

17 dicembre 2020

DANIELE ZITO-UTS SOGESID S.P.A.

METTIAMOCI
IN RIGA

Dalla caratterizzazione alla messa in sicurezza permanente

Presentazione delle “Linee guida per la standardizzazione dei procedimenti di messa in sicurezza/bonifica relativi alle discariche e ai siti di abbandono dei rifiuti”



Procedure operative ed amministrative



Inquadramento normativo e principali definizioni

Sito: area o porzione di territorio, geograficamente definita e determinata, intesa nelle diverse matrici ambientali (suolo, sottosuolo ed acque sotterranee) e comprensiva delle eventuali strutture edilizie e impiantistiche presenti.

Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'**Allegato 5** alla parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati.

Concentrazioni soglia di rischio (CSR): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito specifica secondo i principi illustrati nell'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto e sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica. I livelli di concentrazione così definiti costituiscono i livelli di accettabilità per il sito.



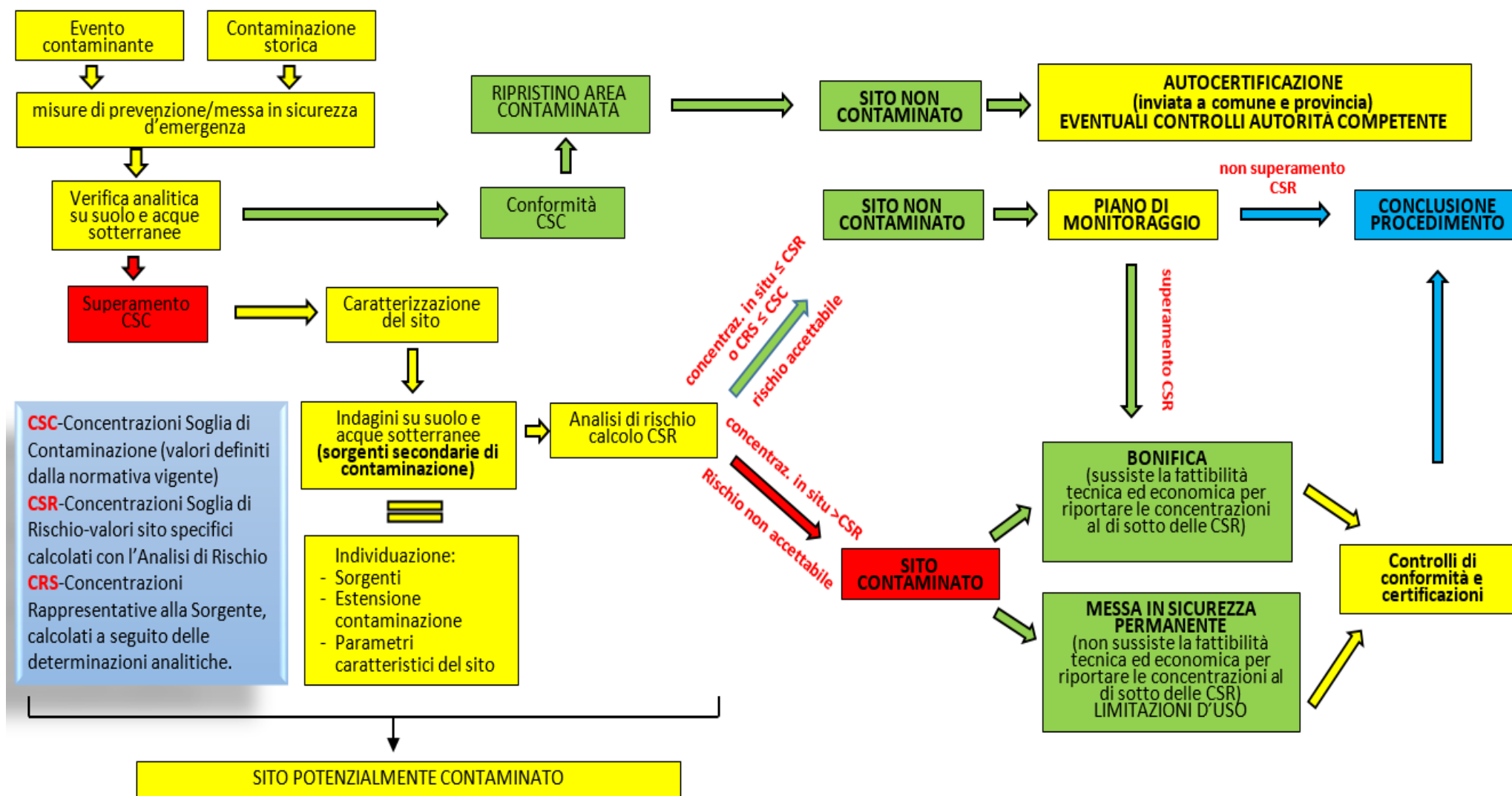
Inquadramento normativo e principali definizioni

Sito potenzialmente contaminato: un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC), in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica, che ne permettano di determinare lo stato o meno di contaminazione sulla base delle concentrazioni soglia di rischio (CSR).

Sito contaminato: un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati.

Sito non contaminato: un sito nel quale la contaminazione rilevata nelle matrici ambientali risulti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) oppure, se superiore, risulti comunque inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) determinate a seguito dell'analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica.

Le procedure operative ed amministrative (art. 242 D.L.vo 152/06 e s.m.i.)

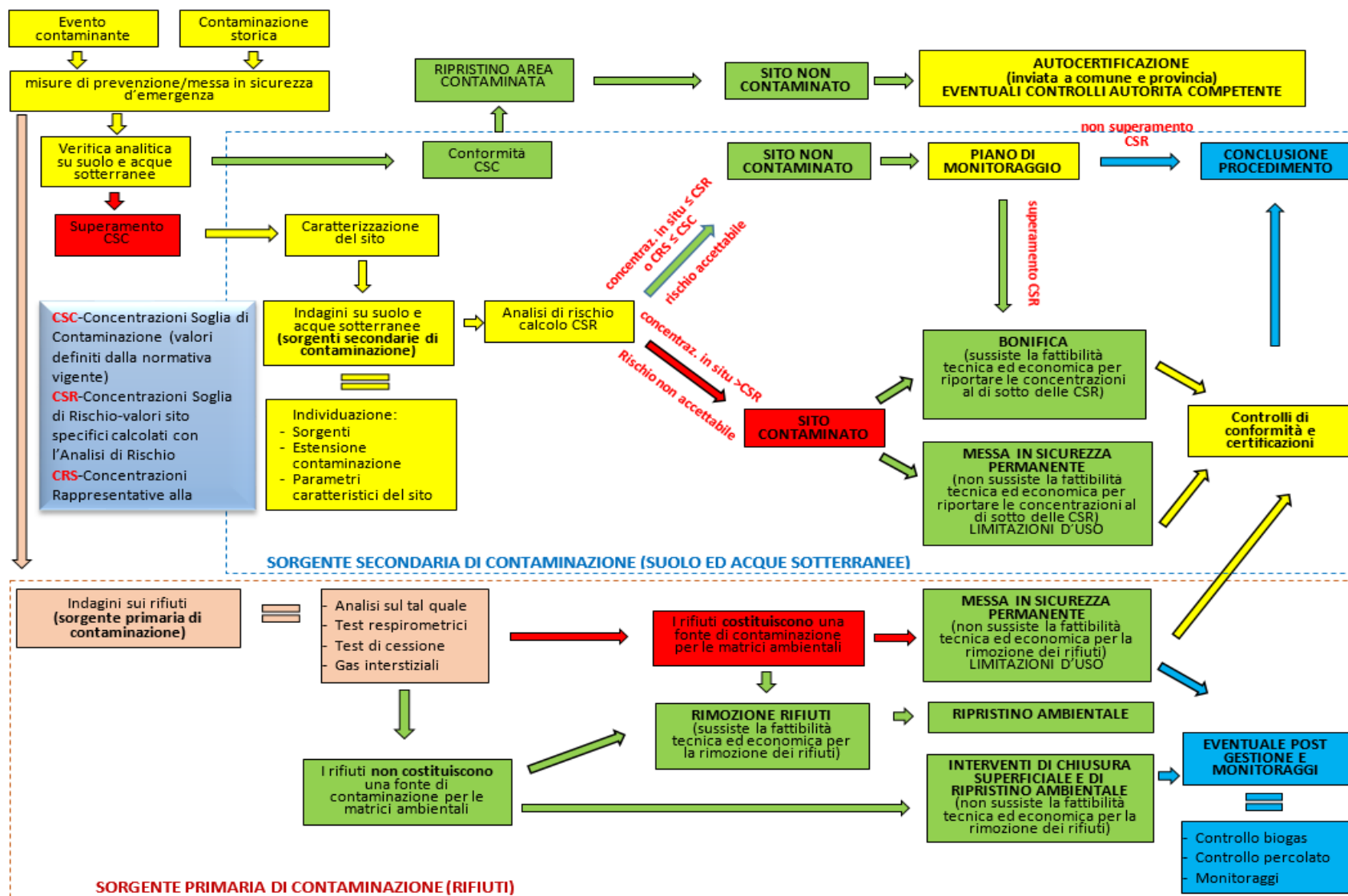


Sorgente primaria e sorgenti secondarie di contaminazione



LA PROCEDURA DI ANALISI DI RISCHIO VA APPLICATA RIFERENDOSI ESCLUSIVAMENTE ALLA SORGENTE SECONDARIA DI CONTAMINAZIONE. PERTANTO, TUTTI I PARAMETRI RELATIVI ALLA SORGENTE SI RIFERISCONO AL COMPARTO AMBIENTALE (SS, SP, GW) CONTAMINATO.

Le procedure operative per le discariche non controllate





Caratterizzazione ambientale di un sito: dalla ricostruzione storica al modello concettuale definitivo



Caratterizzazione ambientale di un sito

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.



Caratterizzazione ambientale di un sito

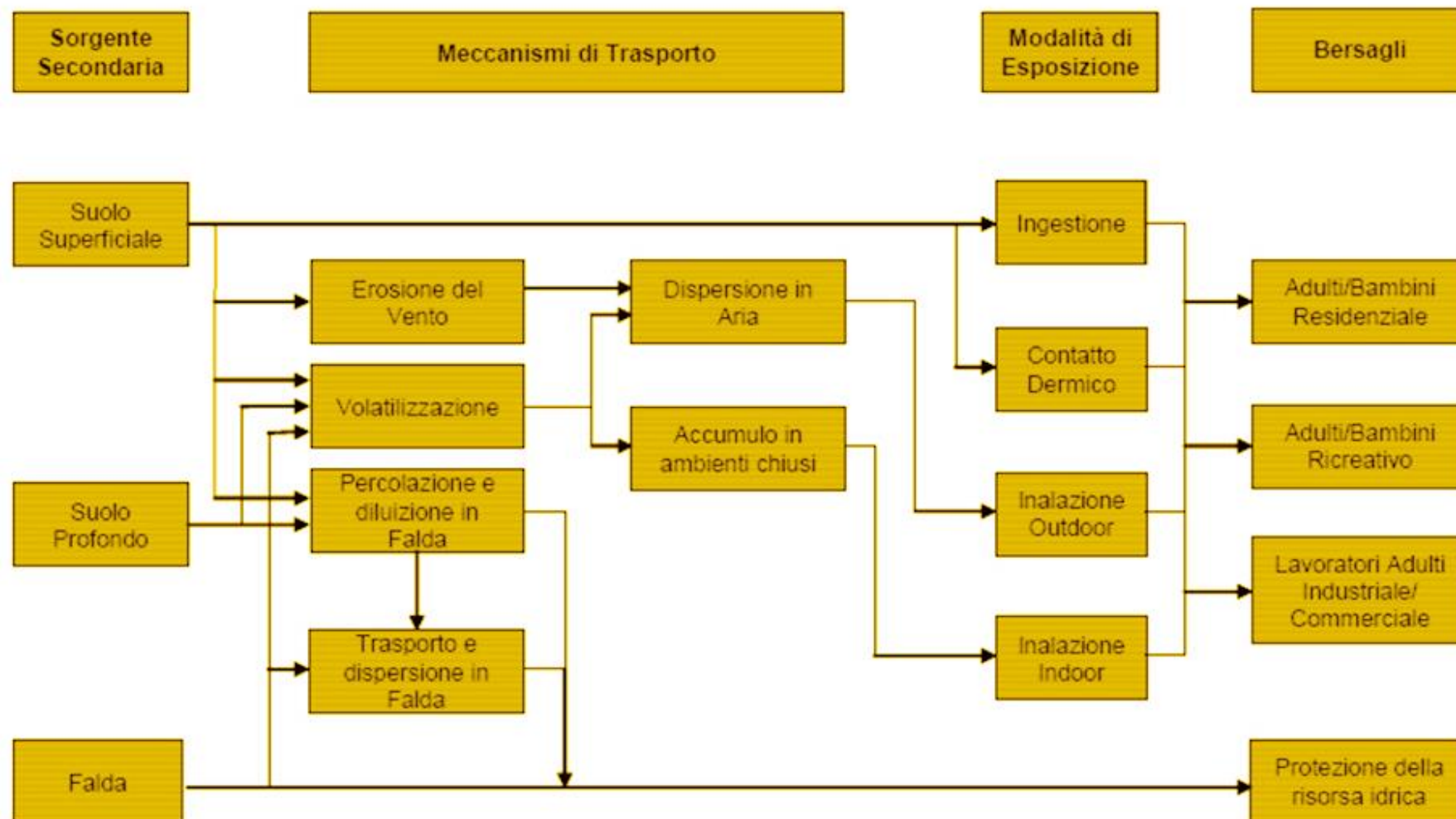
FASI DELLA CARATTERIZZAZIONE

- a) ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito;
- b) definizione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
- c) esecuzione del piano di indagini e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti;
- d) elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
- e) elaborazione del Modello Concettuale Definitivo;
- f) identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili - sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica, che si rendessero successivamente necessari a seguito dell'analisi di rischio - calcolati mediante analisi di rischio eseguita secondo i criteri di cui in Allegato 1.

Definizione del Modello Concettuale Preliminare e di un piano di indagini ambientali



MODELLO CONCETTUALE (TUTTI GLI SCENARI POSSIBILI)



Definizione del Modello Concettuale Preliminare e di un piano di indagini ambientali



PIANO DI INDAGINI: dovrà contenere le specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività (procedure di campionamento, le misure di campo, modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni, metodiche analitiche, ecc.) che una volta approvate dalle Autorità Competenti, prima dell'inizio dei lavori, costituiranno il protocollo applicabile per la caratterizzazione del sito. **Le indagini avranno l'obiettivo di:**

- **verificare l'esistenza di inquinamento di suolo, sottosuolo e acque sotterranee; definire il grado, l'estensione volumetrica dell'inquinamento; delimitare il volume delle aree di interrimento di rifiuti;**
- **individuare le possibili vie di dispersione e migrazione degli inquinanti dalle fonti verso i potenziali ricettori;**
- **ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il modello concettuale definitivo del sito;**
- **ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'analisi di rischio sito specifica;**
- **individuare i possibili ricettori.**

Definizione del Modello Concettuale Preliminare e di un piano di indagini ambientali



PIANO DI INDAGINI

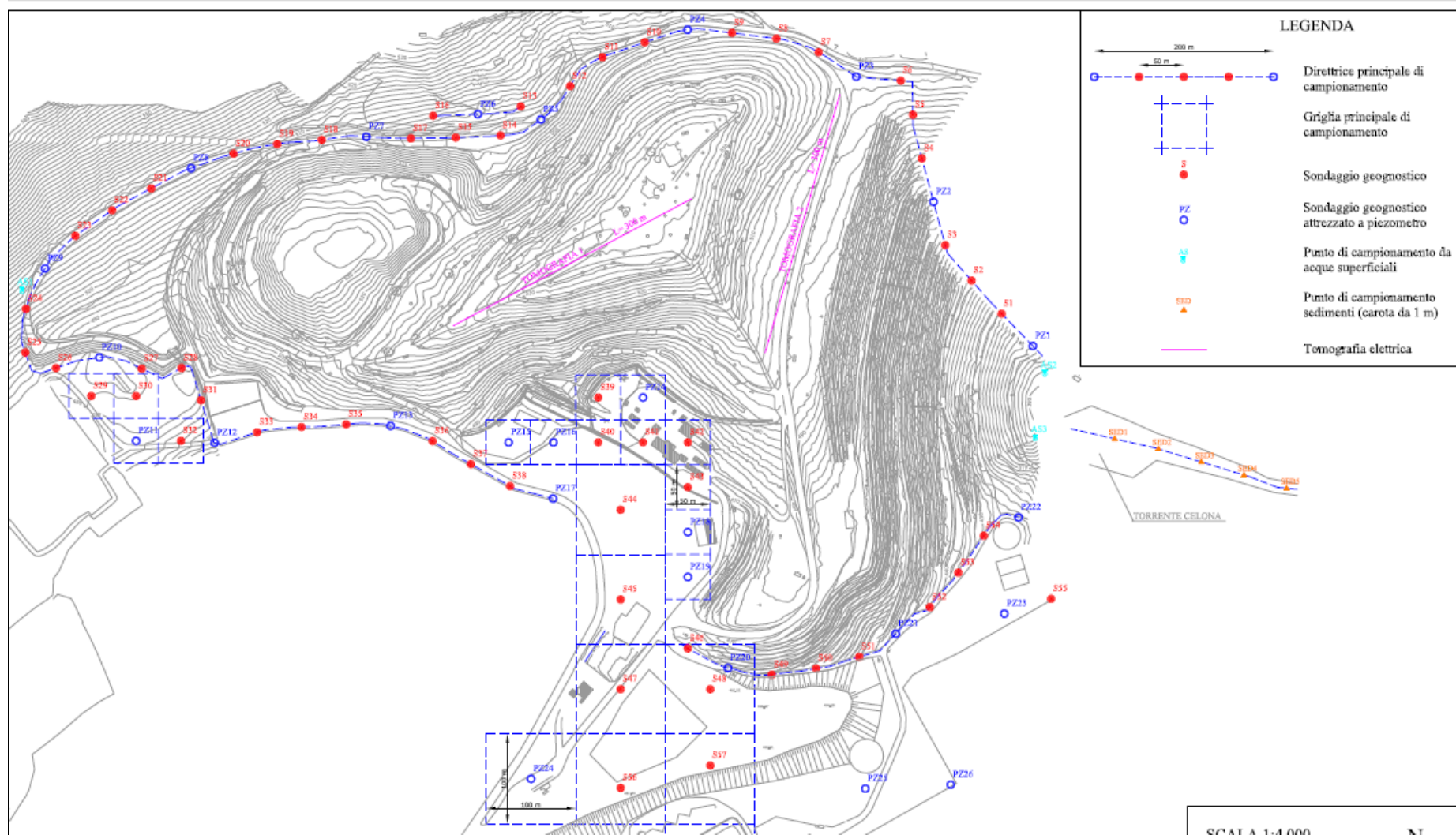
A tal fine devono essere definiti:

- l'ubicazione e tipologia delle indagini da svolgere, sia di tipo diretto, quali sondaggi e piezometri, sia indiretto, come i rilievi geofisici;
- il piano di campionamento di suolo, sottosuolo, acque sotterranee, valori di fondo rifiuti;
- il piano di analisi chimico-fisiche e le metodiche analitiche;
- la profondità da raggiungere con le perforazioni, assicurando la protezione degli acquiferi profondi ed evitando il rischio di contaminazione indotta dal campionamento;
- le metodologie di interpretazione e restituzione dei risultati.

D.M.471/99

Superficie del sito (m ²)	Punti di campionamento (DM 471/99)
< 10.000	almeno 5 punti
10.000-50.000	da 5 a 15
50.000-250.000	da 15 a 60
	da 60 a 120
> 500.000	almeno 2 punti ogni 10.000 m ²

Definizione del Modello Concettuale Preliminare e di un piano di indagini ambientali



Esecuzione piano di indagini



Campione 1: da 0 a 1 metro dal p.c.

Campione 2: 1 m che comprenda la zona di frangia capillare

Campione 3: 1 m nella zona intermedia tra i due campioni precedenti

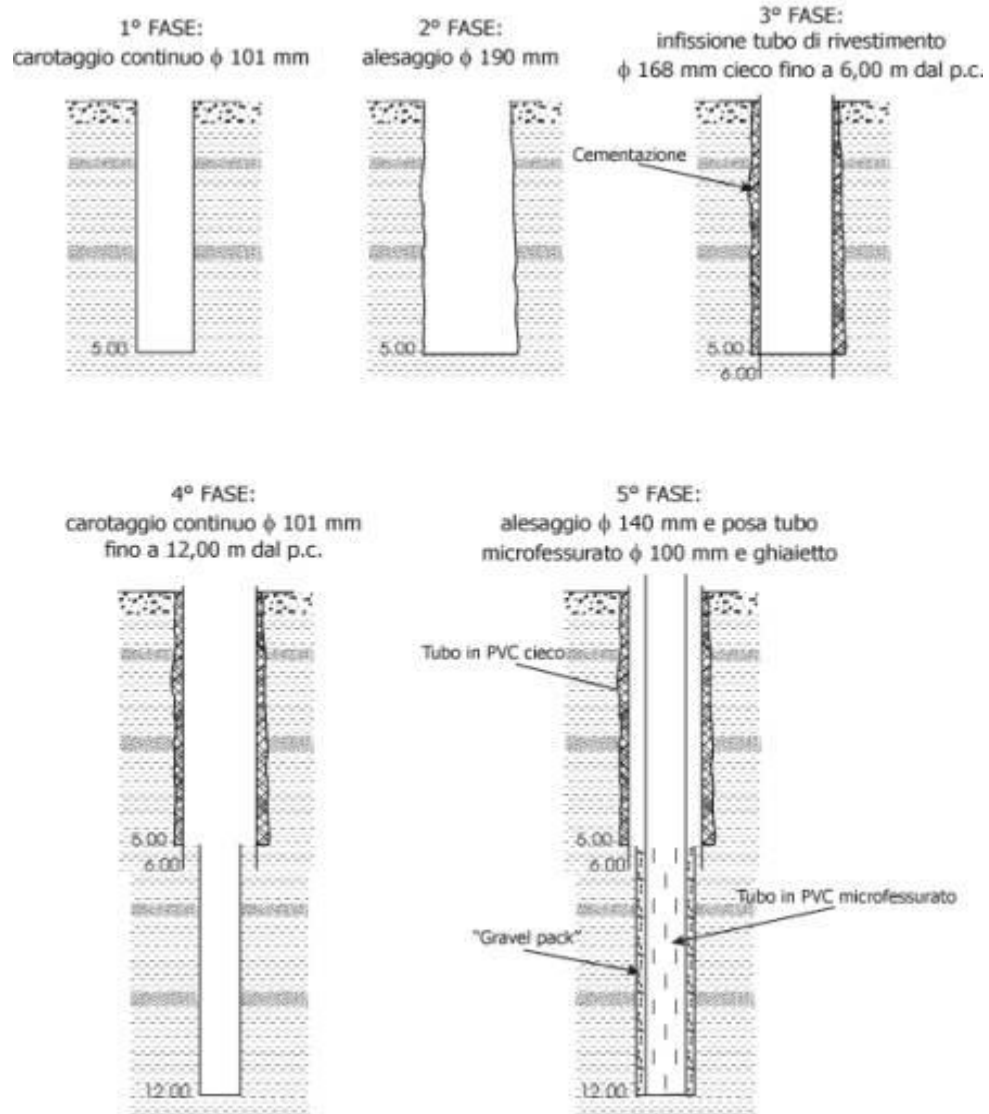
Campione X: in caso di evidenze di contaminazione

Campioni privi della frazione maggiore di 2 cm
Determinazioni analitiche in condotte sull'aliquota inferiore a 2 mm.

La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro.

Le analisi chimiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Esecuzione piano di indagini



Superficie del sito (m ²)	Numero di piezometri previsti dal D.M. 471/99
< 50.000	almeno 4
50.000-100.000	almeno 6
100.000-250.000	almeno 8
> 250.000	Almeno 1 ogni 25.000 m ²

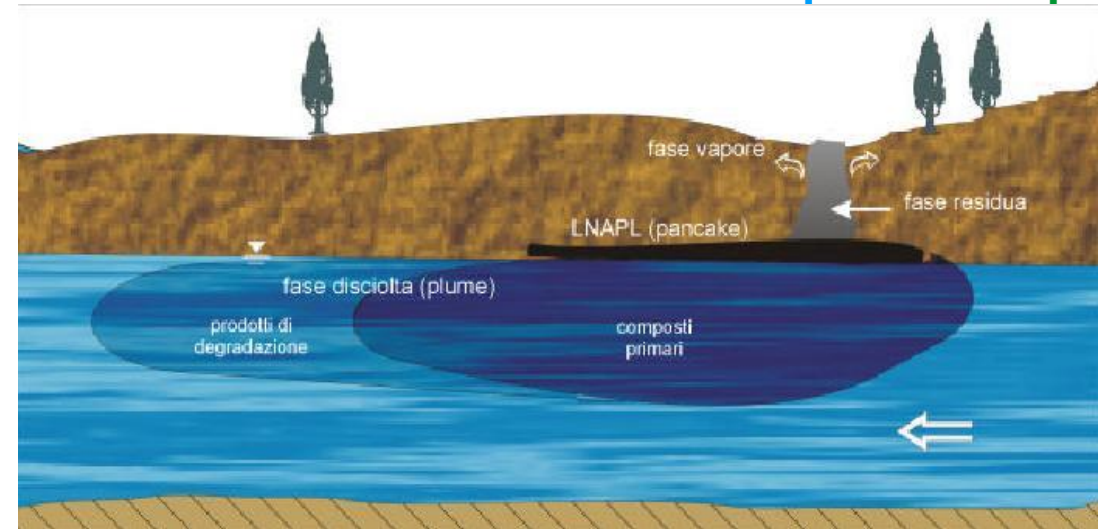
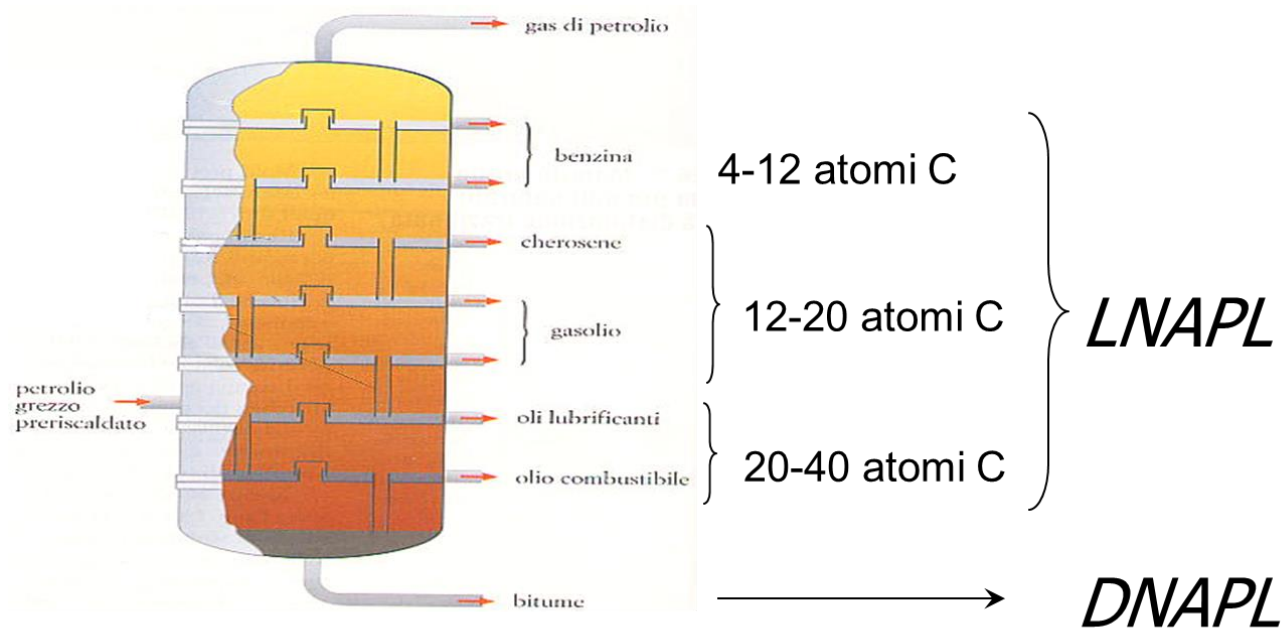


**ACQUE
SOTTERRANEE**

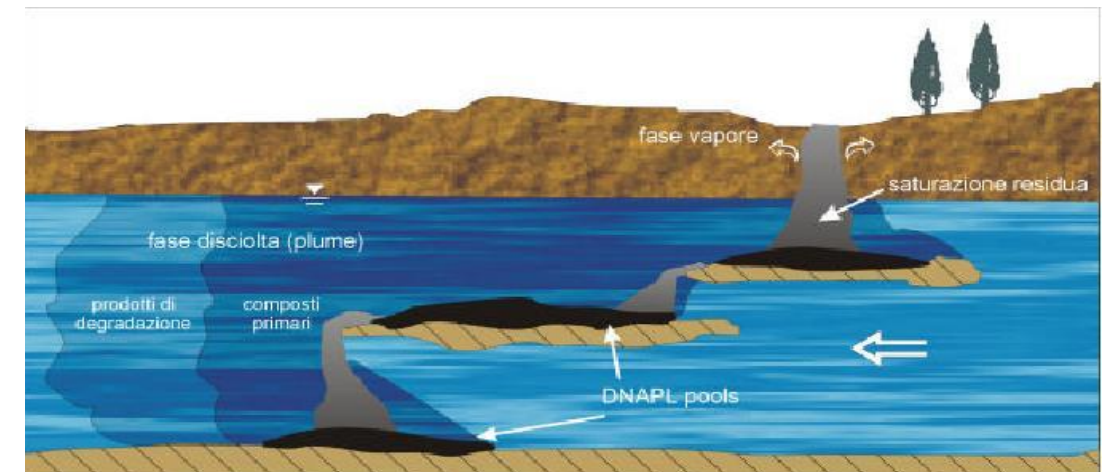
**METTIAMOCI
IN RIGA**

Esecuzione piano di indagini

Le tecniche di indagine e di prelievo dei campioni dipendono anche dal tipo di contaminante



Comportamento di un LNAPL nel sottosuolo



Comportamento di un DNAPL nel sottosuolo

METTIAMOCI
IN RIGA

Esecuzione piano di indagini



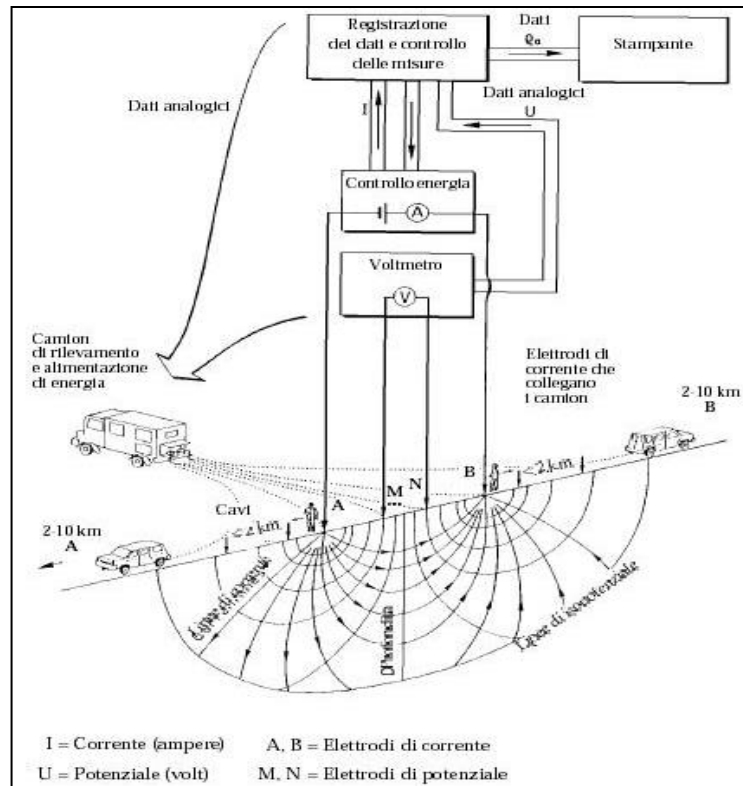
Metodi geofisici “attivi”: “immettono energia” nel campo dove si devono effettuare le prove mediante particolari processi fisici (per esempio, immissione nel terreno di correnti elettriche, invio di onde elastiche ecc.) e misurano la “risposta” di eventuali strutture sepolte; la risposta è determinata dalla variazione del parametro fisico significativo rispetto al fenomeno di stimolazione (resistività, velocità delle onde ecc.). Il buon esito dell’indagine è affidato all’esistenza di contrasti nelle proprietà fisiche tra le strutture sepolte e i materiali che le ospitano.

Metodi geofisici “passivi”: analizzano eventuali anomalie di campi naturali rispetto a parametri fisici del terreno e le confrontano con dati tipo e/o modelli; lo svantaggio di questi metodi è legato all’impossibilità di migliorare il segnale, perché questo è prodotto da fenomeni sui quali non si può intervenire; possono quindi essere necessari forti processi di amplificazione. Il buon esito dell’indagine è affidato all’esistenza di contrasti nelle proprietà fisiche tra le strutture sepolte e i materiali che le ospitano.

Esecuzione piano di indagini



Metodi geoelettrici: le prospezioni geoelettriche si basano sugli effetti sotterranei di una corrente elettrica, rilevabili attraverso misure di differenza di potenziale o di corrente in superficie. La resistività di un terreno, cioè la misura della sua attitudine a trasmettere corrente, dipende dalla sua porosità, dal grado di imbibizione della roccia e dalla resistività dell'acqua contenuta.

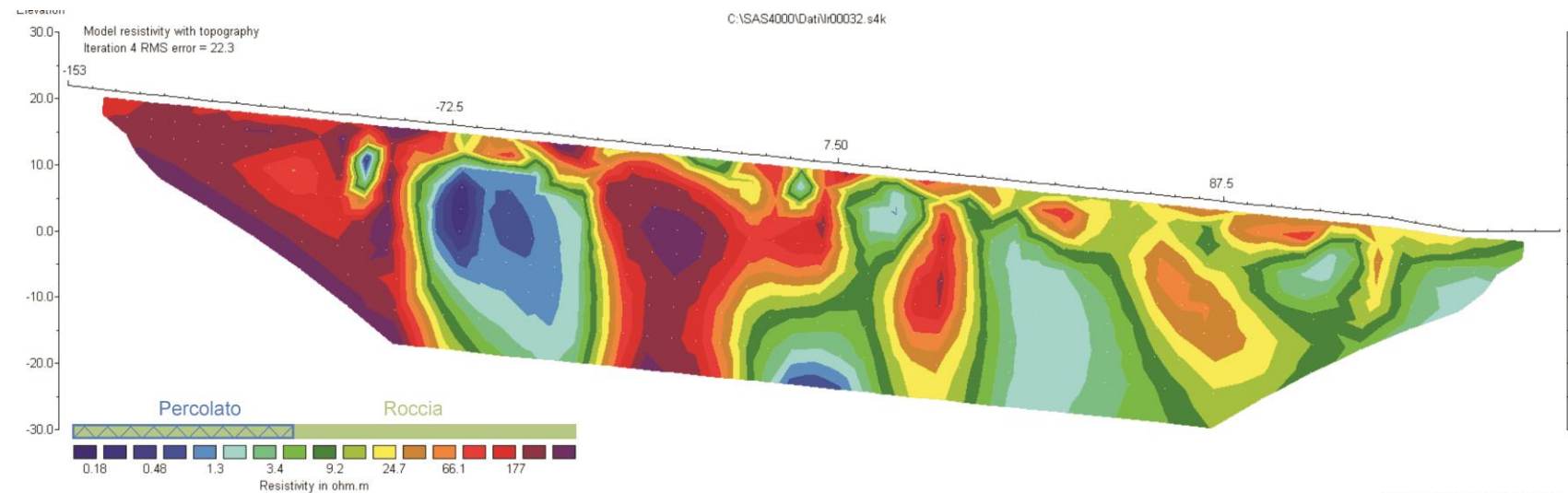


Schematizzazione metodo resistivo

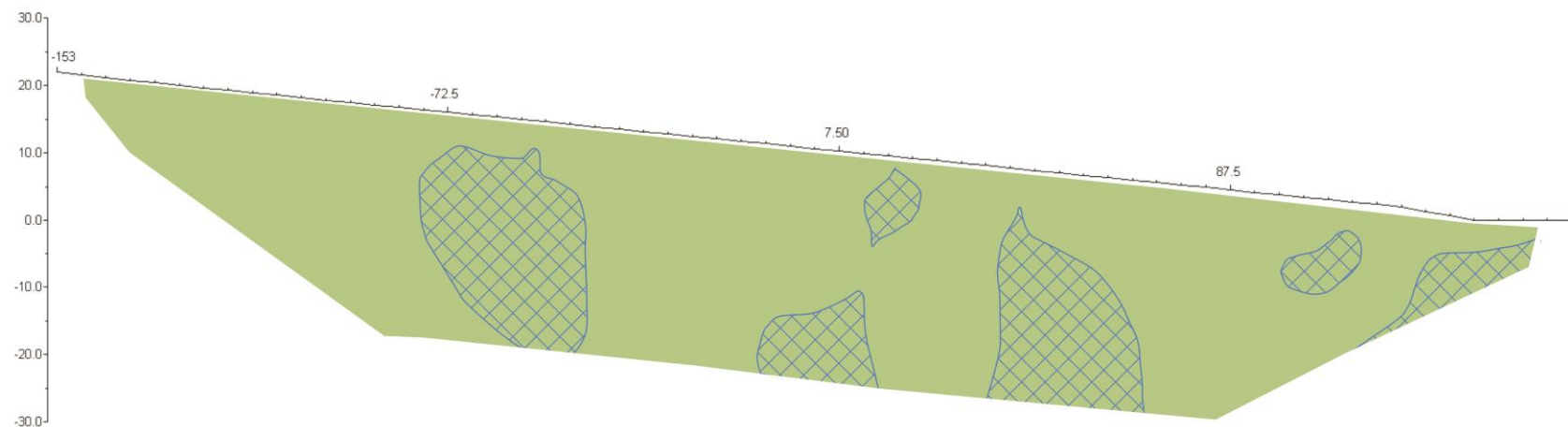
Roccia/Materiale	Resistività (ohm . m)
Argille, marne, grasse	3 - 30
Argille, marne, magre	10 - 40
Argille sabbiose, sil	25 - 105
Sabbie con argille	50 - 300
Sabbia, ghiaia in falda	200 - 400
Sabbia, ghiaia asciutta	800 - 5000
Calcare, gesso	500 - 3500
Arenaria	300 - 3000
Granito	2000 - 10.000
Gneiss	400 - 6000
Rifiuti domestici	12 - 30
Fanghi industriali	40 - 200
Plume contaminato da rifiuti domestici	1 - 10
Olio esausto	150 - 700

Esecuzione piano di indagini

Metodi geoelettrici

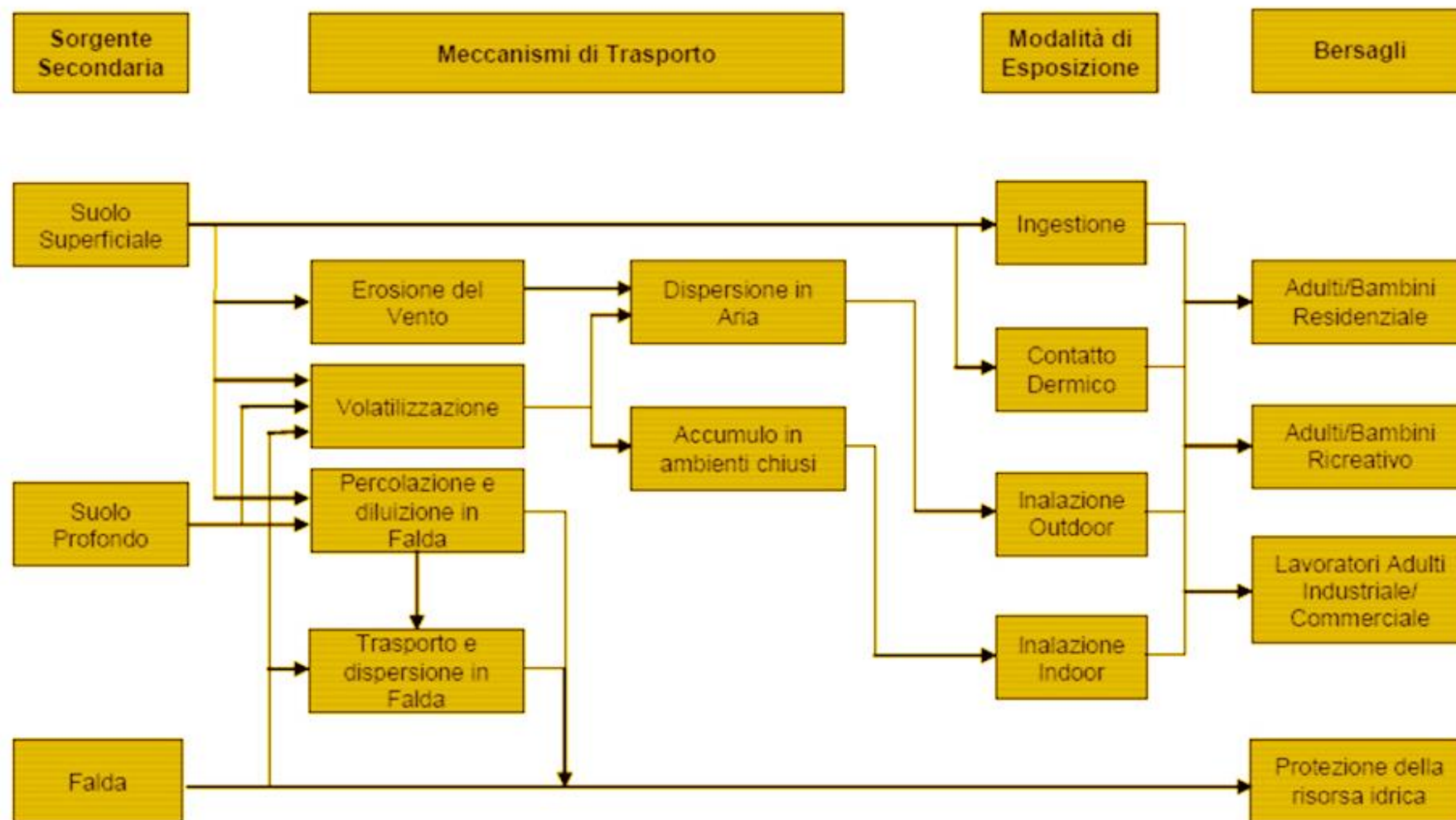


Horizontal scale is 25.79 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.37
First electrode is located at -152.5 m.
Last electrode is located at 157.5 m.





Modello concettuale definitivo



Analisi di rischio sito-specifica

Calcolo del Rischio/Concentrazioni Soglia di Rischio



VIE DI MIGRAZIONE: CRITERI DI STIMA DEI FATTORI DI TRASPORTO

I fattori di trasporto intervengono nella valutazione delle esposizioni indirette ovvero laddove eventuali contaminanti possono raggiungere i bersagli solo attraverso la migrazione dal comparto ambientale sorgente della contaminazione.



$$C_{poe} = FT \cdot C_s$$

VIE DI MIGRAZIONE: CRITERI DI STIMA DEI FATTORI DI TRASPORTO

- LF = fattore di lisciviazione in falda da suolo superficiale e/o profondo;
- DAF = fattore di attenuazione in falda;
- VF_{ss} = fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo superficiale;
- VF_{samb} = fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo profondo;
- VF_{wamb} = fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da falda;
- VF_{sest} = fattore di volatilizzazione di vapori indoor da suolo (superficiale e profondo);
- VF_{wesp} = fattore di volatilizzazione di vapori indoor da falda;
- PEF = emissione di particolato outdoor da suolo superficiale;
- PEF_{in} = emissione di particolato indoor da suolo superficiale;
- ADF = fattore di dispersione in aria outdoor.

Calcolo del Rischio/Concentrazioni Soglia di Rischio



LF = fattore di lisciviazione in falda da suolo superficiale e/o profondo

C_s = concentrazione nella sorgente

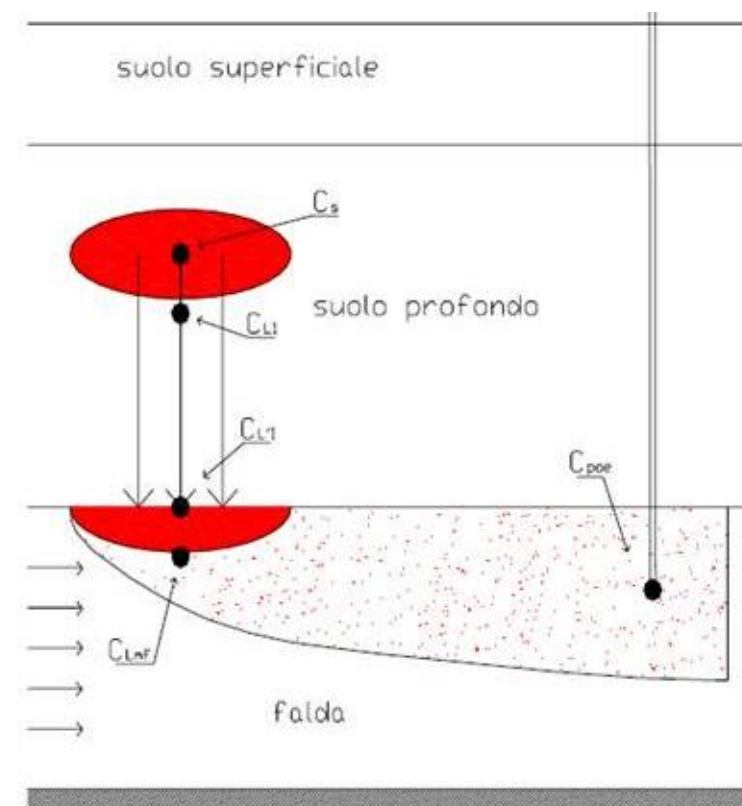
C_{L1} = concentrazione nell'eluato in prossimità della sorgente

C'_{L1} = concentrazione nell'eluato in prossimità della piezometrica della falda

C_{Lf} = concentrazione in falda

La lisciviazione consiste nell'infiltrazione d'acqua piovana all'interno del suolo che, a contatto con i contaminanti, dà origine alla formazione di un eluato.

L'eluato percola attraverso lo strato insaturo (zona vadosa) fino a raggiungere la falda, dove poi avvengono fenomeni di diluizione, trasporto e dispersione. l'inquinante presente nel suolo si ripartisce tra acqua, aria e suolo. Solo la parte che viene assorbita dall'acqua subisce un trasporto verso la falda e di ciò si tiene conto attraverso il coefficiente di partizione suolo-acqua K_{ws}



Calcolo del Rischio/Concentrazioni Soglia di Rischio



$$C_{poe} = FT \times C_s$$

C_s rappresenta la concentrazione in corrispondenza della sorgente di contaminazione

FT è il fattore di trasporto, che tiene conto dei fenomeni di attenuazione che intervengono durante la migrazione dei contaminanti attraverso i vari comparti ambientali.

$$E = C_{poe} \times EM$$

C_{poe} è la concentrazione calcolata in corrispondenza del punto di esposizione

EM è la portata effettiva di esposizione

$$EM = \frac{CR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

CR è il fattore di contatto, ossia la quantità di ciascuna matrice ambientale (contaminata) ingerita, inalata o con cui si è venuti in contatto per unità di tempo;

EF è la frequenza di esposizione;

ED [anni] è la durata dell'esposizione;

BW [kg] è il valore medio del peso corporeo;

AT [d] è il periodo di tempo durante il quale si è mediata l'esposizione (durata media della vita espressa in giorni).

Calcolo del Rischio/Concentrazioni Soglia di Rischio



$$R = E \times T$$

E ([mg/kg d]) rappresenta l'assunzione cronica giornaliera del contaminante

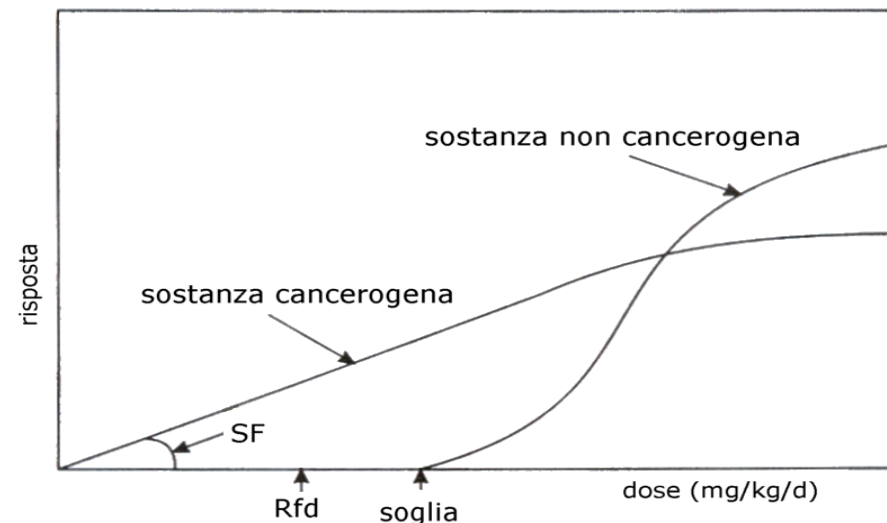
T ([mg/kg d]⁻¹) rappresenta la tossicità del contaminante

Nel caso di effetti cancerogeni:

$$R = E \times SF$$

R (Rischio [adim]) rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita, causati dall'esposizione alla sostanza rispetto alle condizioni di vita usuali;

SF (Slope Factor [mg/kg d]⁻¹) indica la probabilità di casi incrementali di tumore nella vita per unità di dose, ed E è mediata su di un periodo di esposizione pari a 70 anni (AT = 70 anni).



Nel caso di effetti tossici, non cancerogeni:

$$HQ = E / RfD$$

HQ (Hazard Quotient [adim]) è un 'Indice di Pericolo' che esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose tollerabile o di riferimento;

RfD (Reference Dose [mg/kg d]) è la stima dell'esposizione media giornaliera che non produce effetti avversi apprezzabili sull'organismo umano durante il corso della vita ed E è mediata sull'effettivo periodo di esposizione (AT = ED).

Calcolo del Rischio/Concentrazioni Soglia di Rischio



Deve essere $HQ < 1$ e $R < 10^{-5}$ (cumulativo) e $R < 10^{-6}$ (individuale)

CALCOLO DEL RISCHIO E DEGLI OBIETTIVI DI BONIFICA SITO-SPECIFICI



La modalità diretta (forward mode) permette il calcolo del rischio associato al recettore esposto, derivante da una sorgente di contaminazione di concentrazione nota.

La modalità inversa (backward mode) permette il calcolo della massima concentrazione ammissibile in sorgente compatibile con il livello di rischio ritenuto accettabile per il recettore esposto. In particolare, stabilita la soglia di rischio tollerabile e utilizzando le formule inverse della procedura diretta, si ottiene una concentrazione accettabile nel punto di esposizione ed infine, per mezzo dei fattori di trasporto, si arriva a stimare la concentrazione accettabile in sorgente.



Messa in sicurezza permanente di discariche non controllate.



Problematiche

Le problematiche più frequenti nei siti di discarica, con particolare riferimento alle vecchie discariche coltivate in assenza di piani di gestione/coltivazione, sono:

- ✓ **Instabilità locale** legata alla presenza di scarpate coltivate con pendenze eccessive e **instabilità globale**;
- ✓ **Difficoltà di controllo del percolato** per l'inefficienza o l'assenza di reti di estrazione;
- ✓ **Difficoltà di controllo delle acque meteoriche** che in assenza di una copertura superficiale contribuiscono ad incrementare la formazione del percolato;
- ✓ **Trasporto eolico dei rifiuti** in aree limitrofe per l'assenza di una copertura superficiale, anche provvisoria;
- ✓ **Cattivi odori e rischi sanitari** legati al “contatto” con i rifiuti;
- ✓ **Emissioni di biogas e rischio incendi.**



Problematiche

Instabilità locale legata alla presenza di scarpate coltivate con pendenze eccessive e senza la necessaria compattazione





Difficoltà di controllo del percolato



- per l'assenza di gestione (discariche non controllate) o cattiva gestione (discariche controllate);
- per l'assenza di reti di estrazione (discariche non controllate) o l'inefficienza delle reti di estrazione (discariche controllate);
- in concomitanza di eventi meteorici di notevole intensità

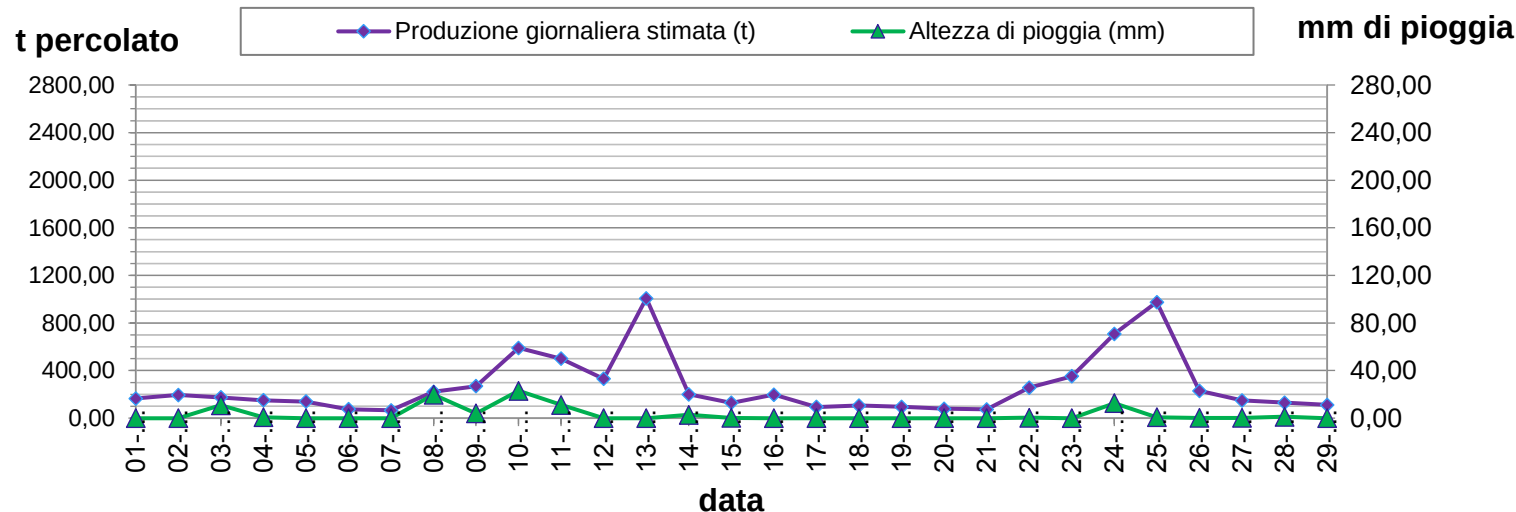
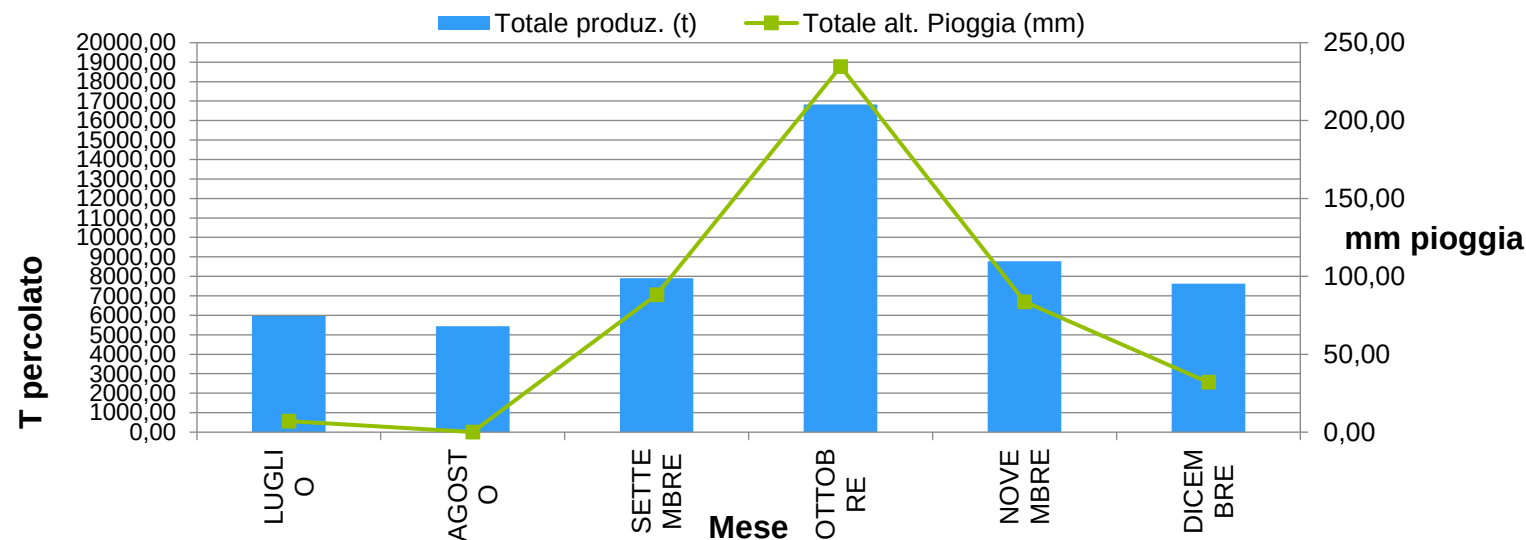
Problematiche

Difficoltà di controllo delle acque meteoriche



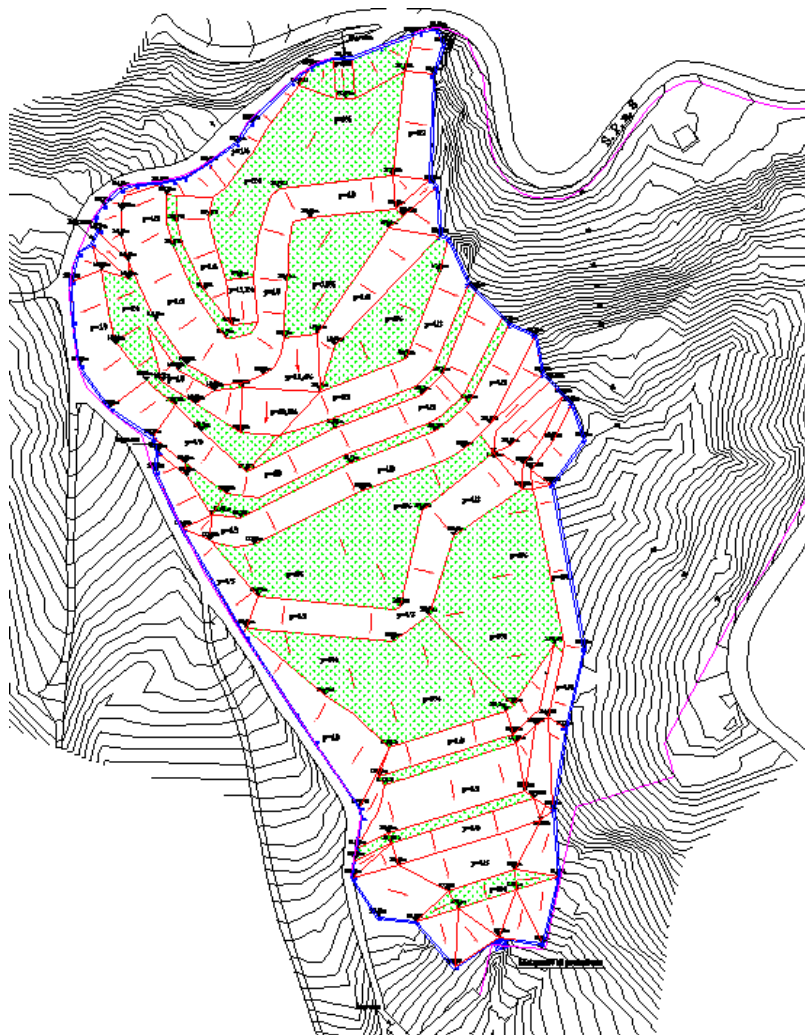
Problematica commessa spesso alla eccessiva produzione di percolato per l'assenza, nelle discariche non controllate, di una copertura superficiale;

Problematica accentuata per eventi di pioggia di notevole intensità.



Interventi di messa in sicurezza permanente

Attività di risagomatura

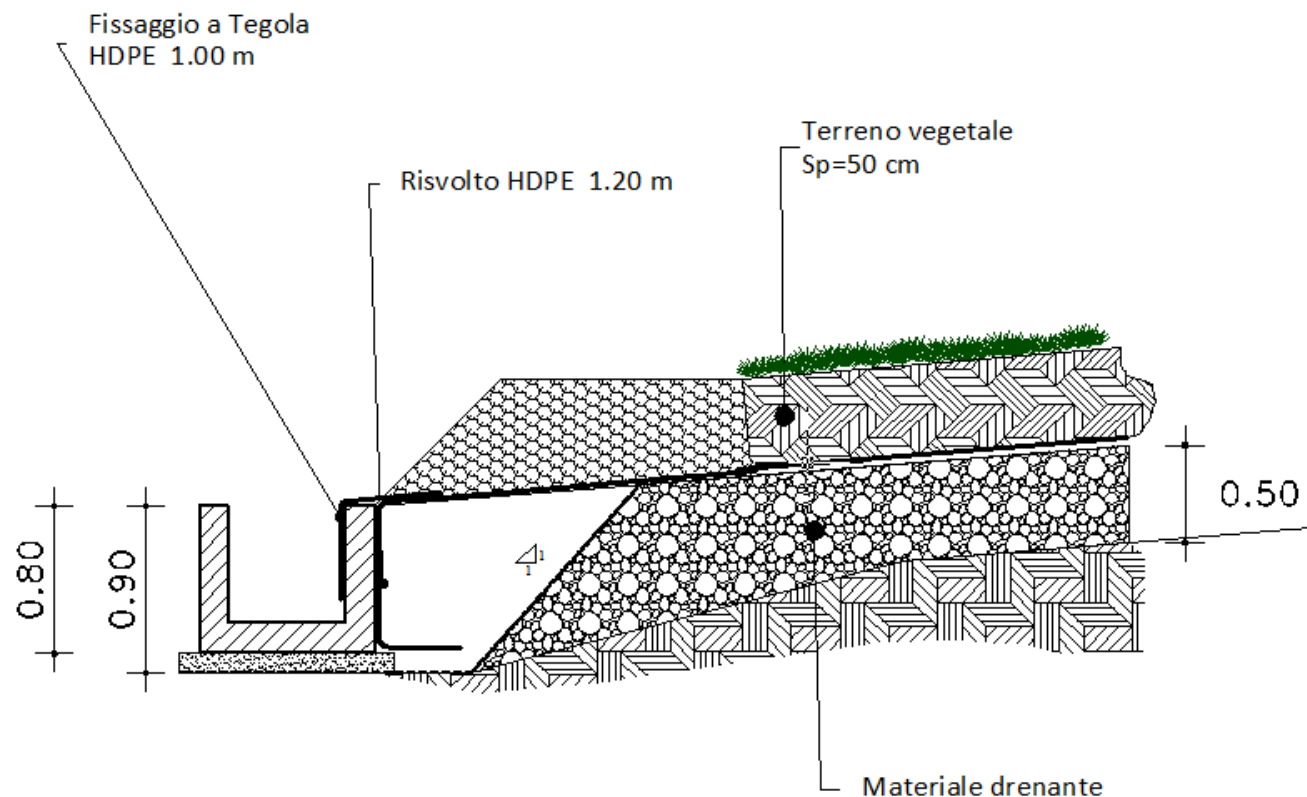


La sagomatura delle scarpate risulta preliminare e propedeutica a qualunque altro intervento di MISP (copertura superficiale, sistema di intercettazione acque meteoriche, ecc.).

Qualsiasi progetto di risagomatura deve comunque essere supportato da verifiche di stabilità.

Interventi di messa in sicurezza permanente

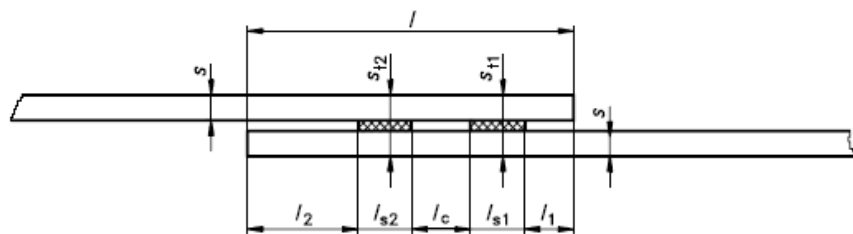
L'importanza della geomembrana (impermeabilizzazione)



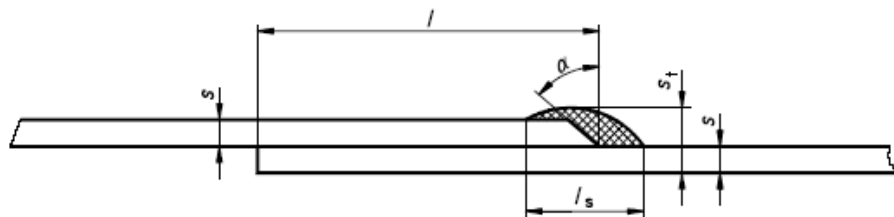
Interventi di messa in sicurezza permanente

Capping: l'importanza della geomembrana

Tipi di saldature eseguite e verifiche
Norma di riferimento UNI 10567/2011



a) Giunto a doppia saldatura (con canaletta)



c) Giunto a cordone sovrapposto



Interventi di messa in sicurezza permanente

Capping: l'importanza della geomembrana

Giunto a doppia saldatura (con canaletta)
PROVA DI PRESSIONE



**Realizzazione tappi nel tratto di
canaletta soggetto a prova**

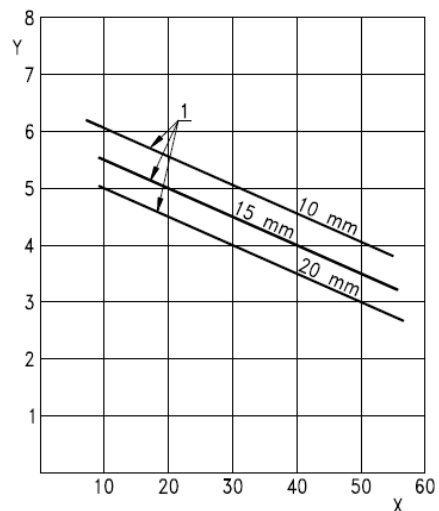


**Messa in pressione del tratto di
canaletta**

Interventi di messa in sicurezza permanente

Capping: l'importanza della geomembrana

X Temperatura membrane in °C
Y Pressione di prova Pa in bar
1 Dimensione della canaletta



Misurazione
temperatura



Impostazione pressione di
prova tramite manometro

**Giunto a doppia saldatura (con
canaletta)**
PROVA DI PRESSIONE

La prova, da eseguire almeno un'ora dopo l'effettuazione della saldatura e previa verifica della continuità della canaletta, si ritiene superata se la caduta di pressione (dopo un tempo di almeno 10 minuti) risulta inferiore al 10% del valore impostato.



Interventi di messa in sicurezza permanente

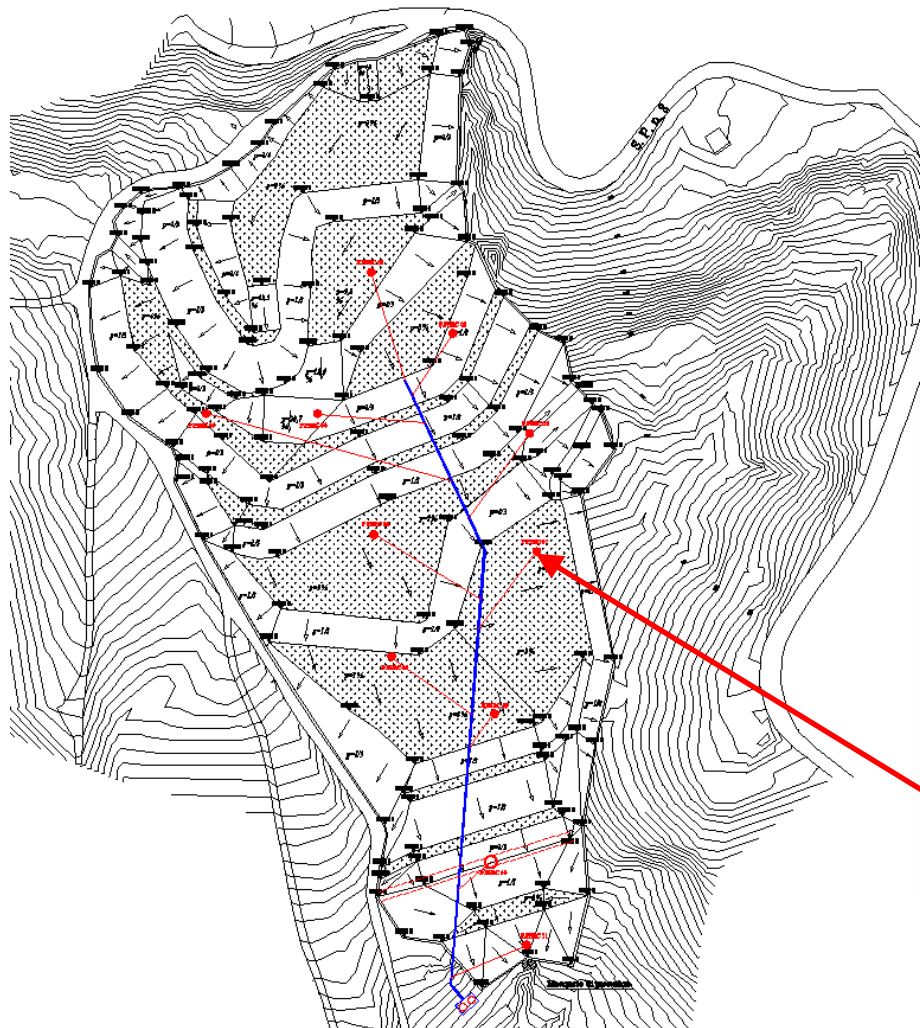
Regimentazione acque superficiali

Canale di gronda e manufatto di sbocco



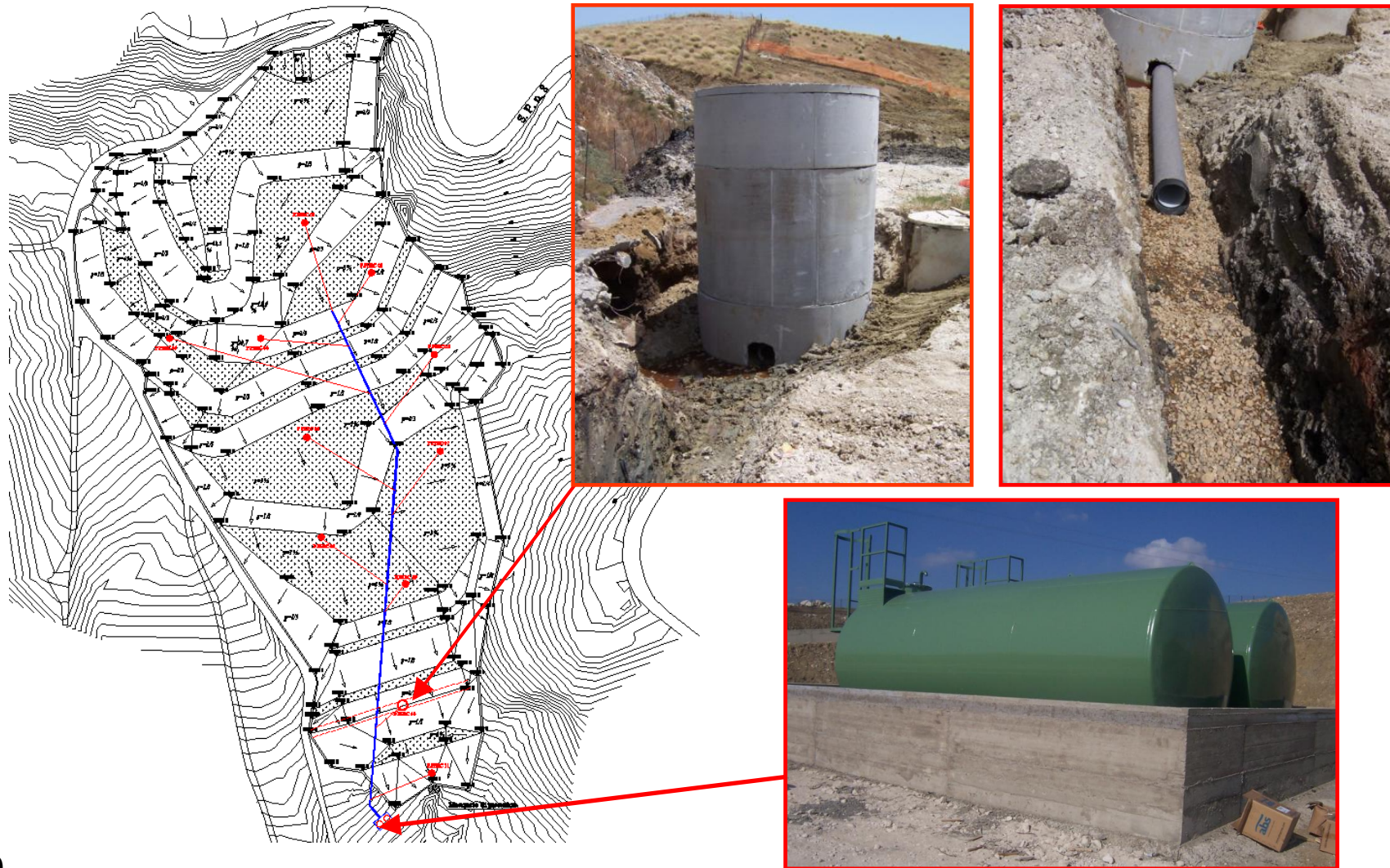
Interventi di messa in sicurezza permanente

Raccolta e gestione del percolato



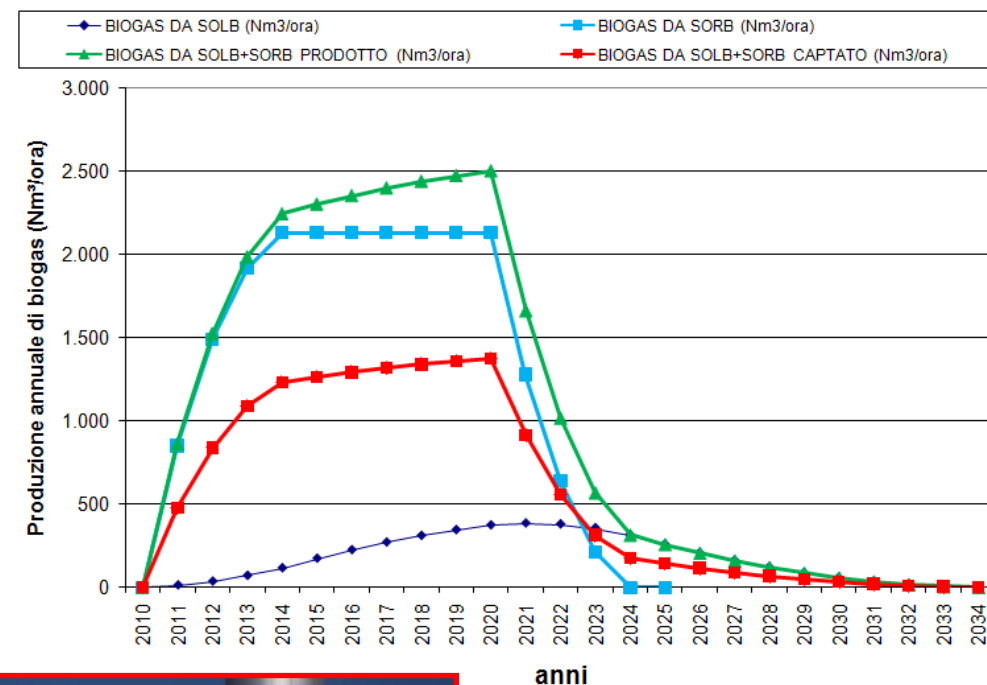
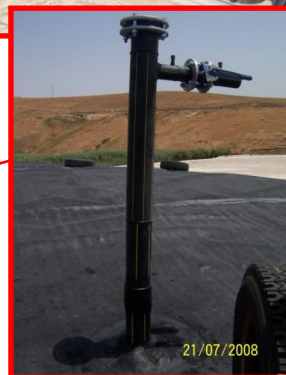
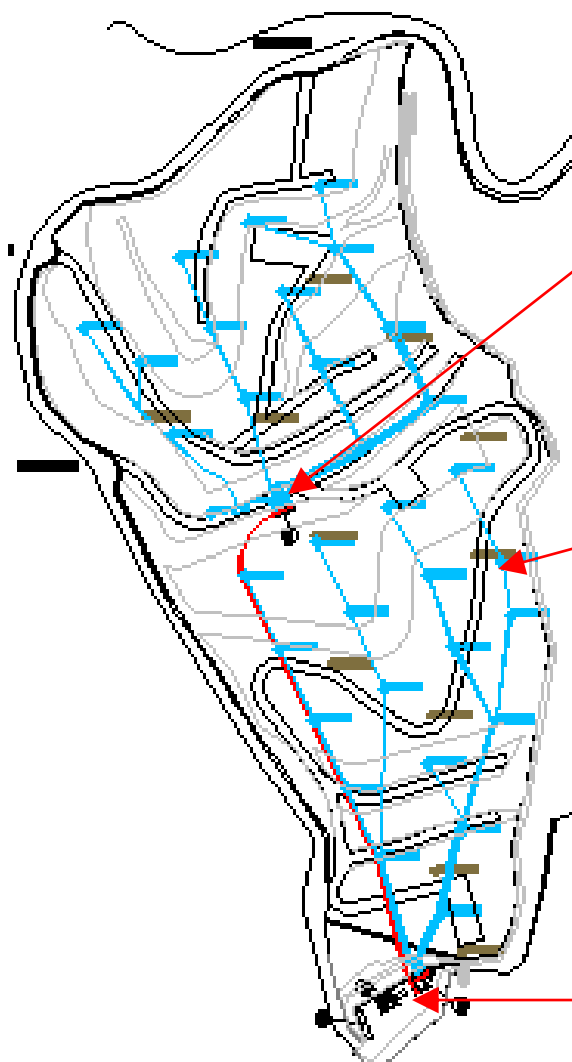
Interventi di messa in sicurezza permanente

Raccolta e gestione del percolato



Interventi di messa in sicurezza permanente

Gestione del biogas



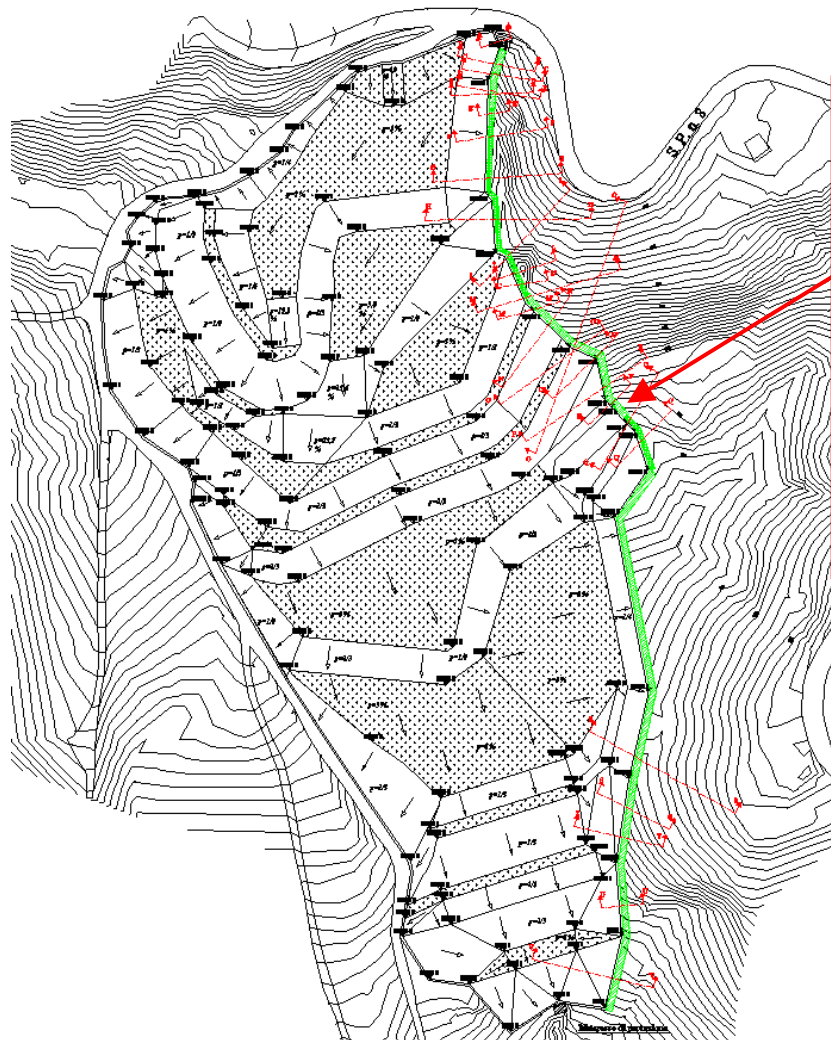
Interventi di messa in sicurezza permanente

Opere di contenimento

Gabbionate

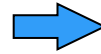


Terre armate





Il rirpistino ambientale



.....e la rifunzionalizzazione????

17 dicembre 2020

DANIELE ZITO-UTS SOGESID S.P.A.

d.zito@mir.sogesid.it

Mobile 3386801266

Grazie!

**METTIAMOCI
IN RIGA**



La caratterizzazione e messa in sicurezza dei siti

Presentazione delle “Linee guida per la standardizzazione dei procedimenti di messa in sicurezza/bonifica relativi alle discariche e ai siti di abbandono dei rifiuti”