



OPERE DI MESSA IN SICUREZZA, COMPLETAMENTO RIPROFILATURA  
E COMPENSAZIONE AMBIENTALE DELLA DISCARICA DI PIAVE NUOVO A JESOLO

**PROCEDURA DI SCREENING VIA  
INTEGRAZIONI VOLONTARIE  
Novembre 2018**

**RELAZIONE GENERALE**

**OPERE DI MESSA IN SICUREZZA, COMPLETAMENTO, RIPROFILATURA**  
**E COMPENSAZIONE AMBIENTALE DELLA DISCARICA DI PIAVE NUOVO A JESOLO (VE)**  
**- INTEGRAZIONI SPONTANEE -**

**PREMESSA**

Facendo riferimento all'istanza, relativa all'intervento in oggetto, presentata in data 23/04/2018 e alle successive integrazioni già effettuate su richiesta del Comitato VIA, con la presente nota ci si pone l'obiettivo di procedere ad una serie di chiarimenti ed ulteriori integrazioni progettuali con il fine di identificare i fattori di possibile impatto e definire al meglio gli interventi di compensazione e monitoraggio degli stessi.

Quanto esplicitato nei paragrafi che seguono è pertanto da considerarsi a chiarimento di quanto già esposto negli elaborati progettuali ed a rettifica/integrazione degli stessi per quanto incompleto o non compatibile.

**IMPATTI SUL SOTTOSUOLO**

In merito agli impatti sul sottosuolo si riconfermano le considerazioni già effettuate nell'elaborato C1 – Relazione di Screening, paragrafo 4.1, in particolare:

- *Il mancato ampliamento in estensione che non comporta alcuna perdita/consumo del suolo;*
- *La costruzione dei nuovi invasi senza alcuna operazione di scavo;*
- *La predisposizione di un sistema di raccolta del percolato relativo ai nuovi volumi che limita ogni potenziale fenomeno di contaminazione;*
- *La tenuta (certificata anche dalla Conferenza dei Servizi) delle barriere di contenimento preesistenti che esclude la possibilità di fenomeni di contaminazione.*

In merito a quest'ultimo punto è utile osservare come tutte le simulazioni modellistiche, effettuate sulla base di un modello geologico desunto dai numerosi sondaggi eseguiti e dalle condizioni di progetto, abbiano evidenziato condizioni di sollecitazione e deformazione ampiamente compatibili con la tipologia di intervento e rispondenti alla normativa di settore.

Nonostante quanto sopra appare opportuno, in considerazione della tipologia di intervento proposto, *introdurre alcuni aspetti migliorativi nella messa in sicurezza della vecchia discarica non più oggetto di landfill mining:*

1. Ampliamento della rete di pozzi e di trincee drenanti;
2. Inserimento di un sistema di monitoraggio sull'area oggetto di intervento.

**1. Ampliamento della rete drenante**

Si prevede l'implementazione della rete di emungimento di progetto con ulteriori n. 6 pozzi drenanti, portandone la quantità complessiva a 11.

I pozzi verranno uniti tra loro da una rete chiusa di trincee drenanti della profondità di 1,5 m (al di sotto del livello di falda esterna alla discarica) ed in grado di costituire una via preferenziale per il transito delle portate dai rifiuti verso i pozzi stessi.

La lunghezza complessiva delle trincee sarà di circa 1.350 m.

Si procederà in particolare al posizionamento di una serie di trincee immediatamente a tergo il diaframma di contenimento, in maniera tale da garantire una più efficace eliminazione delle sovrappressioni su di essi, fermo restando che la verifica delle deformazioni del diaframma stesso è stata effettuata con l'ipotesi ampiamente cautelativa di consolidazione non drenata.

Il posizionamento planimetrico dei pozzi garantisce il mantenimento del raggio di calcolo di 55 m utilizzato nella modellazione idraulica contenuta nella relazione integrativa.

Si ricorda che trattandosi di condizioni di acquifero di modeste dimensioni e confinato, non è possibile definire nel caso di specie un concetto di "raggio di influenza" determinato con la formula di Sicard (che invece nasce dal presupposto di falda soggetta ad alimentazione costante laterale).

Il modello idraulico è pertanto quello di un acquifero confinato soggetto a gradiente costante dovuto all'effetto emungimento dei pozzi come da previsioni modellistiche esposte in allegato 4 delle integrazioni presentate specificando altresì che esso è stato discretizzato agli elementi finiti considerando una porzione bidimensionale di terreno avente lunghezza pari a metà dell'interasse medio tra i due pozzi (55 m) ed una profondità unitaria. Per la determinazione delle portate totali per ciascun pozzo si è moltiplicato il valore grezzo desunto dal modello per il coefficiente 172 pari al rapporto tra la superficie circolare di calcolo afferente il singolo pozzo (9500 mq circa) e quella unitaria di modellazione (55 mq).

La presenza delle trincee drenanti permette di definire, negli step di calcolo del modello idraulico, interessati dalla loro presenza, un coefficiente di permeabilità  $K = 1 \cdot 10^{-5}$  m/s; per il drenaggio della porzione di discarica non interessata dalle trincee si è assunto un coefficiente K avente un ordine di grandezza inferiore.

Il numero di pozzi proposti risulta adeguato in relazione alla capacità drenante richiesta e alla necessità di limitare gli attraversamenti del nuovo pacchetto impermeabilizzante per i nuovi invasi.

Per quanto riguarda le tempistiche attese, stante l'incremento del numero di pozzi, ed il forte infittimento della rete di trincee drenanti, è ipotizzabile un dimezzamento delle tempistiche necessarie all'abbassamento del livello di percolato nella prima fase permettendo il raggiungimento della quota di + 3,5 m s.l.m.m. in 2,5 anni anziché i 5 previsti; l'emungimento completo del percolato presente nella vecchia discarica può pertanto stimarsi essere completato in 8,5 anni anziché gli 11 previsti nel progetto iniziale.

La configurazione del sistema di emungimento, così come da integrazione proposta, è illustrata nell'allegata tavola 04 rev. 01 che sostituisce la precedente.

### **Sistema di monitoraggio vecchia discarica**

Si propone l'introduzione di un sistema di infrastrutture avente l'obiettivo di monitorare l'andamento dei parametri di deformazione e di tenuta delle barriere di conterminazione della discarica.

Si procederà pertanto all'installazione di:

- a. Un sistema di tubazioni drenanti spia posizionate all'interno dello strato di terreno posto tra il tetto della vecchia discarica e le barriere di fondo dei nuovi invasi.  
Tali tubazioni, poste ad interasse di 20 m e di diametro 200 mm, permettono di verificare la presenza di pericolose sovrappressioni tra gli strati impermeabili oltre che monitorare eventuali infiltrazioni sia dalla discarica sottostante che da quella sovrastante (dovuta a cattiva tenuta delle barriere di fondo).
- b. n. 2 tubi inclinometrici lungo il nuovo argine sud con l'obiettivo di monitorare gli spostamenti ed i cedimenti dello stesso nonché la compatibilità della loro entità con quanto previsto nei modelli di calcolo.
- c. Un sistema di cavi e sensori interrati lungo il perimetro della vecchia discarica interessato dalla presenza del diaframma ed in adiacenza ai rifiuti già abbancati.

Il sistema di cavi e sensori sarà posto ad una profondità di 2 m dal piano campagna esterno, corrispondente a circa la metà dello spessore medio della vecchia discarica.

Tali cavi permetteranno, attraverso periodiche campagne geofisiche, di monitorare, tramite misura della resistività del terreno, il mantenimento delle condizioni di tenuta idraulica e le deformazioni del diaframma.

La configurazione del sistema di monitoraggio è quella riportata nell'allegata tavola 04 bis che integra la documentazione di progetto.

Le caratteristiche del sistema di monitoraggio geofisico sono riportate in Allegato alla presente relazione.

Per quanto riguarda la frequenza di monitoraggio si adotterà quanto segue:

**a. Drenaggi "spia"**

Misura qualitativa delle acque e misura piezometrica dopo 30 giorni dall'installazione (da effettuarsi prima dell'allestimento dei nuovi invasi).

Durante la fase di coltivazione delle nuove vasche V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>, monitoraggio mensile del livello nei 6 piezometri di controllo per valutare l'entità delle eventuali sovrappressioni. Analisi semestrale della qualità delle acque di n. 3 piezometri tra loro alternati.

Nelle successive fasi di coltivazione monitoraggio bimestrale dei livelli piezometrici ed annuale di n. 3 piezometri su 6 procedendo all'alternanza.

Nella fase di post-gestione: monitoraggio semestrale dei livelli piezometrici ed annuale di n. 1 piezometro significativo.

**b. Tubi inclinometrici**

Durante la fase di gestione operativa: monitoraggio semestrale.

Nella fase di post-gestione, nessun monitoraggio ma controllo dei cedimenti tramite rilievo topografico secondo le frequenze previste nel PMC.

**c. Monitoraggio geofisico**

Esecuzione di una prima campagna "in bianco" subito dopo l'installazione dei cavi che dovrà essere antecedente l'allestimento dei nuovi invasi.

Durante i primi 4 anni di coltivazione (ove è prevista la maggior parte di emungimento del percolato dovuto alle sovrappressioni), misura geofisica con cadenza semestrale.

Durante le successive fasi di gestione operativa: misura con frequenza annuale.

In fase di post-gestione: esecuzione di campagna geofisica in caso di anomalie nei piezometri di controllo nell'intorno dell'area di indagine.

Il Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) che verrà redatto per la variante all'AIA disciplinerà in dettaglio gli aspetti del monitoraggio oltre che la gestione di eventuali anomalie riscontrate.

Nel caso risultasse in corso d'opera procedere ad approfondimento sarà possibile valutare la realizzazione di prove di pompaggio, a cavallo del diaframma oltre che l'introduzione di nuove tecniche di misura geotecnica avanzata, ancora in fase di approfondimento scientifico, quali le fibre ottiche.

## **IMPATTI DOVUTI A RUMORE ED ODORE**

Dalle valutazioni già eseguite è stato possibile desumere come la variante progettuale proposta risulti ampiamente migliorativa rispetto a quanto già approvato e come, altresì, gli impatti della situazione attuale e di quella di progetto risultino altrettanto compatibili.

E' altresì evidente come, in ogni caso, la presenza della stazione di travaso nell'area oggetto di intervento, ma esclusa dalla presente procedura di screening in quanto non pertinente con la discarica, generi un impatto non trascurabile.

In allegato si è proceduto ad un aggiornamento delle valutazioni dell'impatto da rumore e odore (Allegati 8 e 9 alle integrazioni qui in rev.01) ove viene chiaramente evidenziato l'apporto di ciascuna delle due componenti presenti nel sito di Piave Nuovo.

## **IMPATTI DOVUTI AL TRAFFICO VEICOLARE**

Nella stima degli impatti dovuti al traffico veicolare (Allegati 6 e 7 delle integrazioni) è stato assunto un valore di riferimento di 90 mezzi/giorno nella situazione attuale e 93,3 mezzi/giorno nello stato di progetto.

Come già argomentato nei paragrafi 4.1 e 4.2 dell'Allegato 7 risultano strettamente afferenti la discarica n. 23 mezzi/giorno allo stato attuale e n. 26 mezzi/giorno dello stato di progetto.

Ne consegue che, considerando l'apporto della sola discarica, le emissioni prodotte da veicoli già ampiamente al di sotto dei limiti di legge secondo il modello generale effettuato, risultano sicuramente ancora più compatibili.

## **PRECISAZIONI IN MERITO AL CRONOPROGRAMMA**

Per la determinazione del cronoprogramma degli interventi si è fatto in via preliminare riferimento alla vita utile della discarica.

Per la determinazione delle quantità dei conferimenti si è fatto riferimento ai quantitativi netti di rifiuto previsti nel progetto (esclusi quindi i volumi tecnici), considerando un peso specifico  $Y = 1 \text{ ton/mc}$ , in linea con il valore storico  $Y = 0,96$  (pag. 20 relazione tecnica).

Nella comparazione progettuale si è assunto pertanto:

### Stato autorizzato

- Rifiuti conferibili: 244.804 tonnellate
- Conferimenti attesi annui: 35.000 tonnellate (per le motivazioni di mercato espresse a pag. 2 della relazione integrativa)

### Stato di variante

- Rifiuti conferibili: 340.000 tonnellate
- Conferimenti attesi annui: 68.000 tonnellate (pari al fabbisogno dell'area metropolitana).

Nel corso dell'iter autorizzativo è emersa la volontà da parte del Comune di Jesolo di delegare VERITAS S.p.A. quale autorità espropriante per la realizzazione della fascia boscata.

E' altresì intenzione della Società proponente procedere in via preliminare, nelle more dell'avvio della procedura d'esproprio, all'acquisizione, ove possibile, per via bonaria delle porzioni di terreno interessate dall'opera di compensazione; a tal proposito entro il 2018 si procederà alla formulazione di apposita proposta di compravendita nei confronti dei proprietari, basandosi sui valori di riferimento per le procedure espropriative.

Risulta pertanto ipotizzabile l'avvio della realizzazione della fascia boscata per fasi: dapprima per le aree (di dimensione significativa che permettano la realizzazione di una porzione di alberature) eventualmente acquisite per via bonaria, successivamente per quelle oggetto di esproprio.

Onde velocizzare le tempistiche si utilizzerà la procedura accelerata di cui all'art. 22 del D.P.R.L 327/2001.

Si richiede pertanto che contestualmente all'approvazione del progetto, si proceda alla dichiarazione di pubblica utilità, indifferibilità ed urgenza dell'opera.

A maggior dettaglio di quanto già presentato i cronoprogrammi (nelle condizioni autorizzate e di variante) possono risultare i seguenti:

### **Progetto autorizzato**

Durata dei conferimenti in senso stretto: 244.804 t / 35.000 t/anno  $\approx$  7 anni

*Cronoprogramma degli interventi:*

#### **2019**

- Avvio operazioni di emungimento percolato preliminari allo scavo;
- Inizio operazioni di scavo;
- Avvio operazioni di vagliatura e imballaggio dei rifiuti (durata stimata 1 anno e mezzo, vedasi pag. 39 relazione progetto approvato);
- Avvio opere di esproprio per opere di regimazione idraulica e fascia boscata.

#### **2020**

- Allestimento prime 2 vasche Landfill Mining;
- Proseguimento scavo rifiuti, vagliatura, imballaggio;
- Definizione espropri – avvio realizzazione fascia boscata.

#### **2021**

- Avvio dei conferimenti;
- Completamento fascia boscata
- Proseguimento scavo rifiuti, vagliatura, imballaggio;
- Allestimento ulteriori n. 2 vasche Landfill Mining.

#### **2022**

- Proseguo dei conferimenti;
- Completamento operazioni di Landfill Mining.

## **2023**

- Allestimento ultime vasche;
- Conferimento rifiuti;
- Avvio lavori di copertura definitiva lotti Est e Ovest (rispetto all'ipotesi di variante tale termine viene differito di 3 anni stante l'impossibilità tecnica di cospicue movimentazioni di terreno e inerti parallelamente alle operazioni di Landfill Mining e conferimenti).

## **2024**

- Conferimento rifiuti;
- Proseguo lavori di copertura definitiva lotti non interessati ai lavori.

## **2025 e 2016**

- Conferimento rifiuti.

## **2027**

- Termine dei conferimenti;
- Regolarizzazione finale.

## **2028**

- Avvio delle opere di copertura finale per le aree oggetto di riprofilatura;
- Completamento di tutti gli apprestamenti impiantistici (che entreranno via via in esercizio nel corso degli anni seguendo lo sviluppo dei lavori).

## **2029**

- Completamento delle opere di copertura finale;
- Collaudo finale e chiusura della discarica.

## **2030**

- Avvio del periodo di post-gestione.

### **Variante proposta**

Durata dei conferimenti in senso stretto: 340.000 t / 68.000 t/anno  $\approx$  5 anni

*Cronoprogramma degli interventi:*

## **2018**

- Conferimenti vasca I1;
- Avvio di acquisizione bonaria terreni interessati dalla fascia boscata;
- Completamento pista ciclabile.

## **2019**

- Definizione acquisizione bonaria ove c'è disponibilità da parte dei proprietari per la realizzazione della fascia boscata;
- Avvio delle procedure di esproprio per le aree ove non c'è disponibilità alla cessione bonaria;
- Avvio realizzazione fascia boscata per porzioni significative di terreni ceduti volontariamente;
- Realizzazione opere di messa in sicurezza della vecchia discarica lotto Est – Avvio emungimento percolato;
- Avvio realizzazione opere di regimazione idraulica e fascia boscata;
- Predisposizione invasi vasca V1 e avvio del conferimenti.

## **2020**

- Adeguamento della rete di monitoraggio piezometrico;
- Completamento fascia boscata aree oggetto di cessione bonaria;
- Definizione procedura di esproprio delle rimanenti aree interessate alla fascia boscata;
- Avvio lavori di copertura definitiva delle superfici dei lotti Est e Ovest non oggetto di riprofilatura (circa il 70% del totale);
- Predisposizione e conferimenti vasche V2 e V3.

## **2021**

- Prosieguo lavori di copertura definitiva;
- Realizzazione arginatura di chiusura lato Sud;
- Completamento delle fascia boscata tramite realizzazione della stessa anche nelle aree acquisite tramite esproprio;
- Predisposizione e conferimento vasca V4.

## **2022**

- Completamento lavori di copertura definitiva aree non soggetto a riprofilatura;
- Predisposizione e conferimenti vasca S1.

## **2023**

- Predisposizione e conferimenti vasche S2 e S3.

## **2024**

- Predisposizione e conferimenti vasca S4, raccordi e recupero cedimenti;
- Termine dei conferimenti;
- Regolarizzazione finale delle superfici.



## 2025

- Avvio delle opere di copertura finale per le aree oggetto di riprofilatura;
- Completamento di tutti gli apprestamenti impiantistici (che entreranno via via in esercizio nel corso degli anni seguendo lo sviluppo dei lavori).

## 2026

- Completamento delle opere di copertura finale;
- Collaudo finale e chiusura della discarica.

## 2027

- Avvio del periodo di post gestione.

Chioggia, 26.11.2018

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. ~~Samuele~~ Colombo



**Allegato:**

**Linee guida per progetto di monitoraggio geoelettrico in time-lapse  
della discarica di Piave Nuovo**

**Premessa**

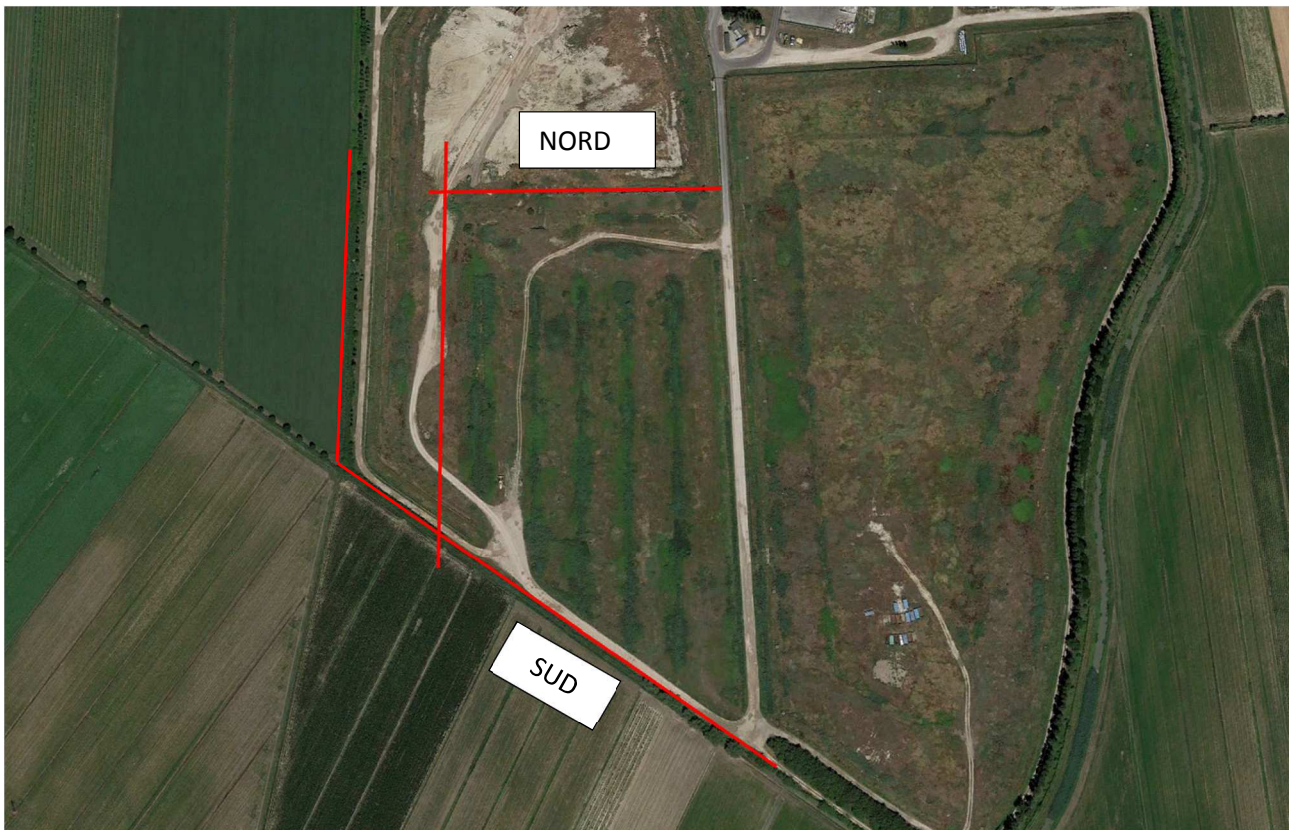
Il progetto, di cui alla presente proposta, riguarda la messa in opera di tre dorsali elettrodiche che racchiudano lungo i lati nord, ovest e sud il lotto di discarica per RSU interessato dalla sopraelevazione e per il quale è previsto un aumento del carico statico.

Le dorsali, di lunghezza eccedente ciascun lato consentiranno il monitoraggio periodico anche dopo la realizzazione del nuovo fondo impermeabile e l'accumulo dei rifiuti. Questi ultimi interventi, una volta realizzati, compromettono infatti la possibilità di investigare in profondità il settore periferico.

**Grandezze investigate**

Il dispositivo consentirà di misurare la resistività del sistema diaframma/terreno fino alla profondità di circa 15 m dal piano di messa in opera, ottenendo una sezione di resistività che interessi anche i volumi esterni in adiacenza al diaframma. Il confronto tra misure ripetute consentirà di individuare eventuali variazioni locali di resistività intercorse tra due misure consecutive che possono essere state indotte dalla presenza di percolato in uscita dalla discarica in grado di perturbare il campo elettrico.

Eventuali piccoli spostamenti del diaframma indotti dal carico statico non sono all'interno della risoluzione della tomografia. Spostamenti significativi del sistema diaframma/terreno di contenimento potranno invece essere individuati in quanto modificheranno il volume conduttivo attraversato dal campo elettrico.



*Figura 1 – dorsali elettrodiche di progetto per un totale di circa 750 m lineari.*

### **Geometria del dispositivo**

Saranno messe in opera catene elettrodiche all'interno una trincea realizzata in adiacenza al diaframma, all'esterno dello stesso. Saranno impiegati cavi multipolari in poliuretano a 24 conduttori, sezione 22 AWGm, reversibili che saranno collegati ad altrettanti elettrodi in acciaio inox impolarizzabile, sigillati con guaine. La spaziatura sarà di circa 2 m (verrà definita in fase di progettazione esecutiva dell'intervento). I cavi sono collegati a connettori tipo PT06A16-26P-PG adatti per strumenti Syscal, Ambrogeo o Abem.

I cavi saranno dotati di prolunghe che conducono ad un armadietto con un pannello di terminazione dal quale potranno essere effettuate le misure di resistività con un resistivimetro sfruttando le diverse combinazioni di blocchi elettrodici del sistema messo in opera.

I cavi saranno protetti all'occorrenza da un portacavo corrugato interrotto in corrispondenza degli elettrodi. Lo stendimento sarà esteso oltre lo spigolo per consentire di ottenere un'adeguata profondità di investigazione anche agli estremi. Saranno inoltre posizionati poli remoti in prosecuzione degli stendimenti per le misure polo-dipolo.

La trincea sarà realizzata a circa 50-100 cm di distanza dall'asse diaframma, lungo il perimetro esterno, a profondità adeguata (circa 1-1,5 m). La posizione è stata scelta per ridurre l'effetto che il diaframma, intrinsecamente conduttivo, esercita sul campo elettrico; inoltre, in caso di perdite di percolato, la geometria proposta risulta essere più efficace.

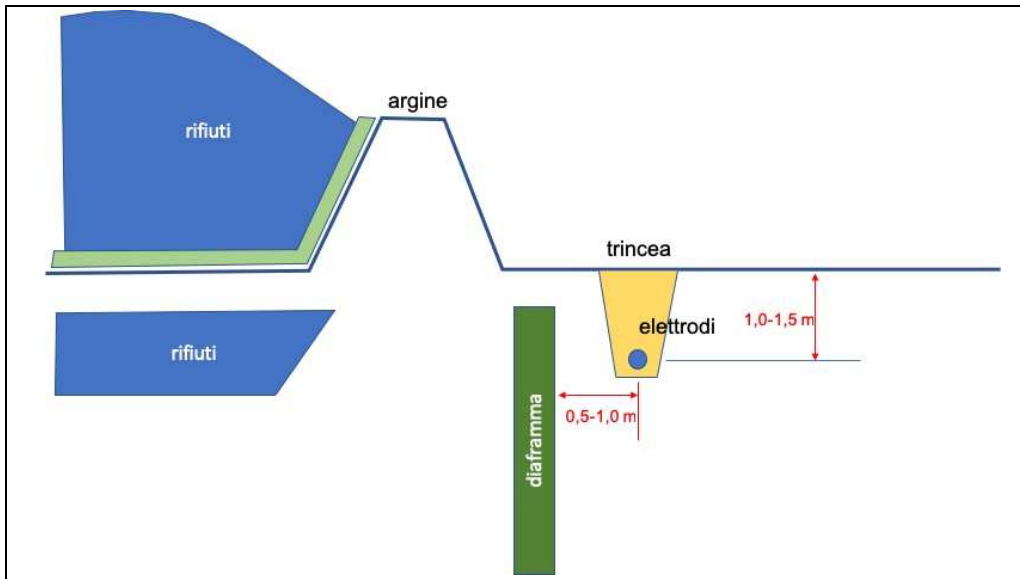


Figura 2 – Schema di messa in opera di una dorsale elettrodica.

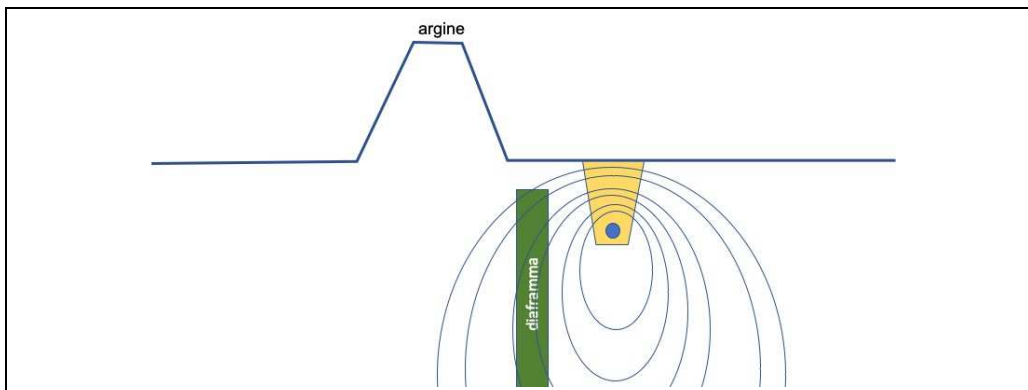


Figura 3 – Schema di campo elettrico che si sviluppa attraverso il diaframma.

Sono previsti:

<i>n. cavi</i>	<i>Elettrodi per cavo</i>	<i>lato</i>
4	24	nord
5 + 5	24 + 24	ovest
5	24	Sud

### Modalità di misura

Le misure di monitoraggio saranno effettuate con configurazioni diversificate, polo-dipolo e wenner-slumberger, anche con misura dei potenziali indotti che possono essere maggiormente risolutivi in un contesto iperalino come quello locale dove il cuneo salino e il percolato innalzano drasticamente la conducibilità dei terreni.

Le misure potranno essere condotte, sui lati ovest e sud, sia con un sistema a 72 canali che con un sistema a 48 con roll along di lunghezza pari ad un blocco.

La sessione di monitoraggio, articolata nelle misure effettuate con le diverse configurazioni, sarà progettata in modo da essere completata nell'arco di una sola giornata.

## **Considerazioni**

I **vantaggi** delle catene elettrodiche fisse consistono in:

- ripetibilità delle misure nel tempo, non variando la geometria dello stendimento, pertanto;
- possibilità di condurre misure in time-lapse (multitemporali, con confronto tra misure successive);
- basso costo di installazione;
- basso costo di esercizio;
- possibilità di successiva integrazione con altre linee esterne, in foro e/o in copertura, per investigare diversi settori/volumi di sottosuolo;
- possibilità di mettere in posto il sistema prima della realizzazione del sottofondo e del conferimento dei rifiuti (altrimenti impossibile dopo che la discarica sarà in esercizio);
- capacità di risolvere le anomalie di resistività connesse a perdite di percolato;
- capacità di individuare cambiamenti nelle caratteristiche chimico-fisiche del sottosuolo (compattazione, deformazioni importanti, scavarnamenti, piping, ecc.);
- nessuna interferenza con le attività della discarica;
- nessuna manomissione/interferenza col diaframma.

I **limiti** per le finalità del caso di cui alla presente proposta:

- il monitoraggio non è continuo, tuttavia una frequenza almeno semestrale nelle prime fasi di carico garantisce un'ampia possibilità di lettura delle deformazioni che, in ogni caso, hanno sviluppo relativamente lento. E' possibile ridurre la frequenza delle misurazioni nelle fasi successive
- la presenza di soluzioni saline potrebbe attenuare i contrasti pur mantenendo "leggibile" il cambiamento del campo di resistività nel sottosuolo.

## Bibliografia

*Alcuni articoli di riferimento per le misure time-lapse e per lo studio di deformazioni di frane e dissesti (riconducibili al progetto di stesa geoelettrica).*

- Ewing, R.P., and Hunt, A.G. (2006). Dependence of the electrical conductivity on saturation in real porous media. *Vadose Zone Journal*, 5, 731-741.
- Mualem, Y., and Friedman, S.P. (1991). Theoretical prediction of electrical conductivity in saturated and unsaturated soil. *Water Resources Research*, 27, 2771-2777.
- Oldenborger, G. A., Knoll, M., Routh, P., and LaBrecque, D. (2007a). Timelapse ERT monitoring of an injection/withdrawal experiment in a shallow unconfined aquifer. *Geophysics*, 72, F177-F187.
- Oldenborger, G. A., S.Routh, P., and M. D. Knoll, (2007b). Model reliability for 3D electrical resistivity tomography. Application of the volume of investigation index to a time-lapse monitoring experiment. *Geophysics*, 72, F167-F175.
- Perrone, A., Lapenna, V., and Piscitelli, S. (2014). Electrical resistivity tomography technique for landslide investigation: A review. *Earth Science Reviews*, 135, 65-82.
- Quagliarini, A., Segalini, A., Chelli, A., Francese, R., Giorgi, M., and Spaggiari, L. (2016). Joint modelling and monitoring on Case Pennetta and Case Costa active landslides system using electrical resistivity tomography and geotechnical data. *World Landslide Forum 2017*.
- Ramirez, A. L., Daily, W. D., and Newmark, R. L. (1995). Electrical resistance tomography for steam injection monitoring and process control: *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 0, 39-51.
- Ramirez, A., Daily W., LaBrecque, D. Owen, E., and Chesnut, D. (1993). Monitoring an underground steam injection process using electrical resistance tomography. *Water Resources Research*, 29, 73-87.
- Sasaki, Y. (1992). Resolution of resistivity tomography inferred from numerical simulation. *Geophysical Prospect Ing.* 40, 453-464.
- Singha, K., and Gorelick, S. M. (2005). Saline tracer visualized with three dimensional electrical resistivity tomography: Field-scale spatial moment analysis. *Water Resources Research*, 41, W05023, doi: 10.1029/2004WR003460.
- Slater, L., Binley, A.M., Daily, W., and Johnson, R. (2000). Cross-hole electrical imaging of a controlled saline tracer injection. *J. Appl. Geophys.* 44, 85-102.
- Tsourlos, P., Ogilvy, R., Meldrum, P., and Williams, G. (2003). Time-lapse monitoring in single boreholes using electrical resistivity tomography. *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*, 8, 1-14.
- Uhlemann, S., Chambers, J., Wilkinson, P., Maurer, H., Merrit, A., Meldrum, P., Kuras, O., Gunn, D., Smith, A., and Dijkstra, T. (2017). Four-dimensional imaging of moisture dynamics during landslide reactivation. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. AGU Publications.