa. Tale deposito, che si caratterizza per una potenza massima di 127 m (P11), poggia in discordanza stratigrafica sul basamento paleozoico, costituito da metasedimenti della Formazione delle Arenarie di San Vito.
- dal punto di vista idrogeologico sono state individuate due falde confinate, denominate, dall'alto verso il basso, rispettivamente Falda 1 e Falda 2.

Nel settore di Su Siccusu la Falda 1 è ospitata in un acquifero costituito da litotipi conglomeratici e sabbiosi della Formazione di Nurallao. La quota del tetto della falda si attesta tra 49 m nel P16 bis e 57 m in corrispondenza dei pozzi P10 Bis e P15 bis. Si tratta quindi di una falda in pressione con risalite di circa 10 m a cui corrisponde una pressione relativa di circa 1 atm..

Anche la falda 2 è ospitata in un acquifero rappresentato dai litotipi conglomeratici e ghiaiosi della Formazione di Nurallao. La quota del tetto dell'acquifero si attesta tra 64 e 74 m in corrispondenza dei pozzi P10, 78 m in corrispondenza del pozzo P15 e tra 56 e 78 m nel pozzo P16. Il letto, ben evidente nei sondaggi, è rappresentato dai litotipi impermeabili del paleozoico.

Se si considera che in corrispondenza del P15 è stato possibile individuare il tetto dell'acquifero a 78 m e considerato che la soggiacenza è rilevata a 62 m si ha una risalita di 16 m corrispondente a una pressione di 1,5 atm circa.

Più a valle, in senso idrogeologico, la presenza delle due falde non è più evidente a indicare la confluenza in unica falda. In particolare in corrispondenza dei pozzi P11, P12 e P13 la quota piezometrica corrisponde a quella dei pozzi superficiali P11B, P12B e P13B. Si ha quindi un'unica falda (falda 1) che si instaura in un acquifero potente 40 m, parzialmente confinato

|  |  |                                   |               |
|--|--|-----------------------------------|---------------|
| <p>COMMITTENTE</p>  <p>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br/>- Cagliari<br/>Tel. 070 2116300 -<br/>Fax 070 2116380 -<br/>info@ecoserdiana.com</p> | <p>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE<br/>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br/>ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -<br/>Su Siccusu, Comune di Serdiana</p> | <p>Provincia Sud<br/>Sardegna</p> |               |
|  |  | <p>Fg. 79 di 129</p>              | <p>Rev. 0</p> |

(aquitard) costituito in nella porzione più superficiale da arenarie e conglomerati e in profondità da micro e macroconglomerati.

- Sulla base delle misure di soggiacenza è stato possibile ricostruire l'andamento delle isopieze limitatamente alla falda 1. La morfologia della falda si presenta particolarmente articolata. Dalla carta si evince che la principale direzione dell'alimentazione è orientata da ENE a OSO ossia dal P3 verso i tre pozzi P16, P15 e P6. In questo tratto si osserva la presenza di uno spartiacque che raccorda il P3 con il P15 bis. Tale spartiacque suddivide il deflusso in due direzioni distinte: la prima in direzione del P16 bis e la seconda verso il P6; in questo tratto il gradiente idraulico misurato è dell'8%.

Nella fascia compresa tra il P16 bis, P7, P6 e P15 bis la morfologia della falda ha un incremento del gradiente che passa dall'8% al 17%. Tale incremento può essere giustificato con una riduzione della permeabilità che impedisce il deflusso della falda.

A valle dell'allineamento tra i pozzi P16 bis e P7 il deflusso delle acque si caratterizza per la presenza di due spartiacque P16 bis - P8 e P16 bis - P10 bis. Questi spartiacque generano tre falde distinte caratterizzate da un gradiente rispettivamente del 3,5%, 7% e 8,8%.

A partire dal P16 bis e in direzione del P7 le isopieze assumono un andamento concavo a indicare un asse di drenaggio che in parte drena verso il P7 le acque provenienti da monte (P3). A valle del P10 bis si ha un'ulteriore riduzione del gradiente idraulico che passa dal 7% al 1,85%.

In questo settore sono presenti due linee di drenaggio molto accentuate che convergono nel P5. La prima segue l'allineamento dei P5 e P9bis; la seconda congiunge P6, P7, P8, P10 Bis e P5. Nel settore sud occidentale è presente uno spartiacque (P14B - P17B) che contiene, nell'area dell'impianto, le acque provenienti dal settore nord orientale (P3). Più a valle si osserva un forte decremento del gradiente idraulico che in corrispondenza dei pozzi P12B e P13B (area interessata dalla contaminazione) è del 1,80%.

In sintesi la morfologia della falda si caratterizza per un'alimentazione da NE e un drenaggio verso ovest.

- Il monitoraggio delle falde ha evidenziato, oltre quelli accertati per i pozzi P1 e P2, ulteriori superamenti delle CSC per diversi parametri. Sintesi dei superamenti è riportata nel par. 8.3 e relative tabelle riepilogative.

In generale per i pozzi preesistenti si confermano i superamenti delle CSC.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 80 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

1. Nel pozzo P1 per i parametri Ferro (1690 µg/l), Manganese (848 µg/l) Nichel (35,5 µg/l) e Arsenico (43,3 µg/l) per i metalli e 1,2 Dicloropropano (1,52 µg/l) per i Clorurati. L'analisi dell'andamento delle concentrazioni nel tempo indica un incremento per i metalli e un decremento per i clorurati.

2. Per il pozzo P2 attualmente in emungimento i superamenti riguardano il manganese (169 mg/l) per i metalli e Cloruro di Vinile (3.5 µg/l), 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) (101 µg/l) 1,2-Dicloro Propano (11,5 µg/l). Le ultime analisi evidenziano che a seguito dell'emungimento si è riscontrato un netto miglioramento della qualità delle acque con una riduzione dei superamenti iniziali e un trend di concentrazione in decremento.

3. Il pozzo P5 si registra un unico superamento rappresentato dal manganese (822 µg/l). Per questo parametro i valori sono fortemente altalenanti. Il superamento del 1,2 Dicloropropano registrata nei primi mesi del 2018 non si è più evidenziato. Si ricorda che questo pozzo veniva utilizzato per l'approvvigionamento idrico dell'impianto e che quindi in fase di emungimento ha favorito un richiamo deiclorurati verso monte in senso idrogeologico. Alla cessazione dell'emungimento il parametro è rientrato nei limiti di legge.

In generale per i pozzi preesistenti si confermano i superamenti delle CSC.

1. Il pozzo P10B (pozzo superficiale) posto a valle dei moduli 4, 5 e 6, ha evidenziato superamenti per manganese (478 µg/l),

2. Il pozzo P12 (pozzo profondo) posto in posizione intermedia tra il Modulo 1 e e il pozzo P1 ha evidenziato superamenti per manganese (923 µg/l) e nichel (54.6 µg/l) per i metalli e Cloruro di vinile (1,3 µg/l) 1,2 Dicloropropano (3,97 µg/l) per i clorurati.

3. Il pozzo P12B (pozzo superficiale) posto in posizione intermedia tra il Modulo 1 e e il pozzo P1 ha evidenziato superamenti per ferro (4570 µg/l) manganese (2130 µg/l), nichel (196,5 µg/l) e arsenico (657,9 µg/l) per i metalli. Cloruro di vinile (41,4 µg/l) 1,2 Dicloropropano (5,94 µg/l), sommatoria organoalogenati (42 µg/l) per i clorurati. Contrariamente a quanto riscontrato negli altri pozzi nel P12B si segnala il superamento del Benzene (1,99 42 µg/l).

4. Il pozzo P13 (pozzo profondo) , posto in corrispondenza del modulo 1, ha evidenziato superamenti per manganese (1750 µg/l), nichel (61,2 µg/l) e arsenico (11,9 µg/l) e cobalto (73 µg/l) per i metalli. Cloruro di vinile (0,7 µg/l) 1,2 Dicloropropano (4,84 µg/l).

5. Il pozzo P13B (pozzo superficiale) (Tab. 8.3/O), posto in corrispondenza del modulo 1, ha evidenziato superamenti per manganese (375 µg/l), nichel (33,1,2 µg/l) e arsenico (11,9 µg/l)

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 81 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

per i metalli. Cloruro di vinile (2,24 µg/l), 1,2 Dicloropropano (7,98 µg/l), 1,2 dicloroetilene (0,06 µg/l), 1,2 dicloroetilene (cis+trans) (123 µg/l) per i clorurati.

6. Il pozzo P14B (pozzo superficiale) (Tab. 8.3/P), posto a monte del modulo 2 ha evidenziato superamenti per manganese (153 µg/l) e arsenico (36.2 µg/l) per i metalli.

- Dalla sintesi dei superamenti non si riscontra, se non in tracce, la presenza di composti organo-clorurati in concentrazione pari o superiori alle CSC in alcuno dei piezometri a esclusione di quelli denominati P1, P2, P12, P12B, P13 e P13B.

Tale risultato indica che esiste una contaminazione della falda e che questa è limitata al settore occidentale dell'impianto della discarica in un'area antistante il modulo 1.

- La verifica di contaminazione della falda nel settore antistante il modulo 1 ha indotto a pensare che la contaminazione fosse riconducibile a un evento accidentale di "troppo pieno" del pozzetto di raccolta percolato del Modulo 1. Al fine di verificare tale ipotesi è stata realizzata una nuova prospezione geoelettrica in adiacenza al Modulo 1. L'indagine ha evidenziato due anomalie di caricabilità che hanno condotto a una nuova indagine geognostica e nuovi campionamenti di suolo e sottosuolo finalizzati a verificare un passaggio di percolato. In tal senso sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici e prelevati 11 campioni è determinato sul tal quale le concentrazioni di ferro, nichel, manganese e arsenico. I risultati ottenuti per il sondaggio S1B (sondaggio adiacente al pozzetto) indicano che lungo la verticale di indagine si osservano valori superiori alla media e decrescenti dall'alto verso il basso. Tale andamento è indice del passaggio del percolato con adsorbimento dei cationi da parte delle sabbie in posto. Anche l'esecuzione di test di cessione ha evidenziato rilasci di questi metalli in concentrazione compatibili con quelle riscontrate in falda.

- A seguito delle risultanti del piano di indagini il percolato proveniente dal modulo n°1 (chiuso), ha sicuramente interagito con la falda sottostante a causa di una accidentale fuoriuscita di percolato dal pozzetto di accumulo esterno alla discarica, in conseguenza, molto probabilmente, di eventi meteorici particolarmente intensi, accaduti nella fase iniziale di gestione del modulo. Tali eventi potenzialmente hanno determinato un innalzamento del livello del percolato all'interno del pozzetto a una quota superiore a quella dell'impermeabilizzazione in HDPE dello stesso. Tale innalzamento avrebbe raggiunto vie di uscita attraverso la pareti di cls del pozzetto interessando i terreni circostanti e in profondità fino a raggiungere la falda. Tale

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 82 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

meccanismo è stato favorito dalla presenza di materiale di riporto utilizzato per la sistemazione morfologica dell'area intorno al pozzetto e aree antistanti.

- In considerazione di quanto accertato nelle due fasi di indagine, si deduce che i moduli n° 4 e 5 (chiusi) ed il modulo n°6 (attualmente in esercizio), come peraltro già appurato nello studio del Primo Stralcio del Piano di Accertamento, sono sicuramente esclusi dall'interazione dei rispettivi percolati con la relativa falda sottostante ed estranea alle criticità riscontrate nei piezometri P1 e P2. Inoltre che tali criticità sono estese alla porzione di falda antistante il modulo 1 (chiuso) come evidenziato dai risultati ottenuti per i pozzi P12, P12B, P13 e P13B.

- 

## **6 ULTERIORI RISULTATI SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE DI FALDA IDRICA SOTTERRANEA**

Nei periodi successivi alla stesura della relazione tecnica descrittiva del Piano di Accertamento si è continuato il monitoraggio delle acque di falda. Nello specifico di seguito si riportano i risultati analitici mensili del periodo Agosto - Novembre relativamente ai pozzi ubicati nell'area di S'Arenaxiu.

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.comPIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccesu, Comune di SerdianaProvincia Sud  
Sardegna

Fig. 83 di 129

Rev. 0

| Pozzo P1                        |                 |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita<br>Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -               |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -               |       | 6,2    | 6,6    | 6,6    | 6,9    | 6,7    |
| Temperatura                     | °C              |       | 23,2   | 20,9   | 22,6   | 22,4   | 22     |
| Conducibilita'                  | µS/cm           |       | 5620   | 5600   | 5760   | 5640   | 5800   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L            |       | 1503   | 1640   | 1650   | 1730   | 1620   |
| Solfati (come SO4)              | mg/L            | 250   | 139    | 155    | 160    | 140    | 156    |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L            |       | <4,0   | <4,0   | <5,0   | <4,0   | 5      |
| Ferro                           | µg/l            | 200   | 1690   | 1460   | 1650   | 1690   | 1680   |
| Manganese                       | µg/l            | 50    | 848    | 799    | 860    | 851    | 864    |
| Nichel                          | µg/l            | 20    | 25,5   | 25,5   | 25,7   | 24     | 22,4   |
| Arsenico                        | µg/l            | 10    | 43,3   | 43,1   | 42,6   | 39,5   | 40,7   |
| Piombo                          | µg/l            | 10    | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l            | 50    |        | 3,4    | 3,5    | 3,3    | 3,3    |
| Benzene                         | µg/l            | 1     | 0,26   | 0,33   | 0,32   | 0,38   | 0,25   |
| Etilbenzene                     | µg/l            | 50    | 0,02   | 0,01   | <0,01  | 0,02   | <0,01  |
| Stirene                         | µg/l            | 25    | <0,01  | <0,01  | 0,01   | <0,01  | <0,01  |
| Toluene                         | µg/l            | 15    | 0,06   | 0,03   | 0,17   | 0,15   | 0,02   |
| p+m-Xilene                      | µg/l            | 10    | 0,05   | <0,02  | 0,05   | 0,1    | <0,02  |
| Solventi clorurati totali       | µg/l            |       | 3,1    | 3,6    | 3,6    | 4,2    | 3,2    |
| Cloro Metano                    | µg/l            | 1,5   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Triclorometano                  | µg/l            | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l            | 0,5   | 0,21   | 0,34   | 0,52   | 0,45   | 0,4    |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l            | 3     | 0,12   | 0,13   | 0,12   | 0,16   | 0,11   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l            | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Tricloro Etilene                | µg/l            | 1,5   | 0,04   | 0,04   | 0,03   | 0,05   | 0,04   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l            | 1,1   | 0,03   | 0,02   | 0,01   | 0,02   | <0,01  |
| Esacloro Butadiene              | µg/l            | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l            | 10    | 0,4    | 0,5    | 0,7    | 0,69   | 0,55   |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l            | 810   | 0,12   | 0,14   | 0,15   | 0,18   | 0,11   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l            |       | 0,86   | 0,92   | 0,96   | 1,16   | 0,87   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l            |       | <0,01  | 0,02   | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l            | 60    | 0,87   | 0,93   | 0,96   | 1,17   | 0,87   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l            | 0,15  | 1,52   | 1,78   | 1,53   | 1,95   | 1,53   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l            | 0,2   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l            | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l            | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L            |       | 0,1    | 0,05   | <0,05  | 0,09   | <0,05  |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l            | 500   | <20    | <20    | <20    | 37     | <20    |

Fig: 6/A: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo P1

|   |  |  |                           |        |
|---|--|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana |  | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  |  | Fig. 84 di 129            | Rev. 0 |

| Pozzo P2                        |                 |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita<br>Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -               |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -               |       | 6,1    | 6,6    | 6,6    | 6,7    | 6,6    |
| Temperatura                     | °C              |       | 25,8   | 28,8   | 23,5   | 27,8   | 20     |
| Conducibilita'                  | µS/cm           |       | 5410   | 5321   | 5240   | 5160   | 5200   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L            |       | 1350   | 1400   | 1390   | 1390   | 1290   |
| Solfati (come SO4)              | mg/L            | 250   | 54     | 62     | 59     | 79     | 55     |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L            |       | <4,0   | <4,0   | <5,0   | <4,0   | 4,3    |
| Ferro                           | µg/l            | 200   | 68     | 118    | 123    | 109    | 107    |
| Manganese                       | µg/l            | 50    | 169    | 151    | 189    | 166    | 186    |
| Nichel                          | µg/l            | 20    | 12     | 13,1   | 14,7   | 12,9   | 14,4   |
| Arsenico                        | µg/l            | 10    | 8,8    | 10     | 9,2    | 8,1    | 9      |
| Piombo                          | µg/l            | 10    | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l            | 50    |        | 2,9    | 3,3    | 2,7    | 2,9    |
| Benzene                         | µg/l            | 1     | 0,54   | 0,61   | 0,59   | 0,76   | 0,57   |
| Etilbenzene                     | µg/l            | 50    | 0,06   | 0,05   | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Stirene                         | µg/l            | 25    | <0,04  | 0,04   | 0,05   | 0,12   | <0,04  |
| Toluene                         | µg/l            | 15    | 0,11   | 0,11   | 0,1    | 0,08   | 0,09   |
| p+m-Xilene                      | µg/l            | 10    | 0,12   | <0,08  | <0,08  | <0,08  | <0,08  |
| Solventi clorurati totali       | µg/l            |       | 119    | 124    | 130    | 145    | 119    |
| Cloro Metano                    | µg/l            | 1,5   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | 0,33   |
| Triclorometano                  | µg/l            | 0,15  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | 0,05   |
| Cloruro di Vinile               | µg/l            | 0,5   | 3,5    | 4,42   | 5,35   | 4,53   | 5,33   |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l            | 3     | 1,21   | 1,18   | 1,21   | 1,74   | 1,2    |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l            | 0,05  | 0,08   | 0,16   | 0,05   | 0,07   | 0,07   |
| Tricloro Etilene                | µg/l            | 1,5   | 0,54   | 0,48   | 0,6    | 0,79   | 0,56   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l            | 1,1   | 0,5    | 0,44   | 0,49   | 0,61   | 0,49   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l            | 0,15  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l            | 10    | 5,9    | 6,7    | 7,7    | 7,8    | 8      |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l            | 810   | 0,53   | 0,55   | 0,56   | 0,7    | 0,59   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l            |       | 100    | 102    | 110    | 119    | 94,8   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l            |       | 0,41   | 0,44   | 0,44   | 0,52   | 0,54   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l            | 60    | 101    | 102    | 110    | 120    | 95,4   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l            | 0,15  | 11,5   | 14,1   | 11,9   | 16,1   | 14,5   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l            | 0,2   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l            | 0,001 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | 0,025  | <0,004 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l            | 0,05  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L            |       | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l            | 500   | 51     | 43     | 61     | 31     | <20    |

Fig: 6/B: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo P2

|   |  |                           |        |
|---|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  | Fig. 85 di 129            | Rev. 0 |

| Pozzo P5                        |              |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -            |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -            |       | 6,5    | 7      | 6,9    | 7,2    | 7,1    |
| Temperatura                     | °C           |       | 25,3   | 24,9   | 23,2   | 25,1   | 24     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 1510   | 1520   | 1550   | 1490   | 1400   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 252    | 259    | 254    | 277    | 249    |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 43     | 45     | 46     | 40     | 45     |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | <2,0   | <2,0   | <2,0   | 2,1    | 3,4    |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 9      | 905    | 558    | 237    | 23     |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | 822    | 460    | 295    | 141    | 250    |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 2,7    | 3,5    | 3,4    | 4,9    | 3      |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 2      | 12,3   | 6,9    | 6,8    | 2,2    |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    |        | 1,6    | 1      | <1,0   | <1,0   |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | 0,01   | <0,01  | <0,01  | 0,03   | 0,02   |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | 0,01   | <0,01  | <0,01  | 0,02   | <0,01  |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | <0,01  | 0,01   | 0,02   | 0,03   | <0,01  |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 0,03   | 0,03   | 0,17   | 0,2    | 0,02   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | 0,04   | <0,02  | 0,04   | 0,13   | <0,02  |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 0,29   | 0,3    | 0,19   | 0,25   | 0,29   |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,01  | <0,01  | 0,01   | 0,02   | <0,01  |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,01   | 0,02   | <0,01  | <0,01  | 0,02   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,01   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | 0,02   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | <0,2   | <0,2   | <0,2   | <0,20  | <0,040 |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,02   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | 0,01   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 0,11   | 0,14   | 0,12   | 0,08   | 0,06   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | <0,01  | 0,02   | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | 0,11   | 0,15   | 0,13   | 0,08   | 0,06   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 0,03   | 0,06   | 0,03   | 0,01   | 0,03   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | 0,02   |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | <0,05  | <0,05  | 0,17   | <0,05  | <0,05  |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | <20    | <20    | 38     | <20    | <20    |

Fig: 6/C: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo 5

|   |  |  |                           |        |
|---|--|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana |  | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  |  | Fig. 86 di 129            | Rev. 0 |

| Pozzo P11                       |              |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -            |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -            |       | 6,9    | 7,3    | 7,2    | 7,2    | 7,6    |
| Temperatura                     | °C           |       | 23,6   | 23     | 22,6   | 22,4   | 22     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 1380   | 1390   | 1450   | 1380   | 1300   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 237    | 256    | 249    | 247    | 256    |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 51     | 55     | 48     | 41     | 54     |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | 4,8    | 5,8    | 4,7    | 5      | 5,2    |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 5      | 9      | <5     | 10     | 5,3    |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | 2      | <5     | <5     | <5     | <5     |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 0,6    | 1,1    | <1,0   | 1      | 2,5    |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 1,1    | 2,9    | 2,5    | 3,5    | 5,4    |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | 0,4    | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    |        | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | 0,02   |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | 0,01   | <0,01  | <0,01  | 0,01   | <0,01  |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | 0,01   | <0,01  | 0,02   | <0,01  | <0,01  |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 0,02   | 0,03   | 0,08   | 0,11   | 0,03   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | 0,03   | <0,02  | 0,05   | 0,07   | <0,02  |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 0,57   | 0,36   | 0,33   | 0,31   | 0,28   |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | 0,13   | 0,05   | 0,07   | 0,06   | 0,02   |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,04   | 0,04   | 0,02   | 0,02   | 0,02   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,02   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,07   | 0,05   | 0,07   | 0,06   | 0,03   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | 0,3    | <0,2   | <0,2   | <0,20  | 0,11   |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | 0,01   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 0,01   | 0,02   | <0,01  | 0,01   | 0,03   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | 0,03   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 0,01   | 0,02   | <0,01  | <0,01  | 0,02   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | 0,02   |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  | <0,05  |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | 22     | <20    | <20    | <20    | 31     |

Fig: 6/D: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo 11

|   |  |  |                           |        |
|---|--|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana |  | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  |  | Fig. 87 di 129            | Rev. 0 |

| Pozzo P11B                      |              |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -            |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -            |       | 6,3    | 6,9    | 6,6    | 6,9    | 6,8    |
| Temperatura                     | °C           |       | 23,4   | 24,3   | 21,9   | 21,7   | 21     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 1790   | 1820   | 1830   | 1710   | 1600   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 265    | 284    | 276    | 262    | 278    |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 42     | 44     | 39     | 35     | 43     |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | <2,0   | <2,0   | <2,0   | <1,0   | <1,0   |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 1300   | 1210   | 1300   | 1610   | 1500   |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | 885    | 833    | 859    | 926    | 846    |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 2,1    | 2,4    | 1,6    | 2,4    | 2,7    |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 46,8   | 52,7   | 53,5   | 59,3   | 56     |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | <0,2   | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    |        | 4,5    | 4,3    | 5      | 4,4    |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | 0,34   | 0,28   | 0,35   | 0,42   | 0,24   |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | 0,01   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | <0,01  | <0,01  | 0,02   | <0,01  | <0,01  |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 0,02   | 0,03   | 0,09   | 0,1    | 0,04   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | 0,03   | <0,02  | 0,05   | 0,06   | <0,02  |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 9,3    | 8,3    | 11,2   | 14,4   | 7,8    |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | 0,4    | 0,38   | 0,46   | 0,61   | 0,34   |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,04   | 0,04   | 0,03   | 0,04   | 0,03   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | 0,02   | 0,03   | 0,01   | 0,01   | <0,01  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,09   | 0,07   | 0,11   | 0,11   | 0,08   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,05   | 0,04   | 0,05   | 0,06   | 0,02   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | 0,6    | 0,6    | 0,7    | 0,82   | 0,48   |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,09   | 0,08   | 0,1    | 0,12   | 0,07   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 7,03   | 6,29   | 8,89   | 11,6   | 6,03   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | 0,08   | 0,07   | 0,09   | 0,1    | 0,06   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | 7,11   | 6,36   | 8,99   | 11,7   | 6,08   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 1,38   | 1,15   | 1,31   | 1,61   | 1,09   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | 0,01   | 0,01   | <0,01  | <0,01  | <0,01  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | 1,51   | 1,83   | 0,77   | 0,25   | 0,08   |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | <20    | <20    | <20    | <20    | <20    |

Fig: 6/E: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo 11B

|   |  |                           |        |
|---|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  | Fig. 88 di 129            | Rev. 0 |

| Pozzo P12                       |              |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -            |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -            |       | 6,2    | 6,8    | 6,7    | 6,9    | 6,7    |
| Temperatura                     | °C           |       | 26,8   | 27,1   | 24,7   | 26,4   | 24     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 3150   | 3190   | 3150   | 3290   | 3200   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 660    | 698    | 700    | 745    | 686    |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 48     | 53     | 52     | 71     | 49     |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | <2,0   | <2,0   | <4,0   | <4,0   | <2,0   |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 65     | 57     | 87     | 113    | 134    |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | 923    | 910    | 983    | 902    | 1020   |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 54,6   | 52,7   | 56     | 50,6   | 55,5   |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 14,5   | 15,2   | 16,9   | 16,8   | 20,3   |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <5,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    |        | 4,3    | 4,6    | <5,0   | 4,4    |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | 0,32   | 0,33   | 0,36   | 0,48   | 0,3    |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | 0,05   | 0,04   | <0,02  | 0,05   | <0,02  |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | <0,02  | <0,02  | <0,02  | 0,05   | <0,02  |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 0,09   | 0,1    | 0,09   | 0,2    | 0,17   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | 0,07   | <0,04  | <0,04  | 0,11   | 0,1    |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 28,2   | 26,6   | 35,1   | 37,4   | 27,2   |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,02  | <0,02  | 0,16   | 0,14   | <0,02  |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | 1,3    | 1,58   | 2,31   | 1,92   | 1,68   |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,39   | 0,35   | 0,38   | 0,54   | 0,35   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,08   | 0,07   | 0,08   | 0,09   | 0,08   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,12   | 0,08   | 0,07   | 0,1    | 0,06   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | 1,9    | 2,1    | 3      | 2,8    | 2,2    |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,25   | 0,23   | 0,26   | 0,33   | 0,2    |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 21,4   | 19,1   | 26,7   | 28,4   | 19,4   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | 0,1    | 0,09   | 0,12   | 0,08   | 0,04   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | 21,5   | 19,2   | 26,8   | 28,5   | 19,5   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 3,97   | 4,5    | 4,6    | 5,06   | 4,76   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | <0,05  | 0,08   | 0,05   | <0,05  | <0,05  |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | <20    | <20    | <20    | <20    | <20    |

Fig: 6/F: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo 12

|   |  |                |                           |  |
|---|--|----------------|---------------------------|--|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana |                | Provincia Sud<br>Sardegna |  |
|   |  | Fig. 89 di 129 | Rev. 0                    |  |

| Pozzo P12B                      |              |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -            |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -            |       | 6,1    | 6,7    | 6,8    | 6,9    | 6,7    |
| Temperatura                     | °C           |       | 24,8   | 27,5   | 24,8   | 26,3   | 25     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 5830   | 6116   | 6230   | 6280   | 6400   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 1521   | 1650   | 1710   | 1600   | 1700   |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 16     | 20     | <25    | 68     | <20    |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | <2,0   | <4,0   | <5,0   | <5,0   | <4,0   |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 4570   | 4220   | 4430   | 5810   | 6560   |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | 2130   | 1980   | 2200   | 2190   | 2250   |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 196,5  | 182,9  | 198,2  | 182,2  | 194,8  |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 657,9  | 615,5  | 608,8  | 580,8  | 658,8  |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | <1,0   | 1      | 1,2    | <1,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    |        | 29     | 31     | 26     | 27     |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | 1,99   | 2,47   | 2,09   | 2,78   | 1,69   |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | 0,35   | 0,4    | 0,44   | 0,52   | 0,31   |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | <0,02  | 0,02   | 0,03   | 0,06   | 0,02   |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 1,31   | 1,67   | 1,48   | 1,84   | 1,24   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | 0,29   | 0,27   | 0,33   | 0,47   | 0,29   |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 102    | 98,5   | 110    | 112    | 82     |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,02  | <0,02  | 1,04   | 0,88   | <0,02  |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | 41,4   | 48,9   | 57,2   | 50,5   | 42,7   |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,49   | 0,54   | 0,46   | 0,69   | 0,43   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,05   | 0,06   | 0,03   | 0,09   | 0,07   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,07   | 0,05   | 0,03   | 0,05   | 0,04   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | 42     | 49,5   | 58,8   | 52,2   | 43     |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,22   | 0,24   | 0,24   | 0,32   | 0,18   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 44,8   | 40,3   | 43,8   | 51,3   | 31,7   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | 0,19   | 0,19   | 0,28   | 0,25   | 0,18   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | 45     | 40,5   | 44,1   | 51,6   | 31,9   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 5,94   | 7,05   | 5,61   | 6,78   | 5,51   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  | <0,02  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | 0,11   | 0,16   | <0,05  | <0,05  | <0,05  |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | 66     | <20    | <20    | <20    | <20    |

Fig: 6/G: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo 12B

|   |  |                |        |                           |  |
|---|--|----------------|--------|---------------------------|--|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana |                |        | Provincia Sud<br>Sardegna |  |
|   |  | Fig. 90 di 129 | Rev. 0 |                           |  |

| Pozzo P13                       |              |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -            |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -            |       | 6,4    | 6,4    | 6,6    | 6,5    | 6,5    |
| Temperatura                     | °C           |       | 28     | 24,5   | 23,7   | 21     | 20     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 27360  | 26300  | 23400  | 23000  | 24000  |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 10200  | 8700   | 8960   | 7710   | 8660   |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 201    | 176    | 121    | 167    | 300    |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | 8,2    | <4,0   | 6,7    | 9,7    | <20,0  |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 101    | 89     | 697    | 65     | 56     |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | 1090   | 1020   | 985    | 703    | 510    |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 48,5   | 44,3   | 52,5   | 33,2   | 32     |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 14,2   | 11,8   | 82,3   | 11,4   | 9,4    |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | 4      | 1,9    | <5,0   | <1,0   | 1,7    |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    | 41     | 32     | 23     | 21     | 20     |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | 0,31   | 0,13   | 0,14   | 0,17   | 0,43   |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | 0,04   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | <0,04  | <0,04  | 0,09   | <0,04  | <0,04  |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 0,09   | <0,04  | <0,04  | 0,07   | 0,06   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | <0,08  | <0,08  | <0,08  | 0,12   | 0,1    |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 89,6   | 100    | 112    | 74,3   | 80,1   |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | 0,11   | <0,04  |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | 0,05   | <0,04  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | 0,71   | 1,28   | 0,97   | 0,84   | 1,07   |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,99   | 1,04   | 1,39   | 0,87   | 0,93   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | 0,12   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,13   | 0,12   | 0,16   | 0,18   | 0,19   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,19   | 0,18   | 0,23   | 0,21   | 0,27   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | 2,2    | 2,6    | 2,8    | 2,3    | 2,5    |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,11   | 0,1    | 0,11   | 0,16   | 0,15   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 81     | 91,2   | 101    | 71,2   | 70,2   |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | 0,27   | 0,32   | 0,31   | 0,2    | 0,24   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | 81,3   | 91,5   | 101    | 71,4   | 70,5   |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 5,79   | 5,67   | 6,8    | 6,03   | 6,48   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | 1,07   | 0,93   | 0,82   | 0,32   | 0,45   |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | <20    | <20    | <20    | 30     | 67     |

Fig: 6/H: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo 13

|   |  |                           |        |
|---|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  | Fig. 91 di 129            | Rev. 0 |

| Pozzo P13B                      |              |       |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | lug-19 | ago-19 | set-19 | ott-19 | nov-19 |
| Campionamento                   | -            |       |        |        |        |        |        |
| pH                              | -            |       | 6,5    | 6,6    | 6,7    | 6,6    | 6,7    |
| Temperatura                     | °C           |       | 30     | 26,3   | 26     | 22     | 20     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 9622   | 9760   | 9670   | 9100   | 8800   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 2960   | 2700   | 2870   | 2580   | 2760   |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 86     | 75     | 91     | 74     | 140    |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | 7,3    | <5,0   | 8,2    | 8,5    | <10,0  |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 24     | 26     | 22     | 12     | 12     |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | 322    | 334    | 310    | 292    | 294    |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 35     | 36,7   | 35,4   | 35,5   | 38,4   |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 5,9    | 6      | 5,7    | 5,9    | 5,8    |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | <1,0   | <1,0   | <2,0   | <1,0   | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    | 2,1    | 1,9    | <2,0   | 1,6    | 1,6    |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | 1,2    | 1,19   | 1,88   | 1,37   | 1,43   |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | 0,06   | 0,04   | 0,1    | <0,04  | <0,04  |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 0,09   | <0,04  | 0,1    | 0,1    | 0,08   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | <0,08  | <0,08  | 0,09   | <0,08  | <0,08  |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 145    | 185    | 193    | 155    | 159    |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | 0,11   | 0,11   |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | 3,08   | 3,85   | 3,9    | 4,26   | 4,25   |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,71   | 0,61   | 0,98   | 0,69   | 0,63   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | 0,13   | <0,04  | 0,07   | 0,05   | <0,04  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,2    | 0,15   | 0,27   | 0,24   | 0,22   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,23   | 0,18   | 0,28   | 0,22   | 0,25   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | 4,4    | 4,8    | 5,5    | 5,6    | 5,5    |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,11   | 0,08   | 0,1    | 0,14   | 0,11   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 131    | 172    | 178    | 140    | 145    |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | 0,52   | 0,65   | 0,75   | 0,5    | 0,46   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | 131    | 173    | 179    | 141    | 146    |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 8,66   | 6,17   | 7,74   | 7,33   | 6,87   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  | <0,04  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | 0,33   | 0,25   | 0,22   | <0,05  | 0,4    |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | 271    | 300    | 214    | 182    | 171    |

Fig: 6/I: risultati delle analisi chimiche delle acque sotterranee nel Pozzo 13B

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 92 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

## 7 INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA

In ottemperanza a quanto richiesto dalla Provincia Sud Sardegna, con nota prot. n. 9770, e relativa alla necessità di provvedere all'immediata attivazione delle misure di prevenzione necessarie per impedire/limitare il diffondersi della contaminazione accertata, la Soc. Ecoserdiana nel mese di aprile 2019 ha attivato tali misure.

In tal senso i pozzi P2, P12, P12B, P13 e P13B sono stati armati con l'installazione di elettropompe sommerse del tipo inverter in grado di garantire un emungimento continuo delle acque di falda.

Ogni postazione è stata dotata di un monitoraggio sia del livello piezometrico, sia della portata emunta **Fig 7/A**.



**Fig. 9/A:** particolare del sistema di monitoraggio installato nei pozzi in emungimento

Il monitoraggio del livello piezometrico è garantito da datalogger digitali tarati per restituire i dati con una frequenza di 12 ore.

Le portate emunte sono monitorate attraverso un contatore di portata analogico.

Per ognuna delle tre stazioni, P2, P12 e P13, è stato adibito per l'accumulo delle acque emunte dai singoli piezometri un deposito temporaneo, mediante un semirimorchio cisterna. Ogni deposito è debitamente segnalato mediante un cartello recante **“Cantiere discarica – deposito temporaneo – CER 161002 – acque spurgo piezometri” Fig. 7/B**.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 93 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |



**Fig. 7/B:** cisterna per l'accumulo delle acque emunte. Sistema "Pump and stok"

Il 12 novembre 2019 le misure di prevenzione sono state estese al Pozzo P1  
 Allo stato attuale le portate di emungimento sono impostate su 1 - 2 l/min.

## **8 MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE**

Il modello concettuale preliminare è realizzato sulla base delle informazioni storiche disponibili, oltre che dai risultati delle indagini svolte nell'ambito del Piano di Accertamento che hanno interessato in modo approfondito le acque sotterranee e subordinatamente suolo e sottosuolo.

Con il modello concettuale preliminare si vogliono descrivere:

- le caratteristiche specifiche del sito in termini di potenziali fonti della contaminazione;
- estensione, caratteristiche e qualità preliminari delle matrici ambientali influenzate dalla presenza dell'attività esistente o passata svolta sul sito;
- potenziali percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 94 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

Parte integrante e fondamentale del modello concettuale del sito è la definizione preliminare, sulla base delle informazioni storiche a disposizione, delle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi superficiali e profondi in quanto possibili veicoli della contaminazione.

## 8.1 Potenziali sorgenti di contaminazione

Il Piano di Accertamento, precedentemente descritto ha consentito di confermare il superamento dei CSC nelle acque sotterranee in località S'arenaxiu. Per le caratteristiche dei parametri per i quali si è riscontrato il superamento delle CSC (clorurati, elevati valori di conducibilità e di cloruri) la sorgente primaria è da ricondurre a un'infiltrazione accidentale di percolato in occasione di un troppo pieno del pozzo di raccolta del Modulo 1.

Tale infiltrazione di percolato ha raggiunto la falda idrica che pur essendo confinata (si veda risalita) è da considerare un acquitard che nel tempo ha consentito una permeazione in falda. L'accidentalità dell'evento è testimoniata nei Pozzi 13 e 13B, dall'incremento in falda della conducibilità e dei cloruri

Con la profondità **Tab. 8.2/A**. L'andamento inverso e con valori decisamente inferiori possono essere spiegati si spiegano degli stessi parametri riscontrato nei Pozzi 12 e 12B si spiegano Con una posizione periferica del plum di contaminazione e dall diverso grado di permeabilità dell'aquitard.

Se si considera l'infiltrazione di percolato come accidentale viene a mancare la sorgente primaria, mentre sussiste quella secondaria rappresentata dalle acqua di falda per le quali si sono riscontrati superamenti delle CSC.

Di seguito si riporta una tabella informativa sullo stato di conoscenza del sito in esame in parte già illustrato nel presente documento.

## 8.2 Estensione, caratteristiche e qualità preliminari delle matrici ambientali influenzate dalla presenza dell'attività' esistente o passata svolta sul sito

L'esecuzione del piano di accertamento e quindi la realizzazione di 14 nuovi piezometri a integrazione dei 9 esistenti ha consentito di confermare il superamento delle CSC per diversi parametri ma, nello specifico e limitatamente alle indagini eseguite, definire l'estensione della contaminazione sia in senso orizzontale, sia in quello verticale.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 95 di 129</b>      | <b>Rev. 0</b> |

### **Estensione areale della contaminazione**

Per la definizione dell'estensione areale della contaminazione I risultati analitici sulla qualità delle acque di falda sono stati restituiti in forma di elaborati grafici rappresentati da carte delle isoconcentrazioni estese a tutta la superficie dell'impianto. Per l'elaborazione delle linee di uguale concentrazione si è ricorso al metodo statistico di Kriging. Questo tipo di elaborazione presuppone l'utilizzo di dati omogenei che nel caso specifico sono rappresentati dai risultati analitici delle acque di falda dei piezometri superficiali (suite ridotta) e relativi al mese di Giugno 2019. Dall'analisi degli elaborati grafici si evince che la porzione di falda interessata dai superamenti è localizzata arealmente in corrispondenza dei Pozzi 1, 2, 12, 12Bis, 13, 13Bis, 11 e 11Bis.

Nelle figure seguenti si riportano gli stralci delle carte delle isofreatiche dei parametri con superamento delle CSC, con riferimento alla porzione areale interessata dai pozzi/piezometri sopra citati.

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.com

PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccusu, Comune di Serdiana

Provincia Sud  
Sardegna

Fg. 96 di 129

Rev. 0

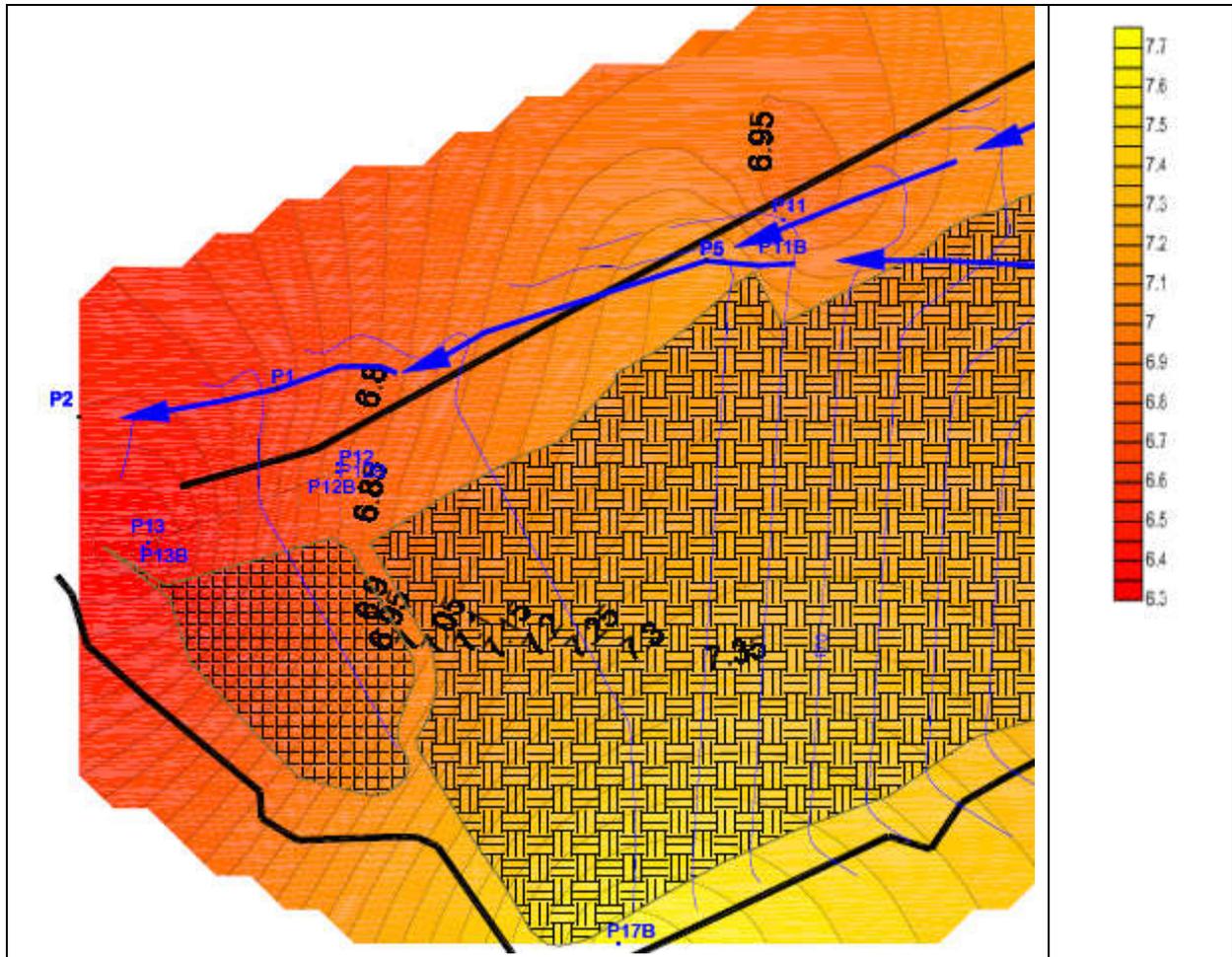


Fig. 8.2/A: carta della distribuzione del pH

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.com

PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccesu, Comune di Serdiana

Provincia Sud  
Sardegna

Fg. 97 di 129

Rev. 0

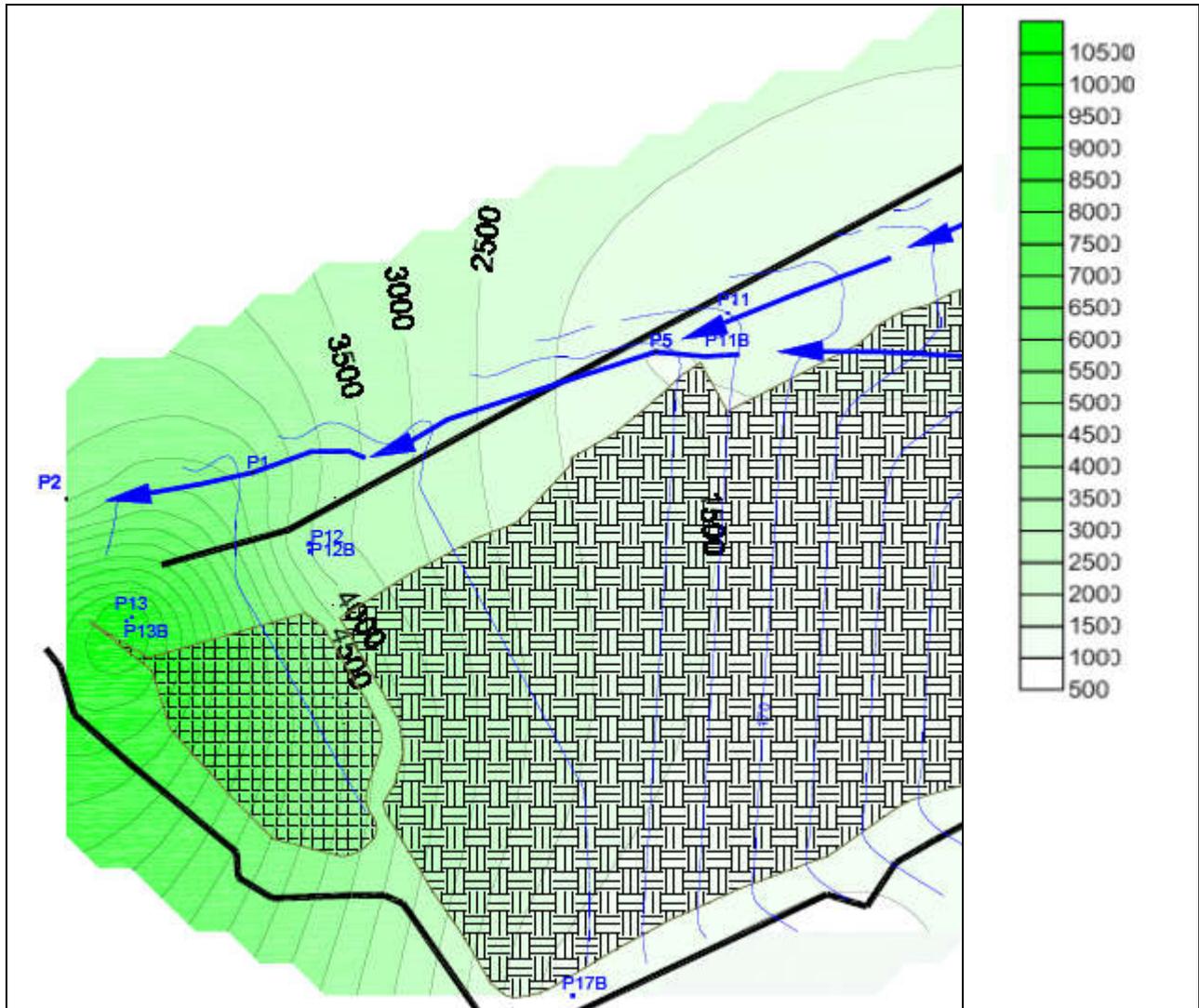


Fig. 8.2/B: carta della distribuzione della conducibilità

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.com

PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccusu, Comune di Serdiana

Provincia Sud  
Sardegna

Fg. 98 di 129

Rev. 0

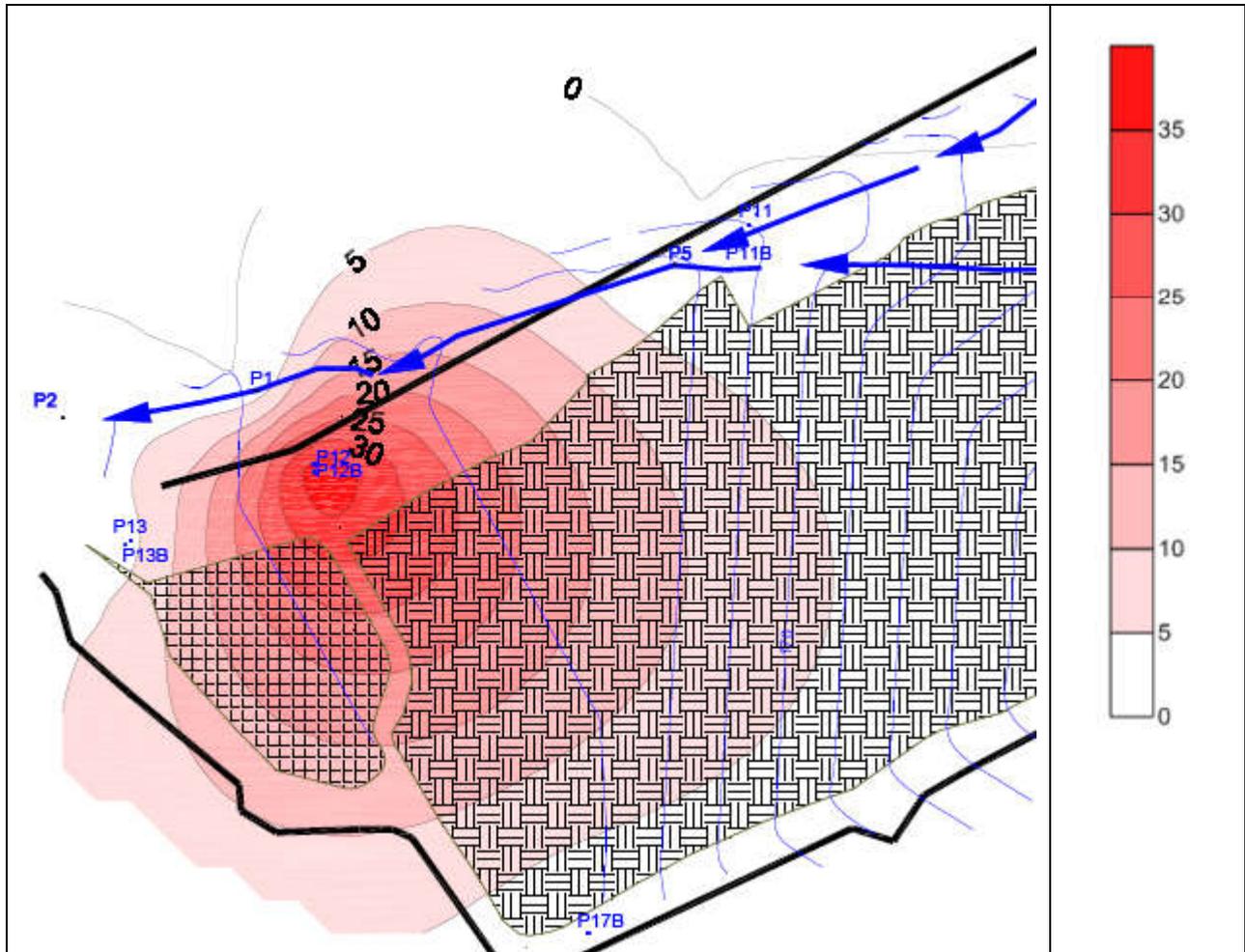


Fig. 8.2/C: carta della distribuzione del Cloruro di Vinile

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.com

PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccesu, Comune di Serdiana

Provincia Sud  
Sardegna

Fg. 99 di 129

Rev. 0

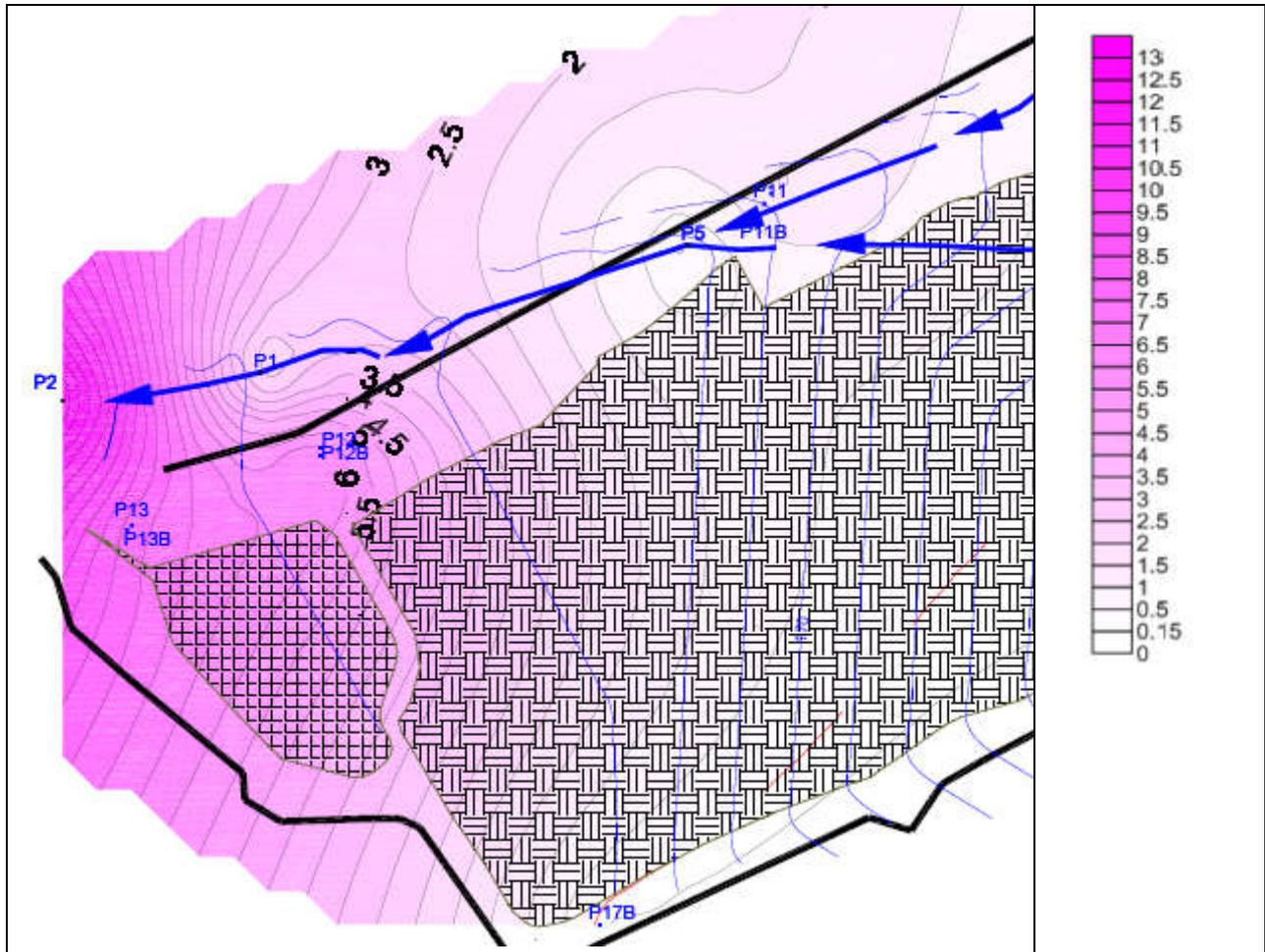


Fig. 8.2/C: carta della distribuzione del 1-2 Dicloro Propano

COMMITTENTE

**ECOSERDIANA**

Via dell'Artigianato, 6 - 09122  
- Cagliari  
Tel. 070 2116300 -  
Fax 070 2116380 -  
info@ecoserdiana.com

PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
Impianto di discarica gestito dalla Soc.  
ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -  
Su Siccusu, Comune di Serdiana

Provincia Sud  
Sardegna

Fig. 100 di 129

Rev. 0

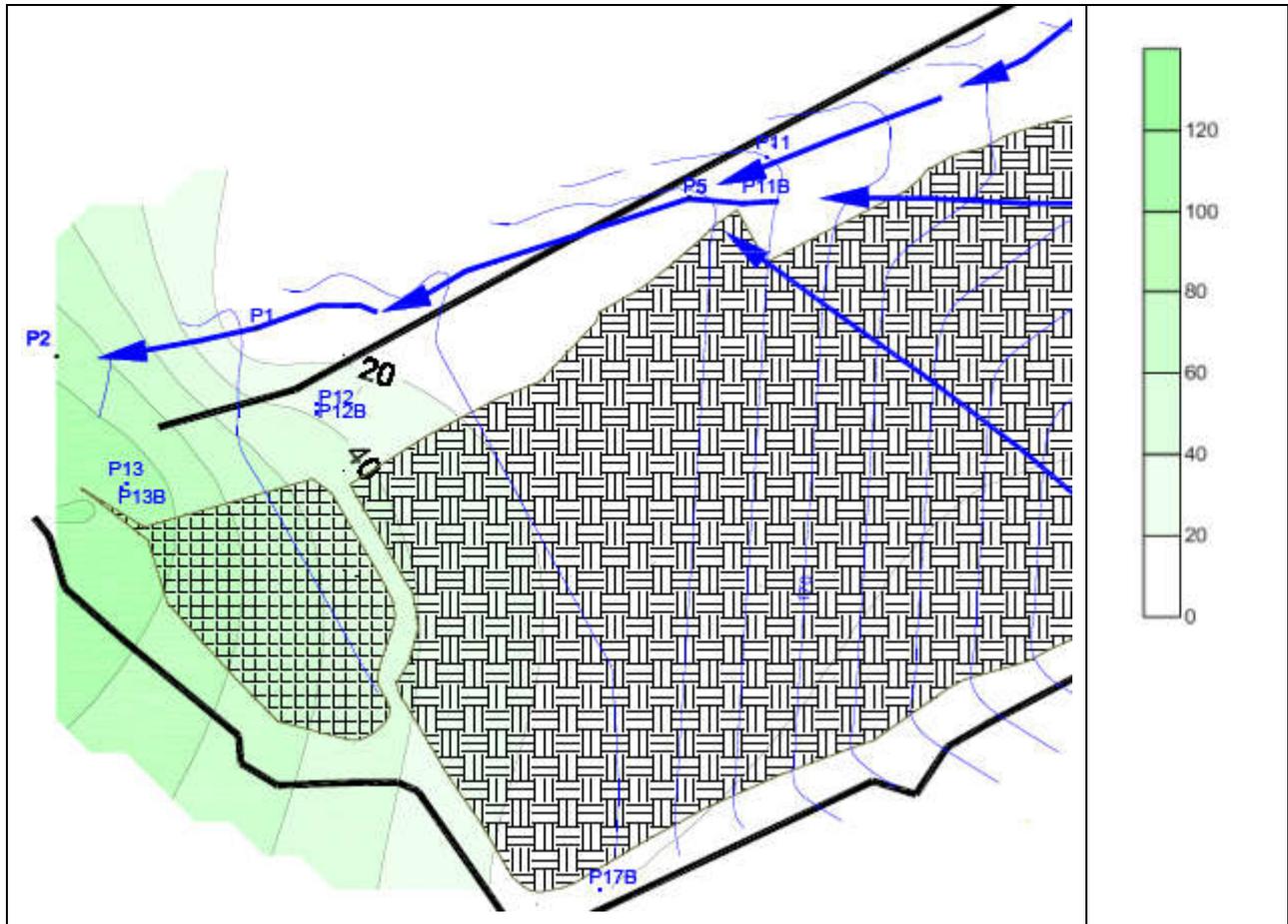
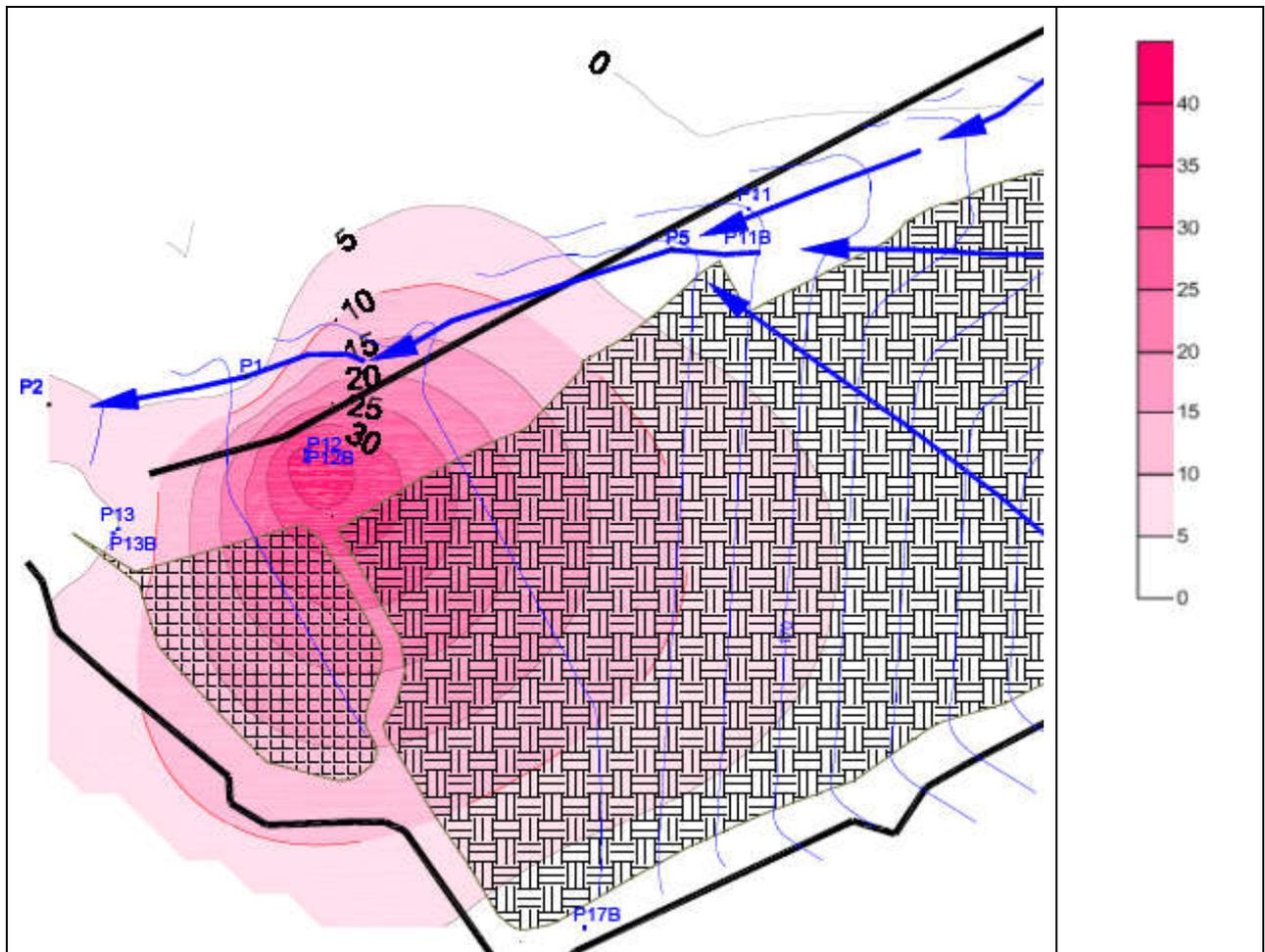


Fig. 8.2/D: carta della distribuzione del 1-2 Dicloro etilene CIS+TRANS

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccesu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fig. 101 di 129</b>    | <b>Rev. 0</b> |



**Fig. 8.2/C:** carta della distribuzione della Sommatória Clorurati

### Estensione verticale della contaminazione

La realizzazione di pozzi/piezometri superficiali e profondi ha consentito di verificare il grado di contaminazione della falda idrica lungo la verticale. Nello specifico, se si escludono i pozzi 1, 2 e 5 che per la profondità raggiunta sono rappresentativi della porzione superficiale della falda, l'analisi dell'estensione della contaminazione è possibile esclusivamente nei punti di indagine P12, P13 e P11. In questi punti la presenza di cluster costituiti da due piezometri, superficiale e profondo **Tab. 8.2/A**. In corrispondenza della verticale P12 si osservano caratteristiche idrochimiche caratterizzate, a parità di pH, da valori della conducibilità doppi rispetto a quelli del profondo PZ12. Tale tendenza è confermata dalle concentrazioni di tutti i parametri analizzati.

|   |  |  |  |  |  |  |                           |        |
|---|--|--|--|--|--|--|---------------------------|--------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana |  |  |  |  |  | Provincia Sud<br>Sardegna |        |
|   |  |  |  |  |  |  | Fg. 102 di 129            | Rev. 0 |

| Parametro                       | Unita Misura | Tab.2 | nov-19 |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                 |              |       | P11    | P11Bis | P12    | P12Bis | P13    | P13Bis |
| pH                              | -            |       | 7,6    | 6,8    | 6,7    | 6,7    | 6,5    | 6,7    |
| Temperatura                     | °C           |       | 22     | 21     | 24     | 25     | 20     | 20     |
| Conducibilita'                  | µS/cm        |       | 1300   | 1600   | 3200   | 6400   | 24000  | 8800   |
| Cloruri (come Cl)               | mg/L         |       | 256    | 278    | 686    | 1700   | 8660   | 2760   |
| Solfati (come SO4)              | mg/L         | 250   | 54     | 43     | 49     | <20    | 300    | 140    |
| Azoto nitrico (come NO3)        | mg/L         |       | 5,2    | <1,0   | <2,0   | <4,0   | <20,0  | <10,0  |
| Ferro                           | µg/l         | 200   | 5,3    | 1500   | 134    | 6560   | 56     | 12     |
| Manganese                       | µg/l         | 50    | <5     | 846    | 1020   | 2250   | 510    | 294    |
| Nichel                          | µg/l         | 20    | 2,5    | 2,7    | 55,5   | 194,8  | 32     | 38,4   |
| Arsenico                        | µg/l         | 10    | 5,4    | 56     | 20,3   | 658,8  | 9,4    | 5,8    |
| Piombo                          | µg/l         | 10    | <1,0   | <1,0   | <1,0   | <1,0   | 1,7    | <1,0   |
| Cobalto                         | µg/l         | 50    | <1,0   | 4,4    | 4,4    | 27     | 20     | 1,6    |
| Benzene                         | µg/l         | 1     | 0,02   | 0,24   | 0,3    | 1,69   | 0,43   | 1,43   |
| Etilbenzene                     | µg/l         | 50    | <0,01  | <0,01  | <0,02  | 0,31   | <0,04  | <0,04  |
| Stirene                         | µg/l         | 25    | <0,01  | <0,01  | <0,02  | 0,02   | <0,04  | <0,04  |
| Toluene                         | µg/l         | 15    | 0,03   | 0,04   | 0,17   | 1,24   | 0,06   | 0,08   |
| p+m-Xilene                      | µg/l         | 10    | <0,02  | <0,02  | 0,1    | 0,29   | 0,1    | <0,08  |
| Solventi clorurati totali       | µg/l         |       | 0,28   | 7,8    | 27,2   | 82     | 80,1   | 159    |
| Cloro Metano                    | µg/l         | 1,5   | <0,01  | <0,01  | <0,02  | <0,02  | <0,04  | 0,11   |
| Triclorometano                  | µg/l         | 0,15  | 0,02   | <0,01  | <0,02  | <0,02  | <0,04  | <0,04  |
| Cloruro di Vinile               | µg/l         | 0,5   | <0,01  | 0,34   | 1,68   | 42,7   | 1,07   | 4,25   |
| 1,2-Dicloro Etano               | µg/l         | 3     | 0,02   | 0,03   | 0,35   | 0,43   | 0,93   | 0,63   |
| 1,1-Dicloro Etilene             | µg/l         | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,02  | <0,02  | <0,04  | <0,04  |
| Tricloro Etilene                | µg/l         | 1,5   | 0,02   | 0,08   | 0,08   | 0,07   | 0,19   | 0,22   |
| Tetracloro Etilene              | µg/l         | 1,1   | 0,03   | 0,02   | 0,06   | 0,04   | 0,27   | 0,25   |
| Esacloro Butadiene              | µg/l         | 0,15  | <0,01  | <0,01  | <0,02  | <0,02  | <0,04  | <0,04  |
| Sommatoria organoalogenati      | µg/l         | 10    | 0,11   | 0,48   | 2,2    | 43     | 2,5    | 5,5    |
| 1,1-Dicloro Etano               | µg/l         | 810   | 0,01   | 0,07   | 0,2    | 0,18   | 0,15   | 0,11   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis)       | µg/l         |       | 0,03   | 6,03   | 19,4   | 31,7   | 70,2   | 145    |
| 1,2-Dicloro Etilene (trans)     | µg/l         |       | <0,01  | 0,06   | 0,04   | 0,18   | 0,24   | 0,46   |
| 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans) | µg/l         | 60    | 0,03   | 6,08   | 19,5   | 31,9   | 70,5   | 146    |
| 1,2-Dicloro Propano             | µg/l         | 0,15  | 0,02   | 1,09   | 4,76   | 5,51   | 6,48   | 6,87   |
| 1,1,2-Tricloro Etano            | µg/l         | 0,2   | 0,02   | <0,01  | <0,02  | <0,02  | <0,04  | <0,04  |
| 1,2,3-Tricloro Propano          | µg/l         | 0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,002 | <0,002 | <0,004 | <0,004 |
| 1,1,2,2-Tetracloro Etano        | µg/l         | 0,05  | <0,01  | <0,01  | <0,02  | <0,02  | <0,04  | <0,04  |
| Azoto ammoniacale (come NH4)    | mg/L         |       | <0,05  | 0,08   | <0,05  | <0,05  | 0,45   | 0,4    |
| Azoto nitroso (come NO2)        | µg/l         | 500   | 31     | <20    | <20    | <20    | 67     | 171    |

Tab. 8.2/A: confronto analisi pozzi profondi e superficiali (Analisi Novembre 2019)

### 8.3. Percorsi di migrazione dei contaminanti

Sulla base delle caratteristiche ambientali, della sorgente secondaria e della natura dell'evento che hanno prodotto la contaminazione, i percorsi di migrazione delle sostanze contaminanti contenute all'interno della falda possono essere individuati come :

- Trasporto in soluzione nella falda idrica sotterranea

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 103 di 129</b>     | <b>Rev. 0</b> |

#### **8.4. Vie di esposizione**

Le vie di esposizione legate direttamente o indirettamente (percorso di migrazione) alle sorgente secondaria possono essere così sintetizzate:

- Ingestione accidentale di acqua emunta da pozzi non addibiti ad uso potabile ;
- Contato dermico con l'acqua.

#### **8.5. Potenziali bersagli**

Ai fini dell'analisi i potenziali recettori dell'impatto, in funzione dell'uso dell'area, sono:

- l'uomo, in quanto frequentatore dell'area.

i sistemi biologici naturali quali flora, fauna e gli ecosistemi in generale.

|  |  |                                   |               |
|--|--|-----------------------------------|---------------|
| <p>COMMITTENTE</p>  <p>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br/>- Cagliari<br/>Tel. 070 2116300 -<br/>Fax 070 2116380 -<br/>info@ecoserdiana.com</p> | <p>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE<br/>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br/>ECOSERDIANA SpA sita in Loc. s'Arenaxiu -<br/>Su Siccusu, Comune di Serdiana</p> | <p>Provincia Sud<br/>Sardegna</p> |               |
|  |  | <p>Fg. 104 di 124</p>             | <p>Rev. 0</p> |

## 9. PIANO DI INDAGINE

Il piano delle indagini è mirato a verificare l'esistenza di una contaminazione del suolo e sottosuolo delle aree interne all'impianto dell'Ecoserdiana e di definire il grado di contaminazione, riscontrata nell'ambito del Piano di Accertamento, della falda idrica sotterranea presente nel settore orientale dell'impianto.

Nell'ambito del piano delle indagini saranno descritti in dettaglio:

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

L'impostazione operativa del piano di indagine segue i criteri dell'allegato 2 e 4, del D.lgs. 152/06, in materia di redazione del Piano di Caratterizzazione.

### 9.1. Dimensionamento e ubicazione dei punti di indagine

Il modello concettuale preliminare ha individuato una contaminazione della falda idrica sotterranea e in particolare, di questa, la porzione in località di S'Arenaxiu. Più esplicitamente il settore compreso tra il Pozzo P11 i moduli 1 e 2 all'interno della concessione (Comune di Serdiana) oltre ai terreni agricoli adiacenti all'ingresso dell'impianto sui quali insistono i pozzi P1 e P2 (Comune di Donori) **Fig. 9.1/A**.

Il piano di indagine tiene conto delle attività industriali pregresse e in atto nel sito, delle caratteristiche e delle ubicazioni dei sottoservizi (reti fognarie, elettriche, etc.) che condizionano l'operatività di campo e la collocazione geografica precisa dei punti d'indagine.

Per l'ubicazione delle stazioni di campionamento l'area di interesse è stata suddivisa in maglie 50 X 50 m **Allegati A e A1**.

I punti di indagine sono stati ubicati in corrispondenza dei baricentri delle maglie e/o in posizioni motivate dal modello concettuale preliminare.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 105 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

Complessivamente si individuano 9 maglie utili da investigare alle quali corrispondono 9 sondaggi geognostici/ambientali denominati da SE1 a SE9 per la caratterizzazione del suolo e sottosuolo.

Con questa distribuzione è possibile fornire un quadro esaustivo delle caratteristiche di suolo e sottosuolo nell'area sotto caratterizzazione.

Oltre ai sondaggi si propongono, in fase di caratterizzazione, l'esecuzione di 3 pozzi P18, P19 e P19B in accordo e continuità con quanto eseguito nel piano di accertamento **Allegato A e A1**.

La realizzazione dei pozzi si rende necessaria al fine di acquisire ulteriori informazioni utili al modello idrogeologico del sito e ampliare le conoscenze sull'estensione della contaminazione con particolare riferimento al settore a valle, in senso idrogeologico, dei pozzi P13 e P2.

L'esecuzione dei pozzi è implementata dal campionamento di 8 pozzi privati posti a valle, sempre in senso idrogeologico.

## **9.2. Operazioni e modalità d'esecuzione delle indagini**

### **9.2.1 Sondaggi**

Per l'esecuzione dei sondaggi si prevede la tecnica del carotaggio continuo a rotazione e a secco (diametro 101 mm) con l'ausilio di carotiere semplice. I sondaggi dovranno raggiungere, ove possibile, la frangia capillare/falda. Qualora durante la perforazione si dovesse rinvenire litotipi litoidi o si riscontrasse il surriscaldamento della scarpa, il sondaggio dovrà essere interrotto.

Le attrezzature e i macchinari utilizzati nelle operazioni di perforazione dovranno essere di potenza e caratteristiche funzionali adeguate a garantire che lo svolgimento delle attività stesse corrisponda ai criteri di seguito indicati:

- eseguire manovre di perforazione di dimensioni omogenee, al fine di evitare l'immissione di contaminanti dalla superficie a profondità maggiori;
- procedere nella perforazione sostenendo le pareti del foro mediante una tubazione di rivestimento provvisoria (camicia in acciaio);
- approfondire il rivestimento al procedere della perforazione (perforazione a seguire);
- in nessun caso dovranno essere utilizzati fluidi per la perforazione.
- particolare attenzione dovrà essere posta durante la perforazione, al fine di garantire un'adeguata conoscenza degli eventuali processi di diffusione di sostanze contaminanti.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 106 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

### 9.2.2 Piezometri

Per l'esecuzione dei pozzi/piezometri saranno realizzati con la tecnica della distruzione di nucleo con martello fondo foro ( $\phi = 178$ )

Per coerenza con i pozzi realizzati in attuazione del piano di accertamento il P19 (profondo sarà spinto fino al basamento paleozoico mentre il P19B sarà limitato ai primi 6-9 metri della przione superficiale della falda/acquifero).

Il completamento dei piezometri sarà realizzato mediante tubi ciechi e filtri in PVC ( $\phi$  int. 103,4 mm,  $\phi$  est. 110 mm, spessore 5,3 mm).

Nell'intercapedine foro/tubo, da circa 1 m sopra il "top" del tratto filtrato sino a fondo foro, sarà realizzato un manto drenante con ghiaietto lavato ( $\phi = 2 - 6$  mm). Nella parte superiore al dreno fino al p.c. si effettuerà la cementazione con malta di densità 1,8 kg/l, al fine di isolare il manto drenante ed evitare l'eventuale infiltrazione e percolazione d'acqua e inquinanti dalla superficie. La parte sommitale del tubo dovrà essere chiusa con un tappo a vite e ricoperta con un chiusino metallico protettivo, carrabile o fuori terra, munito di coperchio con lucchetto.

### 9.3 Attività suppletive di cantiere

Durante l'esecuzione dei sondaggi si possono rendere necessarie attività supplementari, come l'esecuzione di prove di permeabilità e di pompaggio, per la determinazione dei parametri idraulici della falda. I risultati delle prove, che consentiranno di determinare il coefficiente di permeabilità (K) dell'acquifero, di testare la consistenza della falda e la portata relativa, saranno documentati con particolare attenzione per:

- la geometria del sondaggio, con la profondità raggiunta dalla perforazione e dal rivestimento prima della prova;
- la posizione del rivestimento al momento della prova;
- la posizione e le caratteristiche del ghiaietto eventualmente immesso nel foro;
- i certificati di taratura degli eventuali contatori impiegati;
- le tabelle contenenti tutti i dati misurati ed i tempi delle letture, comprese quelle iniziali per il tempo necessario ad arrivare a condizioni di regime;
- la data della prova con tutte le note su eventuali anomalie riscontrate.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 107 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

#### **9.4. Piano dei campionamenti**

Durante l'esecuzione dei sondaggi si dovranno prelevare campioni, in funzione della profondità e della natura stratigrafica dei terreni attraversati, allo scopo di verificare l'eventuale inquinamento.

Il D.M. 152/06 prevede, per ogni campione, il prelievo di due aliquote e in occasione di campionamento in contraddittorio di tre aliquote.

La prima aliquota sarà sottoposta ad analisi chimica presso il laboratorio indicato dall'esecutore del piano di indagine; la seconda aliquota sarà custodita e rappresenterà il testimone, la terza, prelevata dall'Arpa Sardegna sarà sottoposta ad analisi di verifica e validazione delle attività di campo e di laboratorio.

Sarà cura dell'azienda esecutrice del piano, informare preventivamente (almeno quindici giorni prima dell'inizio delle attività), attraverso un cronoprogramma dettagliato, l'Ente incaricato del controllo (ARPAS) onde possa partecipare alle operazioni di campionamento. L'assenza dell'Ente di controllo, se rispettata la procedura di informazione, non precluderà l'inizio delle operazioni.

##### **9.4.1. Campionamento suolo e sottosuolo**

###### **9.4.1.1 Modalità di campionamento**

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

###### **9.4.1.1.1 Il prelievo dei campioni**

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.

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.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 108 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

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.

#### **9.4.1.1.2.      Trattamento**

La carota estratta dal carotiere sarà riposta nelle cassette catalogatrici, realizzate in materiale idoneo ad 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 e i caratteri stratigrafici principali; i dati così raccolti saranno integrati con documentazione fotografica.

#### **9.4.1.1.3.      Formazione del Campione**

Le modalità di formazione del campione prelevato lungo la successione di materiale carotato è mirata essenzialmente alla determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti in ogni strato litologicamente omogeneo e della distribuzione dei possibili contaminanti. Si prevede di prelevare, in aggiunta ai tre campioni previsti, materiali che lungo la carota si distinguano per evidenze d'inquinamento o per caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche e litologico-stratigrafiche. Quest'ultimo tipo di campione avrà spessore compreso tra i 30 - 60 cm.

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

- campione 1: primo metro;
- campione 2: metro intermedio;
- campione 3: ultimo metro frangia capillare/falda

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. La coppia di archivio sarà conservata a temperatura <4°C, sino all'esecuzione ed alla validazione delle analisi di laboratorio da parte degli enti di controllo preposti.

Il campionamento sarà effettuato al termine delle attività di perforazione secondo lo schema sopraelencato.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 109 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

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

#### **9.4.1.1.4. Conservazione, identificazione e spedizione dei campioni**

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 resistenti all'acqua recanti le seguenti indicazioni:

- cantiere, località;
- nome del sondaggio;
- nome del campione;
- data del prelievo;
- profondità entro le quali è stato prelevato.

#### **9.4.1.1.5. Analiti da determinare**

Su ogni campione di suolo e sottosuolo dovranno essere determinati gli analiti di **Tab.**

##### **9.4.1.1.5/A**

|    | Parametri da determinare | <b>A</b>  | <b>B</b>                                     |
|----|--------------------------|---|--|
|    |                          | <i>Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale</i> | <i>Siti ad uso Commerciale e Industriale</i> |
|    |                          | (mg kg <sup>-1</sup> espressi come ss)                    | (mg kg <sup>-1</sup> espressi come ss)       |
| 1  | Antimonio                | 10  | 30   |
| 2  | Arsenico                 | 20  | 50   |
| 3  | Berillio                 | 2   | 10   |
| 4  | Cadmio                   | 2   | 15   |
| 5  | Cobalto                  | 20  | 250  |
| 6  | Cromo totale             | 150   | 800  |
| 7  | Cromo VI                 | 2   | 15   |
| 8  | Mercurio                 | 1   | 5  |
| 9  | Nichel                   | 120   | 500  |
| 10 | Piombo                   | 100   | 1000   |
| 11 | Rame                     | 120   | 600  |
| 12 | Selenio                  | 3   | 15   |
| 13 | Stagno                   | 1   | 350  |
| 14 | Tallio                   | 1   | 10   |
| 15 | Vanadio                  | 90  | 250  |
| 16 | Zinco                    | 150   | 1500   |
| 17 | Cianuri (liberi)         | 1   | 100  |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 110 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

|    | Parametri da determinare                      | <b>A</b>  | <b>B</b>                                     |
|----|---|---|--|
|    |   | <i>Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale</i> | <i>Siti ad uso Commerciale e Industriale</i> |
|    |   | (mg kg-1 espressi come ss)                                | (mg kg-1 espressi come ss)                   |
| 18 | Fluoruri                                      | 100   | 2000   |
| 19 | Benzene                                       | 0.1   | 2  |
| 20 | Etilbenzene                                   | 0.5   | 50   |
| 21 | Stirene                                       | 0.5   | 50   |
| 22 | Toluene                                       | 0.5   | 50   |
| 23 | Xilene  | 0.5   | 50   |
| 24 | Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)    | 1   | 100  |
| 25 | Benzo(a)antracene                             | 0.5   | 10   |
| 26 | Benzo(a)pirene                                | 0.1   | 10   |
| 27 | Benzo(b)fluorantene                           | 0.5   | 10   |
| 28 | Benzo(k,)fluorantene                          | 0.5   | 10   |
| 29 | Benzo(g, h, i,)terilene                       | 0.1   | 10   |
| 30 | Crisene                                       | 5   | 50   |
| 31 | Dibenzo(a,e)pirene                            | 0.1   | 10   |
| 32 | Dibenzo(a,l)pirene                            | 0.1   | 10   |
| 33 | Dibenzo(a,i)pirene                            | 0.1   | 10   |
| 34 | Dibenzo(a,h)pirene.                           | 0.1   | 10   |
| 35 | Dibenzo(a,h)antracene                         | 0.1   | 10   |
| 36 | Indenopirene                                  | 0.1   | 5  |
| 37 | Pirene  | 5   | 50   |
| 38 | Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34) | 10  | 100  |
| 39 | Clorometano                                   | 0.1   | 5  |
| 40 | Diclorometano                                 | 0.1   | 5  |
| 41 | Triclorometano                                | 0.1   | 5  |
| 42 | Cloruro di Vinile                             | 0.01  | 0.1  |
| 43 | 1,2-Dicloroetano                              | 0.2   | 5  |
| 44 | 1,1 Dicloroetilene                            | 0.1   | 1  |
| 45 | Tricloroetilene                               | 1   | 10   |
| 46 | Tetracloroetilene (PCE)                       | 0.5   | 20   |
| 47 | 1,1-Dicloroetano                              | 0.5   | 30   |
| 48 | 1,2-Dicloroetilene                            | 0.3   | 15   |
| 49 | 1,1,1-Tricloroetano                           | 0.5   | 50   |
| 50 | 1,2-Dicloropropano                            | 0.3   | 5  |
| 51 | 1,1,2-Tricloroetano                           | 0.5   | 15   |
| 52 | 1,2,3-Tricloropropano                         | 1   | 10   |
| 53 | 1,1,2,2-Tetracloroetano                       | 0.5   | 10   |
| 54 | Tribromometano(bromoformio)                   | 0.5   | 10   |
| 55 | 1,2-Dibromoetano                              | 0.01  | 0.1  |
| 56 | Dibromoclorometano                            | 0.5   | 10   |
| 57 | Bromodiclorometano                            | 0.5   | 10   |
| 94 | Idrocarburi Leggeri C inferiore o uguale a 12 | 10  | 250  |
| 95 | Idrocarburi pesanti C superiore a 12          | 50  | 750  |

**Tab. 9.4.1.1.5/A:** analiti da determinare nei campioni di suolo e sottosuolo

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 111 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

#### 9.4.2 Campionamento delle acque

La ricostruzione tridimensionale 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 all'interno 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. Questo metodo permette di ottenere un campione composito con acque provenienti da differenti profondità e quindi rappresentativo della composizione delle acque sotterranee.

Poiché l'acqua prelevata dalla falda si trova quasi sempre sottoposta a condizioni di temperatura, pressione, contenuto in gas e stato di ossido-riduzione differenti da quelle che si verificano in corrispondenza del piano di campagna, per minimizzare le alterazioni del campione in fase di prelievo si dovrà attuare una serie di precauzioni anche a causa delle modalità di funzionamento del sistema di campionamento e del materiale con cui esso è costruito, il quale può esso stesso esser fonte di alterazione del campione, sarà necessario eseguire una serie di verifiche preliminari, contestuali al campionamento stesso di seguito elencate.

Misurare il livello statico della falda o, se ignota, la profondità del pozzo/piezometro tramite scandaglio.

- Verificare l'integrità e la corretta identificazione del pozzetto di campionamento.
- Verificare la funzionalità e la pulizia di tutte le apparecchiature utilizzate durante il campionamento.
- Procedere alla decontaminazione delle apparecchiature utilizzate.
- Rilevare l'eventuale presenza di sostanze non miscibili con l'acqua (surnatante o sottonatante) e misurarne lo spessore mediante apposita sonda d'interfaccia.

I materiali devono essere scelti in modo da minimizzare i fenomeni di trasferimento di sostanze da e verso il campione, quali liberazione di additivi, fenomeni di adsorbimento, ecc. Si deve, inoltre, porre particolare attenzione ai seguenti fattori:

- tipologia dei contaminanti da campionare;
- possibilità di regolare la portata;
- possibilità di eseguire la filtrazione del campione in linea;
- diametro del punto di campionamento;

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 112 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

- soggiacenza della falda;
- semplicità delle operazioni di disassemblaggio e decontaminazione;
- facilità di trasporto;
- necessità di fonti esterne di energia.

#### **9.4.2.1. Spurgo pre campionamento**

Lo spurgo delle opere di monitoraggio è un'operazione indispensabile e preliminare al campionamento.

L'acqua presente nel piezometro, che non costituisce una matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee, deve essere allontanata prima di procedere al campionamento. Tale procedura potrà essere eseguita con l'ausilio di pompe sommerse con portata non superiore ai 10 l/min, per evitare il trascinarsi di materiale fine e l'intorbidamento dell'acqua. Tale intervento dovrà protrarsi sino all'eliminazione di un volume d'acqua pari a 3-5 volte di quella contenuta nel pozzo. A tal fine si dovrà calcolare preventivamente il volume d'acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio.

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

Nel caso di pozzi poco produttivi, onde di evitare il depauperamento del pozzo, si utilizzeranno portate inferiori 10 l/min.

La procedura utilizzata per lo spurgo dovrà essere riportata negli appunti di campagna.

#### **9.4.2.2. Modalità di campionamento**

Il campionamento può essere condotto in modo statico o dinamico.

Il primo sarà eseguito mediante campionatori manuali (bailer) monouso e corde di manovra pulite monouso, oppure con pompa a vuoto, che allo scopo di prelevare sostanze non miscibili con densità maggiore o minore dell'acqua, non modifichi il livello statico dell'acquifero.

Il secondo, utile al prelievo di campioni d'acqua rappresentativi dell'acquifero, sarà effettuato seguendo la sotto riportata procedura:

- i piezometri o pozzi di nuova realizzazione saranno spurgati tramite pompa sommersa fino all'ottenimento delle condizioni idrodinamiche ottimali di campionamento della falda;
- finita la fase I, si riduce la portata della pompa sino al regime minimo possibile (< 5-10 l/min);

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 113 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

- i contenitori dovranno essere preliminarmente avvinati secondo la prassi di buona tecnica di laboratorio.

I campioni d'acqua, all'atto del prelievo, dovranno essere conservati in conformità alle norme CNR-IRSA, più precisamente da ogni piezometro selezionato per il campionamento si preleverà un campione di acqua tal quale, che dovrà essere conservato in bottiglia di polietilene. Su tale aliquota saranno determinati i parametri previsti nel piano.

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

- pH;
- conducibilità elettrica;
- ossigeno disciolto;
- potenziale Redox;
- temperatura.

Il campione prelevato dovrà essere assoggettato ad operazioni di identificazione e di conservazione. Le operazioni di campionamento saranno annotate su appositi moduli.

### **Identificazione e conservazione dei campioni**

I campioni di terreno e acqua prelevati per l'invio al laboratorio o per essere conservati in qualità di "testimoni", come precedentemente descritto, saranno contraddistinti nel seguente modo:

- sito di indagine;
- sigla identificativa del sondaggio;
- data e ora di prelievo;
- numero progressivo del campione;
- quota di prelievo.

Qualora i campioni di acqua e di terreno non possano essere analizzati sul campo immediatamente dopo la raccolta, si renderà necessario adottare tutte gli accorgimenti per evitare che le analisi siano inficiate da alterazioni intervenute in un secondo momento. La conservazione segue specifiche procedure le quali prescrivono che i campioni debbano essere riposti in contenitori di materiali adeguati alla matrice ambientale di prelievo ed alla tipologia di contaminante da analizzare. In particolare, i campioni di terreno sono generalmente stabilizzati dall'abbassamento della temperatura fino a 4°C.

Per i campioni d'acqua, le tecniche di preservazione sono più sofisticate e comprendono:

- controllo del pH;

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 114 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

- addizione di sostanze chimiche;
- controllo della temperatura;
- protezione dalla luce.

### **9.4.2.3. Analiti da determinare**

I parametri da determinare per le acque di falda differiscono a seconda che si tratti di piezometri da realizzare o pozzi privati esistenti.

Nello specifico per i pozzi di nuova realizzazione si propone la suit analitica completa in accordo con i campionamenti del piano di accertamento **Tab. 9.4.2.3/A**, mentre per i pozzi privati, il cui campionamento è finalizzato alla verifica dell'estensione della contaminazione, la suit ridotta che comprende i parametri oggetto di superamento delle CSC **Tab, 9.4.3.2/B**.

|    | <i>Parametro</i>   | <i>Unita<br/>Misura</i> | <i>Tab.2</i> |
|----|--|-------------------------|--------------|
|    | Campionamento  | -                       |              |
| 1  | pH   | -                       |              |
| 2  | Temperatura  | °C                      |              |
| 3  | Conducibilita'   | µS/cm                   |              |
| 4  | Cloruri (come Cl)  | mg/L                    |              |
| 5  | Solfati (come SO4)   | mg/L                    | 250          |
| 6  | Azoto nitrico (come NO3)   | mg/L                    |              |
| 7  | Ferro  | µg/l                    | 200          |
| 8  | Manganese  | µg/l                    | 50           |
| 9  | Nichel   | µg/l                    | 20           |
| 10 | Arsenico   | µg/l                    | 10           |
| 11 | Piombo   | µg/l                    | 10           |
| 12 | Cobalto  | µg/l                    | 50           |
| 13 | Benzene  | µg/l                    | 1            |
| 14 | Etilbenzene  | µg/l                    | 50           |
| 15 | Stirene  | µg/l                    | 25           |
| 16 | Toluene  | µg/l                    | 15           |
| 17 | p+m-Xilene   | µg/l                    | 10           |
| 18 | Solventi clorurati totali  | µg/l                    |              |
| 19 | Cloro Metano   | µg/l                    | 1,5          |
| 20 | Triclorometano   | µg/l                    | 0,15         |
| 21 | Cloruro di Vinile  | µg/l                    | 0,5          |
| 22 | 1,2-Dicloro Etano  | µg/l                    | 3            |
| 23 | 1,1-Dicloro Etilene  | µg/l                    | 0,05         |
| 24 | Tricloro Etilene   | µg/l                    | 1,5          |
| 25 | Tetracloro Etilene   | µg/l                    | 1,1          |
| 26 | Esacoloro Butadiene  | µg/l                    | 0,15         |
| 27 | Sommatoria organoalogenati ( sommatoria D.Lgs.<br>152/06 All.5 Tab. 2) | µg/l                    | 10           |
| 28 | 1,1-Dicloro Etano  | µg/l                    | 810          |
|    | 1,2-Dicloro Etilene (cis)  | µg/l                    |              |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 115 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

|    | <b>Parametro</b>                           | <b>Unita<br/>Misura</b> | <b>Tab.2</b> |
|----|--|-------------------------|--------------|
| 29 | 1,2-Dicloro Etilene (trans)                | µg/l                    |              |
| 30 | 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)            | µg/l                    | 60           |
| 31 | 1,2-Dicloro Propano                        | µg/l                    | 0,15         |
| 32 | 1,1,2-Tricloro Etano                       | µg/l                    | 0,2          |
| 33 | 1,2,3-Tricloro Propano                     | µg/l                    | 0,001        |
| 34 | 1,1,2,2-Tetracloro Etano                   | µg/l                    | 0,05         |
| 35 | Azoto ammoniacale (come NH4)               | mg/L                    |              |
| 36 | Azoto nitroso (come NO2)                   | µg/l                    | 500          |
| 37 | Indice di Permanganato                     | mg/L O2                 |              |
| 38 | Potenziale Redox                           | mV                      |              |
|    | Ossigeno disciolto                         | mg/L                    |              |
| 39 | Alluminio                                  | µg/l                    | 200          |
| 40 | Antimonio                                  | µg/l                    | 5            |
| 41 | Argento                                    | µg/l                    | 10           |
| 42 | Berillio                                   | µg/l                    | 4            |
| 43 | Cadmio                                     | µg/l                    | 5            |
| 44 | Cobalto                                    | µg/l                    | 50           |
| 45 | Cromo totale                               | µg/l                    | 50           |
| 46 | Mercurio                                   | µg/l                    | 1            |
| 47 | Rame                                       | µg/l                    | 1000         |
| 48 | Selenio                                    | µg/l                    | 10           |
| 49 | Tallio                                     | µg/l                    | 2            |
| 50 | Zinco                                      | µg/l                    | 3000         |
| 51 | Boro                                       | µg/l                    | 1000         |
| 52 | Cromo esavalente                           | µg/l                    | 5            |
| 53 | Fluoruri (come F)                          | µg/l                    | 1500         |
| 54 | Cianuro                                    | µg/l                    | 50           |
| 55 | Tribromometano                             | µg/l                    | 0,3          |
| 56 | 1,2-Dibromo Etano                          | µg/l                    | 0,001        |
| 57 | Dibromo Cloro Metano                       | µg/l                    | 0,13         |
| 58 | Bromodiclorometano                         | µg/l                    | 0,17         |
| 59 | Clorobenzene                               | µg/l                    | 40           |
| 60 | Benzo (a) Antracene                        | µg/l                    | 0,1          |
| 61 | Benzo (b) fluorantene                      | µg/l                    | 0,1          |
| 62 | Benzo (k) fluorantene                      | µg/l                    | 0,05         |
| 63 | Benzo (g,h,i) perilene                     | µg/l                    | 0,01         |
| 64 | Crisene                                    | µg/l                    | 5            |
| 65 | Dibenzo (a,h) Antracene                    | µg/l                    | 0,01         |
| 66 | Indeno (1,2,3-c,d) pirene                  | µg/l                    | 0,1          |
| 67 | Pirene                                     | µg/l                    | 50           |
| 68 | Sommatoria IPA (31,32,33,36)               | µg/l                    | 0,1          |
| 69 | 1,2 Diclorobenzene                         | µg/l                    | 270          |
| 70 | 1,4 Diclorobenzene                         | µg/l                    | 0,5          |
| 71 | 1,2,4 Triclorobenzene                      | µg/l                    | 190          |
| 72 | 1,2,4,5 Tetraclorobenzene                  | µg/l                    | 1,8          |
| 73 | Pentaclorobenzene                          | µg/l                    | 5            |
| 74 | Esaclorobenzene                            | µg/l                    | 0,01         |
| 75 | PCB dl Totali                              | µg/l                    | 0,01         |
| 76 | Idrocarburi leggeri GROS                   | µg/l                    | 0            |
| 77 | Idrocarburi pesanti (DRS)                  | µg/l                    | 0            |
| 78 | Idrocarburi Totali (espressi come n-esano) | µg/l                    | 350          |

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccetu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 116 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

|    | <b>Parametro</b>                        | <b>Unita<br/>Misura</b> | <b>Tab.2</b> |
|----|---|-------------------------|--------------|
| 79 | Sodio                                   | mg/L                    |              |
| 80 | Potassio                                | mg/L                    |              |
| 81 | Calcio                                  | mg/L                    |              |
| 82 | Magnesio                                | mg/L                    |              |
| 83 | Alcali da Idrossidi                     | mg/L                    |              |
| 84 | Alcalinita' (mg/L CaCO <sub>3</sub> )   | mg/L                    |              |
| 85 | Alcalinita' P (Come CO <sub>3</sub> --) | mg/L                    |              |
| 86 | Bicarbonati (come HCO <sub>3</sub> )    | mg/L                    |              |

**Tab. 9.4.2.3/A:** analiti da determinare nei campioni d'acqua sotterranea (piezometri)

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 117 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

|    | <i>Parametro</i>   | <i>Metodo</i> | <i>Unita Misura</i> |
|----|--|---------------|---------------------|
|    | Campionamento  | -             |                     |
| 1  | pH   | -             |                     |
| 2  | Temperatura  | °C            |                     |
| 3  | Conducibilita'   | µS/cm         |                     |
| 4  | Cloruri (come Cl)  | mg/L          |                     |
| 5  | Solfati (come SO4)   | mg/L          | 250                 |
| 6  | Azoto nitrico (come NO3)   | mg/L          |                     |
| 7  | Ferro  | µg/l          | 200                 |
| 8  | Manganese  | µg/l          | 50                  |
| 9  | Nichel   | µg/l          | 20                  |
| 10 | Arsenico   | µg/l          | 10                  |
| 11 | Piombo   | µg/l          | 10                  |
| 12 | Cobalto  | µg/l          | 50                  |
| 13 | Benzene  | µg/l          | 1                   |
| 14 | Etilbenzene  | µg/l          | 50                  |
| 15 | Stirene  | µg/l          | 25                  |
| 16 | Toluene  | µg/l          | 15                  |
| 17 | p+m-Xilene   | µg/l          | 10                  |
| 19 | Solventi clorurati totali  | µg/l          |                     |
| 20 | Cloro Metano   | µg/l          | 1,5                 |
| 21 | Triclorometano   | µg/l          | 0,15                |
| 22 | Cloruro di Vinile  | µg/l          | 0,5                 |
| 23 | 1,2-Dicloro Etano  | µg/l          | 3                   |
| 24 | 1,1-Dicloro Etilene  | µg/l          | 0,05                |
| 25 | Tricloro Etilene   | µg/l          | 1,5                 |
| 26 | Tetracloro Etilene   | µg/l          | 1,1                 |
| 27 | Esacoloro Butadiene  | µg/l          | 0,15                |
| 28 | Sommatoria organoalogenati ( sommatoria<br>D.Lgs. 152/06 All.5 Tab. 2) | µg/l          | 10                  |
| 29 | 1,1-Dicloro Etano  | µg/l          | 810                 |
| 30 | 1,2-Dicloro Etilene (cis)  | µg/l          |                     |
| 31 | 1,2-Dicloro Etilene (trans)  | µg/l          |                     |
| 32 | 1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)  | µg/l          | 60                  |
| 33 | 1,2-Dicloro Propano  | µg/l          | 0,15                |
| 34 | 1,1,2-Tricloro Etano   | µg/l          | 0,2                 |
| 35 | 1,2,3-Tricloro Propano   | µg/l          | 0,001               |
| 36 | 1,1,2,2-Tetracloro Etano   | µg/l          | 0,05                |
| 37 | Azoto ammoniacale (come NH4)   | mg/L          |                     |
| 38 | Azoto nitroso (come NO2)   | µg/l          | 500                 |
| 39 | Indice di Permanganato   | mg/L O2       |                     |

**Tab. 9.4.2.3/A:** analiti da determinare nei campioni d'acqua (Pozzi Privati)

### 9.4.3 Campionamento top soil

Per il campionamento dei top soil dovranno essere seguite le procedure previste per i campioni di suolo e sottosuolo. Nei due campioni dovranno essere determinate le concentrazioni di PCB, Amianto, furani e Diossine.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 118 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

## **9.5 Piano delle analisi chimico-fisiche**

### **9.5.1 Analisi chimiche delle matrici solide**

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 9001:2000 oppure sia un laboratorio di un Ente Pubblico. Il limite di rilevabilità degli analiti nelle matrici solide dovrà essere superiore a 1/10 dei valori riportati in Tabella 1, colonna B, Allegato 5 al Titolo V 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.***

***I dati analitici 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.***

### **9.5.2 Analisi chimiche delle acque di falda**

Le procedure di campionamento ed analitiche per la determinazione dei parametri ricercati devono 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 9001:2000 oppure sia un laboratorio di un Ente Pubblico. Il limite di rilevabilità degli analiti nelle matrici acqua di falda è di 1/10 dei valori riportati in tabella 2, Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs. 152/06.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 119 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

### 9.5.3 Analisi chimiche del top soil

Le procedure di campionamento ed analitiche per la determinazione dei parametri ricercati devono 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 9001:2000, oppure sia un laboratorio di un Ente Pubblico. Il limite di rilevabilità degli analiti nelle matrici solida Top Soil è di 1/10 dei valori riportati in Tabella 1, colonna B, Allegato 5 al Titolo V 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 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***

***I dati analitici 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.***

### 9.6 Attività di controllo

Le procedure di qualità e controllo che dovranno accompagnare tutte le fasi del campionamento prevedono che, ai fini di garantire il controllo e la qualità delle operazioni di campionamento, dovrà essere predisposta appropriata documentazione delle attività, che consenta la rintracciabilità dei campioni prelevati ed inviati presso il laboratorio di analisi; tale documentazione dovrà includere anche le azioni di controllo delle attività svolte in campo ed in laboratorio.

Di seguito si riporta una sintesi della documentazione da redigere.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 120 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

1. Registro per la raccolta organizzata delle informazioni di campo: localizzazione del sito, tempistica delle operazioni svolte, scopo delle attività e quant'altro sia utile a descrivere univocamente le operazioni.
2. Identificazione univoca dei campioni: data, ora e luogo di prelievo, denominazione del campione, profondità di campionamento, temperatura ambientale e tipo di analisi richiesta.
3. Dati relativi ai contenitori: capacità, sistema di chiusura, grado di pulizia.
4. Quantità del campione raccolto, in relazione al numero ed alla tipologia dei parametri da determinare (e quindi delle metodologie analitiche da adottare).
5. Precisione delle determinazioni analitiche.
6. Misure di sicurezza per gli operatori (rischio di contatto con gli occhi, rischio d'ingestione accidentale, rischio d'inalazione, abrasione dovuta alle attrezzature utilizzate, rischio dovuto a radiazioni, ecc.) ed equipaggiamento di sicurezza necessario.
7. Pulizia e decontaminazione dell'attrezzatura di campionamento (modalità e sostanze utilizzate).
8. Modalità di contenimento, trasporto e conservazione dei campioni.
9. Etichettatura dei campioni, tramite apposizione di cartellini con diciture annotate con penna ad inchiostro indelebile, da riportare sul verbale di campionamento, che potrà essere redatto in analogia con quanto previsto dalla normativa in materia di rifiuti.
10. Protocollo di campionamento ed analisi con descrizione delle procedure.
11. Modalità di elaborazione, presentazione ed archiviazione dei dati.

Le attività di controllo quali-quantitativo, da parte degli Enti preposti, potrà essere realizzata, durante lo svolgimento delle attività di campo, attraverso la verifica dell'applicazione delle specifiche definite nel Piano di Caratterizzazione. Le attività di campo saranno descritte a cura del responsabile del sito, con la redazione del Giornale dei Lavori, che dovrà essere verificato e validato dai Responsabili degli Enti preposti al controllo.

Tutte le fasi operative di laboratorio, comprese le attività di controllo degli Enti preposti, saranno descritte nel giornale lavori di laboratorio, che dovrà essere, anche in questo caso, verificato e validato dai Responsabili degli stessi Enti.

La validazione dell'intero percorso analitico, dal prelievo del campione alla restituzione del dato, potrà essere eseguita dagli Enti di Controllo, attraverso l'approvazione dei certificati analitici.

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Sordiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 121 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

## 10 ELABORAZIONE E INTERPRETAZIONE DEI DATI

I risultati delle attività di campo e di laboratorio successivi alla realizzazione del Piano di Investigazione Iniziale, saranno espressi sottoforma 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.

Facendo particolare riferimento ai risultati delle determinazioni analitiche di laboratorio, i dati saranno elaborati anche mediante analisi statistica in grado di evidenziare:

- valori minimi, massimi e medi rilevati e deviazione standard;
- distribuzione percentuale delle concentrazioni osservate.

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

- per suolo e sottosuolo: confronto delle concentrazioni dei singoli analiti con i csc della Tabella 1 dell'allegato 5 della Parte IV, colonna B (siti industriali) del D. Lgs 152/
- per acqua sotterranea: confronto delle concentrazioni dei singoli analiti con i CSC della Tabella 2 dell'allegato 5 della Parte IV, del D. Lgs 152/06

## 11 SINTESI DEL PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE

In sintesi il piano della caratterizzazione prevede una serie di indagini che implementate a quanto eseguito nell'ambito del piano di accertamento forniscono un quadro esaustivo dello stato delle diverse componenti ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee). Le indagini previste sono sintetizzate

|   |  |                           |               |
|---|--|---------------------------|---------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br><br>Via dell'Artigianato, 6 - 09122<br>- Cagliari<br>Tel. 070 2116300 -<br>Fax 070 2116380 -<br>info@ecoserdiana.com | <b>PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE</b><br>Impianto di discarica gestito dalla Soc.<br><b>ECOSERDIANA SpA</b> sita in Loc. s'Arenaxiu -<br>Su Siccusu, Comune di Serdiana | Provincia Sud<br>Sardegna |               |
|   |  | <b>Fg. 122 di 124</b>     | <b>Rev. 0</b> |

## **12 ALLEGATI**

**Allegato A. Planimetria ubicazione indagini Scala 1:5000**

**Allegato A1. Stralcio dell'allegato A1 Scala 1:2000**

## **13 BIBLIOGRAFIA**

- **Piano di Accertamento**
- **Relazione Tecnica Piano di Accertamento**