



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Network Bonifiche

Fondazione Sviluppo Sostenibile e Ambiente&Sicurezza – il Sole 24 ORE, in collaborazione con il Comitato Scientifico di Ecomondo-Reclaim



Dall'emergenza all'eccellenza.

Bonifiche di Manfredonia
2010 - 2011

Realizzazione e soluzioni operative per la messa in sicurezza permanente delle discariche Conte di Troia e Pariti RSU

Sogesid S.p.A. – Ufficio Direzione Lavori

Vito Specchio

Lunedì 17 ottobre 2011,
Palazzo Valentini - "Sala Di Liegro"
Via IV Novembre, 119/A, Roma

"MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLE DISCARICHE PARITI 1-RSU E CONTE DI TROIA"

PROGETTO

redatto da Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A.

Approvato con Decreto Commissariale n. 09/CD/M del 07/11/2009

COMMITTENTE

Commissario Delegato per la Bonifica di Discariche Pubbliche in Manfredonia ex OPCM n.3793/09 e OPCM n.3836/09

APPALTATORE

A.T.I. costituita da Consorzio Cooperative Costruzioni – CCC Società Cooperativa (mandataria) – Mucafer s.c.p.a. (assegnataria C.C.C.) - Nuova CO.ED.MAR. s.r.l. (mandante) – Ambiente e Servizi Italia s.r.l. (mandante)

In data 22/01/2010 registrato il 04/02/2010 al n°3/2874 Ufficio delle Entrate di Roma

DIREZIONE LAVORI E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE Sogesid S.p.A.

Incarico affidato con Decreto Commissariale n. 33/CD/M del 27/01/2010



Obiettivo dell'intervento

Isolare idraulicamente il corpo delle due discariche con barriere perimetrali e con interventi di riduzione della permeabilità degli strati di calcarenite che si trovano al di sotto del fondo delle discariche

gli interventi sono stati condotti operando dalla superficie, all'esterno del perimetro inquinato, nella configurazione attuale senza la necessità di svuotare le discariche ed interessare il rifiuto accumulato.



riduzione della permeabilità secondaria (dovuta a fratturazione) da un valore misurato in sito di circa 60-80 UL ad un valore dopo il trattamento di circa 5 UL.

Discarica CONTE DI TROIA e PARITI 1 RSU



MANFREDONIA

Discariche

PARITI 1 RSU

Superficie discarica: 18.970 mq
Sviluppo perimetrale: 660 m
Volume rifiuti: 260.000 mc
Spessore max rifiuti: 25 m

Conte di Troia

CONTE DI TROIA

Superficie discarica: 23.089 mq
Sviluppo perimetrale: 780 m
Volume rifiuti: 140.000 mc
Spessore max rifiuti: 16 m

Pariti 1 RSU



Discarica CONTE DI TROIA ...

stato dei luoghi ante-operam



Discarica PARITI 1 RSU ...

stato dei luoghi ante-operam



Opere relative alla discarica CONTE DI TROIA



Lavori propedeutici ed accessori quali:

- Rimozione di Rifiuti Sparsi
- Decespugliamento e Rimozione di eventuali essenze Arboree
- Demolizioni manufatti sussistenti l'area della discarica ed interferenti con gli input progettuali
- Prelievi Campioni ed Analisi Chimico Fisiche per monitoraggi ante-operam delle acque di falda

Rimozione dei rifiuti dall'area denominata Cava Gentile e parziale rimozione dell'abbancamento principale;

Caratterizzazione del fondo scavo (Cava Gentile e parzialmente Conte di Troia) mediante il prelievo di campioni di terreno da analizzare

Ricollocamento e Rimodellamento dei rifiuti sul corpo principale della discarica

Cinturazioni perimetrali e Schermo di fondo

Il prolungamento delle tubazioni dei camini di intercettazione del biogas esistenti;

La formazione dello strato finale o "capping" per la messa in sicurezza

La regimentazione delle acque meteoriche del corpo rifiuti; Realizzazione di piano di posa per la nuova centrale di biogas, realizzazione di recinzione

Prelievi Campioni ed Analisi Chimico Fisiche per monitoraggi delle acque di falda nelle fasi:

- Durante le lavorazioni
- Post-operam
- Post-mortem

Opere relative alla discarica PARITI 1 -RSU



Lavori propedeutici ed accessori quali:

- Rimozione di Rifiuti Sparsi
- Decespugliamento e Rimozione di eventuali essenze Arboree
- Trivellazione di n. 2 piezometri ad integrazione della rete esistente
- Prelievi Campioni ed Analisi Chimico Fisiche per monitoraggi ante-operam delle acque di falda

Cinturazioni perimetrali e Schermo di fondo

Rimodellamento dei rifiuti sul corpo principale della discarica

Il prolungamento delle tubazioni dei camini di intercettazione del biogas esistenti;

La formazione dello strato finale o "capping" per la messa in sicurezza

Realizzazione di piano di posa per la nuova centrale di biogas, realizzazione di recinzione, cancello di accesso e di una nuova strada carrabile in asfalto esterna all'area della discarica e cancello d'ingresso

La regimentazione delle acque meteoriche del corpo rifiuti;

Prelievi Campioni ed Analisi Chimico Fisiche per monitoraggi delle acque di falda nelle fasi:

- Durante le lavorazioni
- Post-operam
- Post-mortem

CINTURAZIONI PERIMETRALI E SCHERMO DI FONDO



OBIETTIVO DELL'INTERVENTO riduzione della permeabilità secondaria (dovuta a fratturazione) da un valore misurato in sito di circa 60-80 UL ad un valore stimato raggiungibile dopo il trattamento di circa 5 UL.

isolare idraulicamente il corpo delle due discariche con barriere perimetrali e con interventi di riduzione della permeabilità degli strati di calcarenite al di sotto del fondo delle discariche

Interventi condotti operando dalla superficie, all'esterno del perimetro inquinato, nella configurazione attuale senza la necessità di svuotare le discariche e senza la necessità che gli interventi interessino il rifiuto accumulato.



Ai fini del confinamento totale del corpo rifiuti delle due discariche, si individuano tre ambiti principali di intervento:

1. Cinturazione perimetrale: per l'isolamento laterale del corpo rifiuti dal terreno circostante si prevedeva l'esecuzione una **barriera fisica verticale impermeabile** (spessore e pari a 80 cm).

Idrofresa

Schermo continuo verticale tramite la combinazione di elementi primari e secondari la cui continuità è assicurata da giunti fresati direttamente sui bordi dei pannelli primari.

La barriera dovrà essere approfondita fino ad almeno 4+5 m rispetto alla profondità locale degli accumuli di RSU.

OBIETTIVO: Permeabilità intrinseca della barriera dovrà essere $k \leq 1.2 \cdot 10^{-8}$ cm/sec

L'esecuzione della barriera prevede l'asportazione del terreno e la sostituzione mediante calcestruzzo plastico di bassissima permeabilità con impiego di leganti ed additivi specifici per queste applicazioni.



2. Impermeabilizzazione del fondo: schermo impermeabile al di sotto degli accumuli di rifiuti e della fascia di materiale inquinato

Tecnologie di perforazione HDD (Horizontal Directional Drilling)

trattamento impermeabilizzante dell'ammasso roccioso in posto mediante iniezioni di miscele cementizie e/o silicatiche (con tecnica MPSP) in grado di saturare le fessure, discontinuità e vuoti che ne caratterizzano la naturale permeabilità.

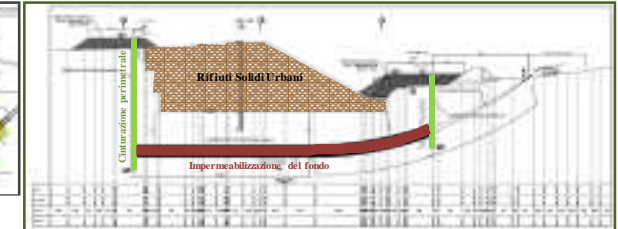
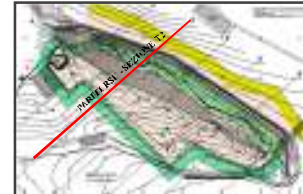
OBIETTIVO: riduzione della permeabilità secondaria (dovuta a fratturazione) da un valore misurato in sito di circa 60-80 UL ad un valore stimato raggiungibile dopo il trattamento di circa 5 UL.

lo schermo segue il profilo di fondo della discarica mantenendosi al di sotto dello stesso ad una distanza di almeno 2,5/3 metri e si intersterà entro le barriere perimetrali senza soluzione di continuità.

Sezione T2



Pariti RSU

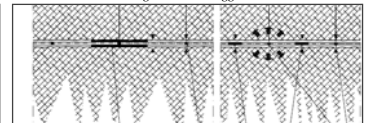
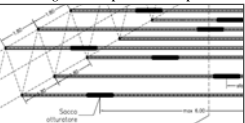


Conte di Troia



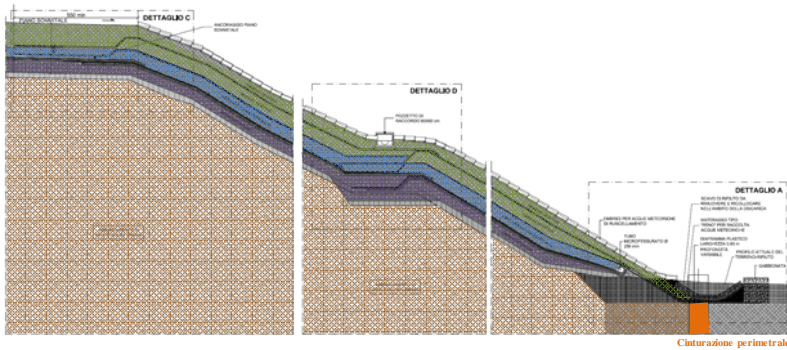
Dettagli sulla disposizione delle perforazioni

Dettagli sull'attrezzaggio delle canne di iniezione



3. Ricopertura superficiale (capping):

in ottemperanza a quanto previsto dal Dlgs. 13 Gennaio 2003 n. 36, il progetto prevedeva la sistemazione finale delle due discariche (Capping di chiusura).



- Rifiuti Solidi Urbani
- Drenaggio biogas
- Drenaggio acque meteoriche
- Terreno vegetale

Cinturazione perimetrale



Problematiche connesse alla struttura geologica del sottosuolo: sistema di lesioni in intersezione obliqua, evoluta, in determinati casi, in disarticolazione della discontinuità, finanche con determinazione di anfratto carsico beante

attività geostitiche integrative per la verifica delle condizioni geostitiche e dell'assetto dell'ammasso condizionato dall'affezione della permeabilità secondaria

terebrazioni di sondaggio inclinate di 15° (finalità intercettazione e valutazione della lesione), con frequenza 15-20 metri, lungo i perimetri degli interventi di schermo verticale (sia su Conte di Troia che su Pariti1)

Perizia di Variante n.1

Approvata con Decreto Ministeriale n.70/CD/M del 15/06/2010

Modifica della tecnologia di realizzazione del diaframma perimetrale per entrambe le discariche.

OBETTIVO:
riduzione della permeabilità secondaria (dovuta a fratturazione) da un valore misurato in sito di circa 60-80 UL ad un valore stimato raggiungibile dopo il trattamento di circa 5 UL

Sicurezza → Aggiornamento PSC

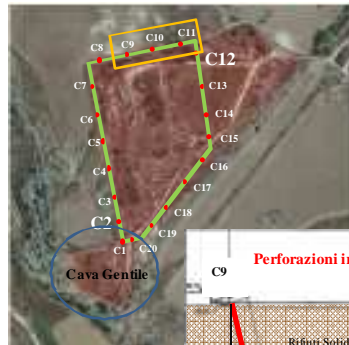
Monitoraggio ambientale per la valutazione del rischio chimico e biologico per la bonifica della Discarica Come di Troia

- Rischio chimico
- Rischio biologico
- Atmosfere esplosive

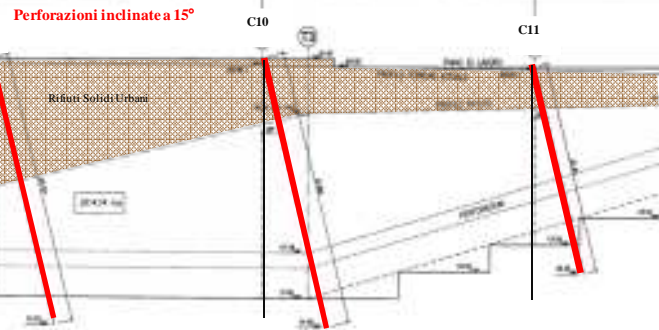


INDAGINE GEOGNOSTICA PRELIMINARE Conte di Troia

verifica delle condizioni geostitiche e dell'assetto dell'ammasso condizionato dall'affezione della permeabilità secondaria



SONDAGGIO	LUNGHEZZA FORO [m]	PROVA LUCEON ESEGUITA IN TASCA			PROVA LUCEON ESEGUITA A FORO ULTIMATO (SU TUTTA LA LUNGHEZZA)	
		DA m	A m	RISULTATI (UL)	RISULTATI	
C1	11,70	3,20	6,20	6,00	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C2	14,00	6,30	9,30	8	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C3	20,00	11,40	14,40	1,05	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C4	22,10	14,00	17,00	46	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C5	26,00	19,30	22,30	15	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C6	28,20	19,20	22,20	18	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C7	28,00	20,00	23,00	13	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C8	27,80	16,30	19,30	10	470 lt / 10 min	
C9	26,20	18,50	21,50	11	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C10	27,00	18,20	21,20	14	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C11	20,80	10,30	13,30		NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C12	10,60	2,90	5,90	1,50	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	
C13	11,60	3,40	6,40	35	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO	



INDAGINE GEOGNOSTICA PRELIMINARE Pariti 1 RSU



SONDAGGIO	LUNGHEZZA FORO [m]	PROVA LUCEON ESEGUITA IN TASCA		PROVA LUCEON ESEGUITA A FORO ULTIMATO (SU TUTTA LA LUNGHEZZA)	
		DA m	A m	RISULTATI (UL)	RISULTATI
P1	21,40	1,34	16,40	143	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO
P2	20,20	11,80	14,80	247	58 lt / 10 min
P3	19,80	11,40	14,40	162	296 lt / 10 min
P4	18,60	10,40	13,40	355	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO
P5	19,6	11,20	14,20	173	335 lt / 10 min
P6	18,70	10,20	13,20	271	294 lt / 10 min
P7	18,60	10,60	13,60	302	514 lt / 10 min
P10	35,80	27,50	30,50	140	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO
P11	36,70	28,50	31,50	155	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO
P12	33,40	25,60	28,60	126	INCAGLIO IPOSTONICO
P13	35,20	27,20	30,20	45	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO
P14	32,90	24,70	27,70	3	INCAGLIO IPOSTONICO
P15	29,90	21,70	24,70	84	INCAGLIO IPOSTONICO
P16	27,20	19,10	22,10	13	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO
P18	27,40	19,10	22,10	148	234 lt / 10 min
P19	30,60	17,10	20,10	67	155 lt / 10 min
P19	27,60	19,40	22,40	19	103 lt / 10 min
SP1	19,00	5,00	10,00	81	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO
SP2	28,00	16,00	19,00	238	1334 lt / 10 min
		5,00	10,00	17	
		10,00	15,00	95	
		15,00	20,00	19	
		20,00	25,00	121	
SP3	19,00	15,00	19,00	307	NON MISURABILE PER PERDITA DEL FLUIDO

Foro P7 - profondità 10,50 m - 13,50 m



Foro P16



Foro P13



Perizia di Variante n.1

Modifica della tecnologia di realizzazione del diaframma perimetrale per entrambe le discariche



Realizzazione del diaframma perimetrale mediante una cortina di iniezioni

FILA INTERNA ESTERNA
Inclinati di 15° lungo la direzione dell'asse del diaframma.
Fori P= fori di iniezione primari
Fori S= fori di iniezione secondari
Fori T= fori di iniezione terziari

FILA CENTRALE
fori verticali.
Fori Q= fori di iniezione quaternari
Miscela silicatica



Perforazione

Iniezione

CAMPO PROVA SCHERMO VERTICALE

Conte di Troia



Volumi di miscela iniettata

Miscela	totale fori	totale sezione	totale miscela	assorbimento (litri)		
				Media per foro	Media per sezione	Media per metro foro
Miscela Espana	7	7	42.00	6.117	6.117	266
Miscela Cementata	26	228	201.04	7.736	971	328
Miscela Silicatica	12	96	120.190	10.016	1.252	435

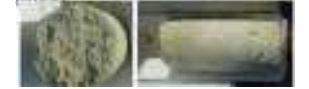
Test di verifica-prova Lugeon

test n°	profondità		SCT1	SCT2	SCT3
	da m	a m			
1	3.00	6.00			
2	6.00	9.00			
3	9.00	12.00			
4	12.00	15.00			
5	15.00	18.00			
6	18.00	21.00			

Fori di controllo



Frattura subverticale riempita con miscela chimica c



Frattura riempita con miscela chimica



Cattura fotografica in foro

Pariti 1 RSU



Volumi di miscela iniettata

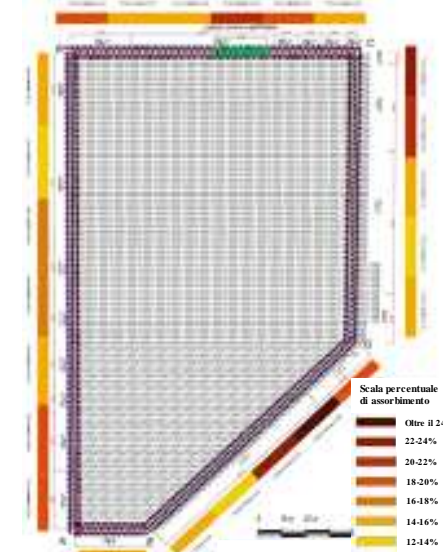
Miscela	totale fori	totale sezione	totale miscela	assorbimento (litri)		
				Media per foro	Media per sezione	Media per metro foro
Miscela Espana	1	1	1.00	1.000	1.000	100
Miscela Cementata	2	2	2.00	2.000	2.000	200
Miscela Silicatica	1	1	1.00	1.000	1.000	100

Test di verifica-prova Lugeon

test n°	profondità		SCT1	SCT2	SCT3
	da m	a m			
1	3.00	6.00			
2	6.00	9.00			
3	9.00	12.00			
4	12.00	15.00			
5	15.00	18.00			
6	18.00	21.00			

REALIZZAZIONE SCHERMO VERTICALE

Conte di Troia



Scala percentuale di assorbimento

- Oltre il 24%
- 22-24%
- 20-22%
- 18-20%
- 16-18%
- 14-16%
- 12-14%
- 10-12%
- 8-10%

Perforazioni e Iniezioni

Perforazioni



RIFERIMENTO LINEARE DI PERFORAZIONE	
PERFORAZIONE	1m
LUNGHEZZA VERTICALE	4.500
LUNGHEZZA ANGOLATA	13.380
LUNGHEZZA TOTALE	17.880
SUPERFICIAZIONE	1m
LUNGHEZZA TOTALE	1.800
VOMI	11
QUANTO TOTALE FORI	1.008

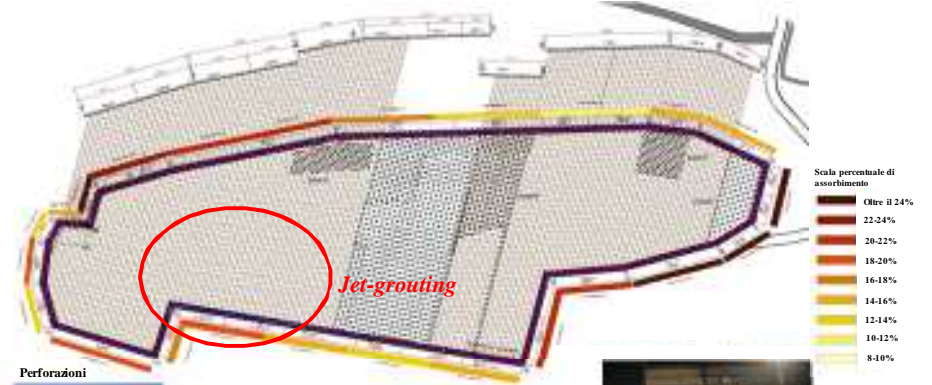
Iniezioni



RIFERIMENTO VOLUMI DI MISCELA INIETTATA	
TIPOLOGIA MISCELA	VOLUME TOTALE (m³)
CEMENTATA ESPANA	879
CEMENTATA	3.448
CEMENTATA SILICATA	3.884

REALIZZAZIONE SCHERMO VERTICALE

Perforazioni e Iniezioni



Scala percentuale di assorbimento

- Oltre il 24%
- 22-24%
- 20-22%
- 18-20%
- 16-18%
- 14-16%
- 12-14%
- 10-12%
- 8-10%

Perforazioni



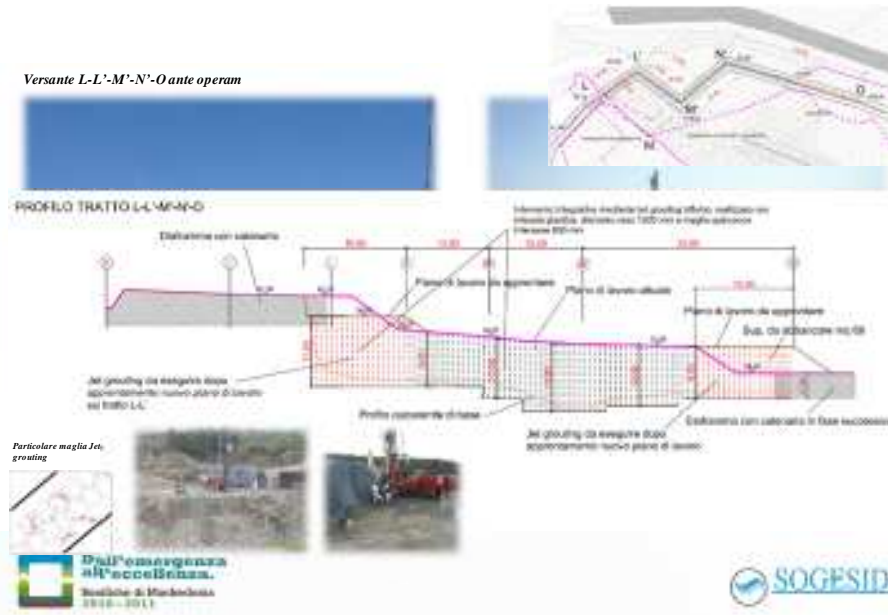
RIFERIMENTO LINEARE DI PERFORAZIONE	
PERFORAZIONE	1m
LUNGHEZZA VERTICALE	11.870
LUNGHEZZA ANGOLATA	20.320
LUNGHEZZA TOTALE	32.190
SUPERFICIAZIONE	1m
LUNGHEZZA TOTALE	6.411
VOMI	11
QUANTO TOTALE FORI	1.008

Iniezioni



RIFERIMENTO VOLUMI DI MISCELA INIETTATA	
TIPOLOGIA MISCELA	VOLUME TOTALE (m³)
CEMENTATA ESPANA	1.079
CEMENTATA	4.604
CEMENTATA SILICATA	4.312

Schermo verticale - Jet-grouting



Le evidenze di campo, insieme ad accertamenti e rilievi eseguiti nell'ambito delle attività di cantiere nonché la marcata complessità degli assetti geostrukturali riscontrata nel corso del Campo prove avviato su entrambe le discariche

Perizia di Variante n.2

Ap provata con Decreto Ministeriale n.124/CD/M del 18/10/2010

1. Variazioni Capping di chiusura del corpo discarica
2. Variazioni regimentazione e trattamento acque meteoriche

3. Variazione della metodica di iniezione per la realizzazione dello schermo di fondo (down-stage in alternativa alla tecnica MPSP)

4. Completamento dello schermo di fondo in corrispondenza delle aree a "ridotto franco di sicurezza" nonché dell'area a "pozzo poligonale" tramite perforazioni dall'alto attraverso il corpo rifiuti

nel corso delle attività di realizzazione del tampone di fondo (campo prove), le perforazioni e le relative iniezioni evidenziavano la presenza di formazioni con variabile grado di cementazione e con presenza di macro-fessure/cavità tali da assorbire completamente il fluido di perforazione.

indagini geonostiche integrative attraverso il corpo rifiuti mirate ad accertare:

1. la quota di fondo paleocava/letto rifiuti;
2. la quota della fascia di transizione calcarenitici depositi sabbioso-calcarenitici-calcarei;
3. definire l'estensione planimetrica dei campi di esistenza delle aree "a ridotto franco di sicurezza"

Individuazione dell'area a "pozzo poligonale", in cui la quota del fondo discarica risulta approfondita fino allo strato di transizione calcarenite-calcaree



nel corso delle attività di realizzazione del tampone di fondo (campo prove), le perforazioni e le relative iniezioni evidenziavano la presenza di formazioni con variabile grado di cementazione e con presenza di macro-fessure/cavità tali da assorbire completamente il fluido di perforazione.

CAMPO PROVA SCHERMO VERTICALE
Conte di Troia Pariti 1 RSU



Variazione della metodica di iniezione per la realizzazione dello schermo di fondo (Down-Stage in alternativa alla tecnica MPSP)

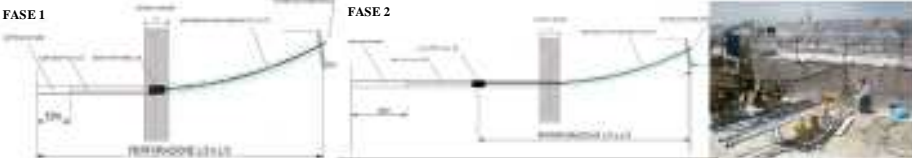
Tecnica Down-Stage
Trattamento preliminare delle macro fessure/cavità in tempi ridotti dell'ammasso naturale

FASI REALIZZATIVE TAMPONE DI FONDO

1. Perdita fluido di perforazione
2. Interruzione della perforazione
3. Iniezione della cavità con speciali miscele cementizie ed espansive
4. Ripresa delle attività di perforazione

Fori P= fori di iniezione primari - Down Stage	Miscela cementizia/espansa
Fori S= fori di iniezione secondari - Down-Stage - MPSP	Miscela cementizia/espansa
Fori T= fori di iniezione terziari - MPSP	Miscela silicatica

PROSPETTO DEL FRONTE DI ATTACCO DELLE PERFORAZIONI

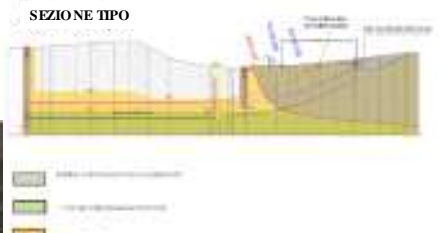


Indagini geonostiche integrative attraverso il corpo rifiuti mirate ad accertare:

1. la quota di fondo paleocava/letto rifiuti;
2. la quota della fascia di transizione calcarenitici depositi sabbioso-calcarenitici-calcarei;
3. definire l'estensione planimetrica dei campi di esistenza delle aree "a ridotto franco di sicurezza"



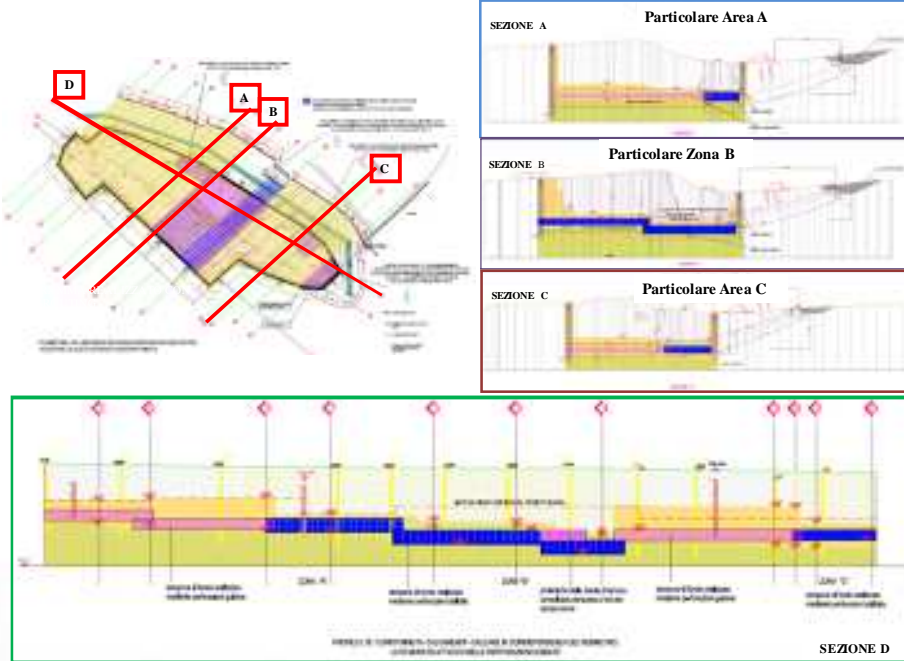
Completamento dello schermo di fondo in corrispondenza delle aree a "ridotto franco di sicurezza" nonché dell'area a "pozzo poligonale" tramite perforazioni dall'alto attraverso il corpo rifiuti



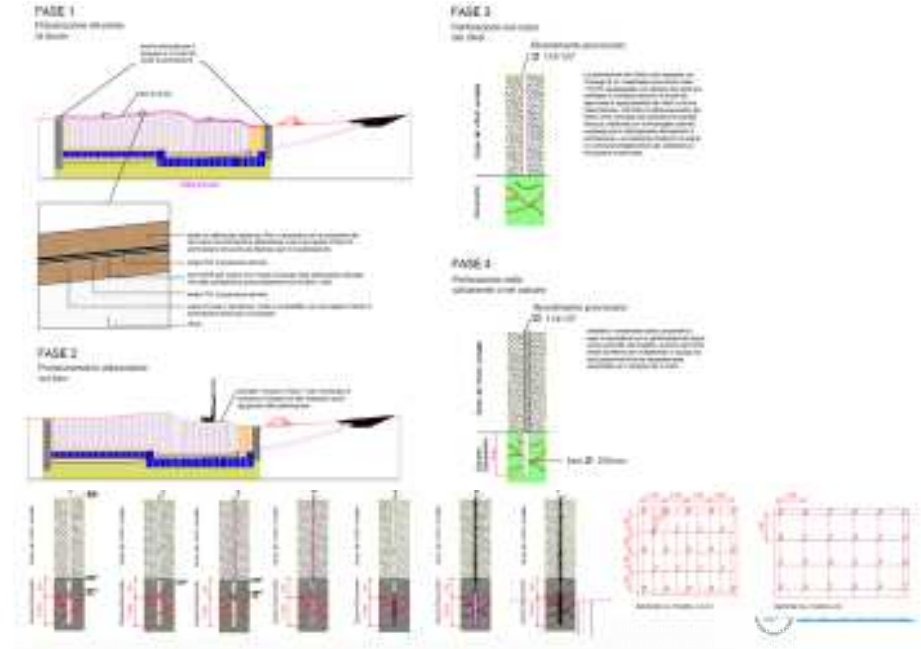
Limite riconoscibile tra il livello base del corpo discarica e il materiale litoide



AREE A "RIDOTTO FRANCO DI SICUREZZA" E "POZZO POLIGONALE"

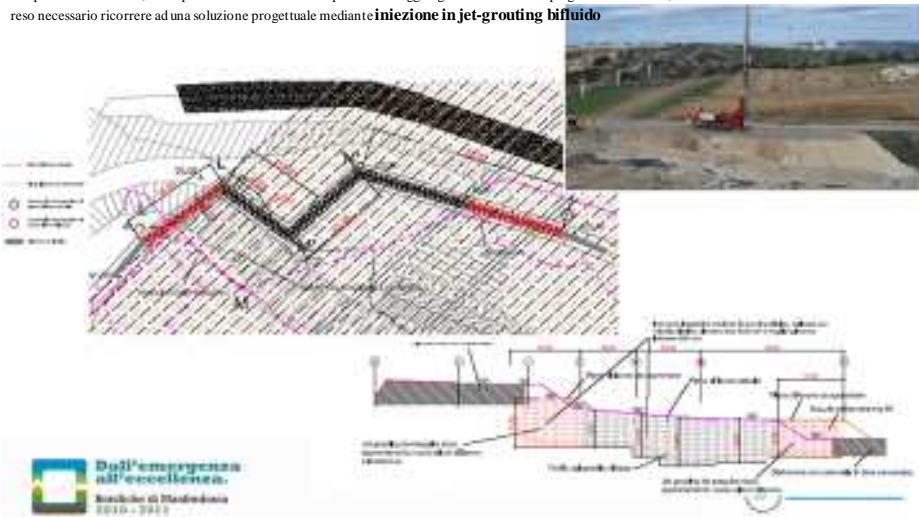


INTERVENTI INTEGRATIVI DALL'ALTO

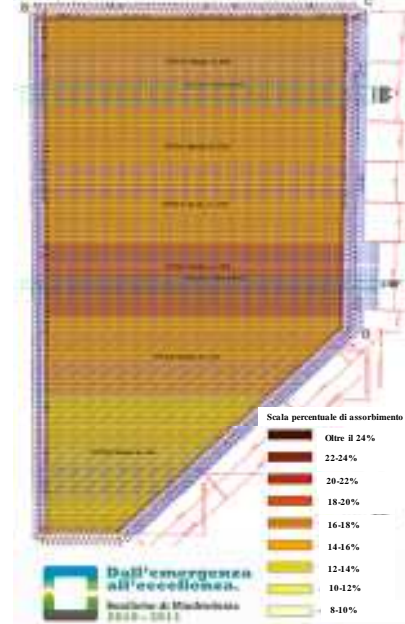


INTERVENTI INTEGRATIVI nel corso dell'esecuzione dei lavori per la realizzazione dello schermo perimetrale (Pariti)

Stante il profilo morfostrutturale del versante (immergente il lineamento morfoidrologico del Vallone Mezzanotte) e la natura del deposito sovrastante la formazione calcarenitica, al fine di assicurare la continuità dello schermo di cinturazione perimetrale, si è reso necessario ridefinire la metodologia di intervento lungo il tratto L-M-N'-N-O. Nello specifico la presenza dei materiali sciolti costituenti i riparti necessari per la formazione dei piani e delle livellette di raccordo lungo la scarpata della discarica, i cui spessori vanno ben oltre le profondità raggiungibili mediante l'impiego della catenaria, ha reso necessario ricorrere ad una soluzione progettuale mediante **iniezione in jet-grouting bifluido**



REALIZZAZIONE TAMPONE DI FONDO
Conte di Troia



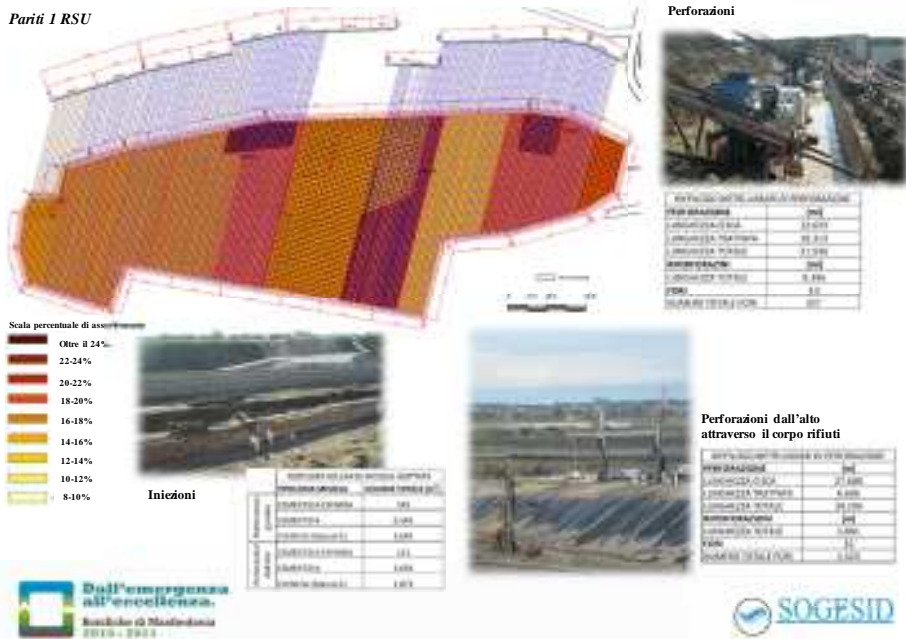
PARATRAK
Perforazioni e Iniezioni



REALIZZAZIONE TAMPONE DI FONDO

Pariti 1 RSU

Perforazioni e Iniezioni



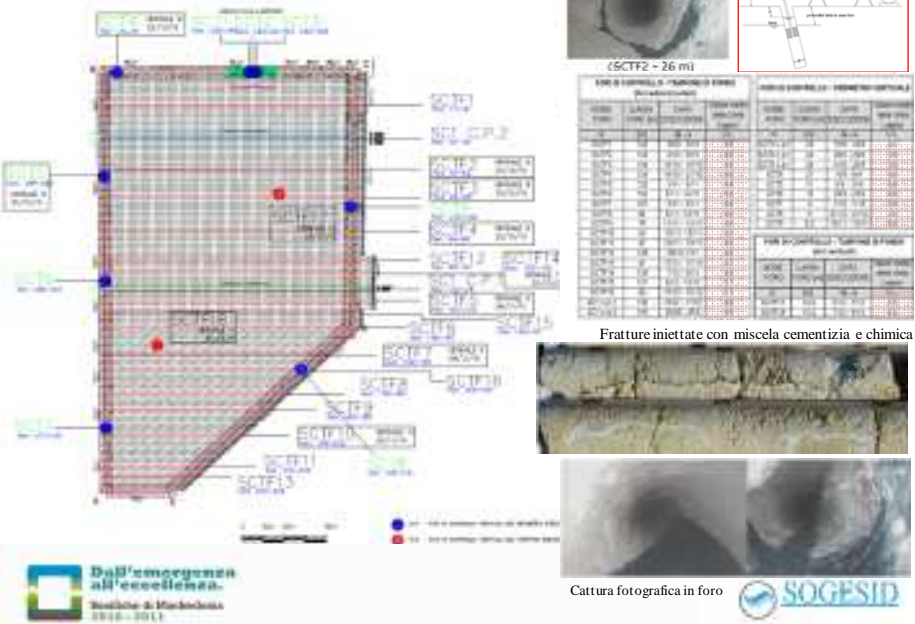
DIAFRAMMA PLASTICO CON CATENARIA PER RACCORDO AL CAPPING

Fasi esecutive del diaframma in cls plastico



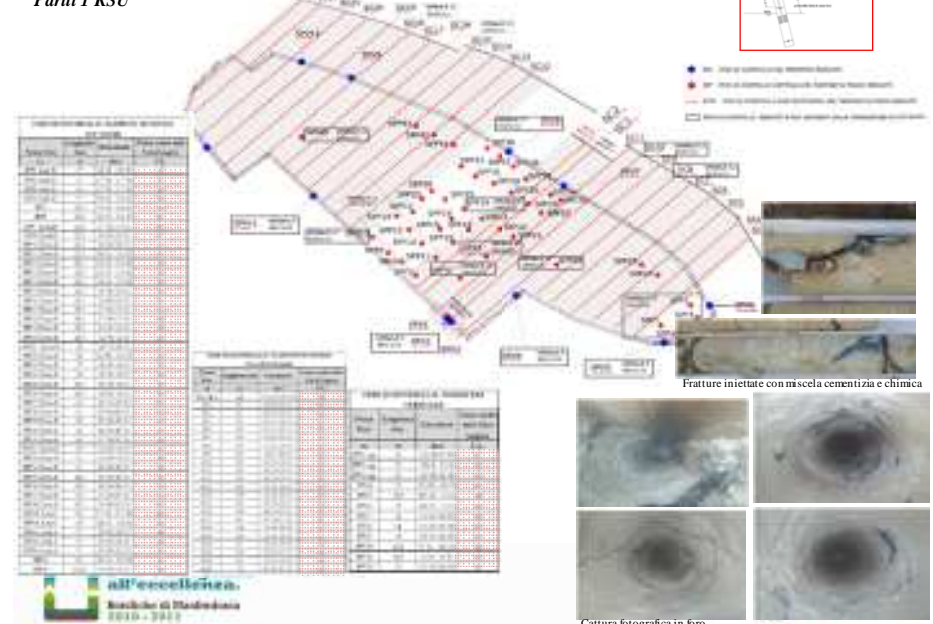
INDAGINI DI VERIFICA

Conte di Troia



INDAGINI DI VERIFICA

Pariti 1 RSU



MOVIMENTAZIONE RIFIUTI

Area Nord-Est Conte di Troia



Svuotamento Cava Gentile

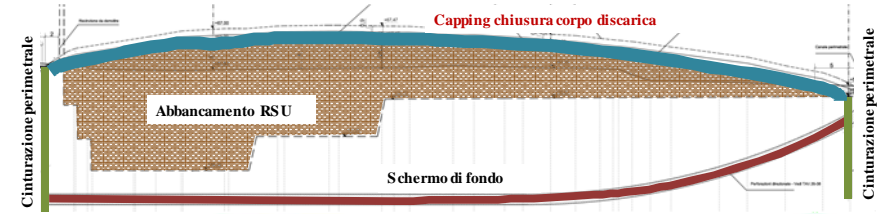


Rifiuto rimosso da Cava Gentile e abbancato sul corpo principale della discarica: 17.600 mc

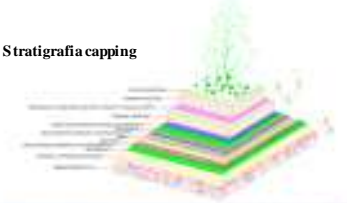


STRATO DI COPERTURA SUPERFICIALE (CAPPING)

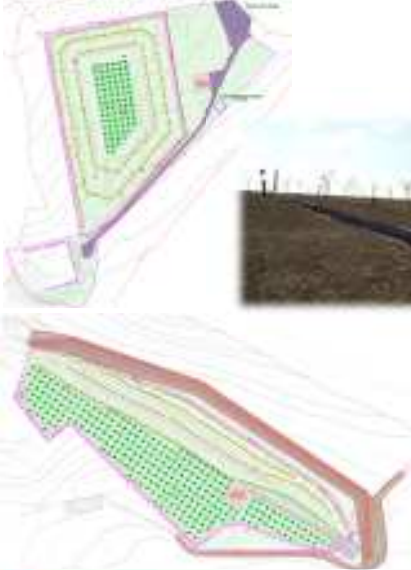
In ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 13 Gennaio 2003 n. 36, si è proceduto, anche attraverso la realizzazione per lotti, alla sistemazione della copertura finale (Capping) dei due bacini ed alla sistemazione a verde delle aree.



Stratigrafia capping



REGIMENTAZIONE ACQUE METEORICHE E SISTEMAZIONE A VERDE



SISTEMAZIONE FINALE CORPO DISCARICA Conte di Troia



SISTEMAZIONE FINALE CORPO DISCARICA
Pariti 1 RSU



Dall'emergenza
all'eccellenza.
Iniziativa di MarcheOna
2010-2011

