

## 3 SINTESI DELLE ATTIVITA' DI INDAGINE

### 3.1 Indagini ambientali pregresse

Si descrivono le indagini effettuate sull'area Accini a partire dal 1991 e che hanno complessivamente permesso la caratterizzazione qualitativa e quantitativa dei rifiuti presenti e la verifica del grado e dell'estensione della contaminazione.

Le campagne di indagine più recenti (a partire dal luglio 2000 fino al febbraio 2002) sono state mirate ad acquisire gli elementi necessari alla formulazione del Modello Concettuale del Sito, ai sensi del D.M. 471/99.

Tali indagini integrative sono state finalizzate ai seguenti obiettivi:

- completamento della delimitazione nelle tre dimensioni dell'area di interrimento di rifiuti e stima dei volumi interessati dal deposito;
- completamento della caratterizzazione chimica e merceologica dei rifiuti stoccati;
- caratterizzazione chimica delle matrici ambientali potenzialmente influenzate dallo stoccaggio dei rifiuti (suolo e sottosuolo, acque sotterranee).

L'ubicazione completa dei punti di indagine è riportata in Tavola 1.

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Verzeletti, tenuto in fede dal segretario ufficio nei casi previsti dalla legge e dall'espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

Tabella 3.1: Schema riassuntivo delle indagini effettuate presso l'area Accini

anno	Attività svolta	Campioni prelevati	Analisi effettuate/risultati
1991	2 sondaggi a carotaggio continuo (S1 e S2)	2 campioni da ciascun sondaggio	analisi chimica tal quale ed eluati e analisi merceologiche
1994	2 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2)	5 campioni prelevati	5 analisi chimiche tal quale ed eluati ed analisi merceologica
1994	Indagine radiometrica	-	Esito negativo
2000	9 trincee con escavatore	campioni medi dai cumuli	Chimiche e merceologiche
2000	5 sondaggi a carotaggio continuo (S1-S5)	1 campione per sondaggio	analisi chimiche tal quale ed eluati
2000	4 piezometri per il monitoraggio delle acque sotterranee	1 ciclo con 4 campioni cad. prelevati	4 analisi chimiche su acque sotterranee
2002	6 sondaggi a carotaggio continuo (CC0-CC5)	12 campioni, 2 per sondaggio	12 analisi chimiche di cui 2 analisi chimiche in contraddittorio dell'ARPA di Brescia
2002	Monitoraggio acque sotterranee	1 ciclo di campionamento con 3 campioni prelevati	3 analisi chimiche su acque sotterranee in contraddittorio con l'ARPA di Brescia
2002	Ricostruzione del Pz3 denominato "bis"	-	-
2003	Monitoraggio acque sotterranee	1 ciclo di campionamento con 4 campioni prelevati	4 analisi chimiche su acque sotterranee
2003	1 Trincea con escavatore	1 campione prelevato in contraddittorio con l'ARPA di Brescia	1 analisi chimiche in contraddittorio con l'ARPA di Brescia
2003	Campionamento acque sotterranee in PZ1	1 campione prelevato	1 analisi chimica in contraddittorio con l'ARPA di Brescia
2003	Analisi chimiche	3 campioni di terreno/rifiuto	Analisi su tal quale e eluati

## 3.2 Comparto suolo e sottosuolo

### 3.2.1 Campagne di indagine 1991 e 1994

Le campagne sono consistite ciascuna in due sondaggi a carotaggio continuo spinti a profondità variabile al massimo fino a 7 metri da p.c. per il lato nord e circa 4,5 metri dal lato sud.

L'analisi merceologica, svolta dal Centro Ricerche Chimiche (C.R.C.) di Montichiari è descritta nel Progetto di Bonifica del 1994 ed evidenzia presenza di vetro, celofane, carta, plastica, ferro, gomma, tessuto e fango nerastro e polveri, prevalentemente rifiuti speciali assimilabili agli urbani (ai sensi del D.P.R. 915/82).

Nel giugno 1994 un'indagine volta a verificare la presenza di sostanze radioattive anche a bassa attività dà esito negativo. La relazione descrittiva di tale indagine è riportata integralmente nel "Progetto di Bonifica" del 1994.

## 3.2.2 Campagna 2000

In fase di progettazione preliminare di bonifica, preso atto delle indagini pregresse, è stato effettuato un piano integrativo di caratterizzazione dell'area, ai sensi del D.M. 471/99 e relativi allegati.

Nel luglio è stata effettuata una campagna diretta, consistita in 9 saggi eseguiti tramite escavatore cingolato e 5 sondaggi a carotaggio continuo ubicati in posizione opportuna all'interno di maglie quadrate di circa 30 m di lato.

Gli scavi (per limiti operativi) hanno permesso di raggiungere il fondo del deposito solo in 4 casi (trincee Sc1, Sc2, Sc3 e Sc4), mentre i sondaggi hanno raggiunto l'interfaccia rifiuto/terreno naturale.

Dalle trincee e dai sondaggi sono stati prelevati campioni medi misti di rifiuto.

## 3.2.3 Campagna 2002

Nel febbraio 2002 è stato effettuato il piano di investigazione integrativo approvato dagli Enti di controllo le cui attività di indagine sono state indirizzate a:

- effettuare analisi di controllo sulle diverse tipologie di rifiuto riscontrate al fine di "validare" con gli Enti di controllo le analisi già effettuate;
- approfondire e completare la caratterizzazione chimica dei terreni situati al di sotto del piano di posa dei rifiuti;
- approfondire la caratterizzazione chimica e piezometrica delle acque sotterranee;

Per l'area di progetto sono state realizzati 6 sondaggi a carotaggio continuo (CC1 – CC6) spinti fino a raggiungere l'interfaccia rifiuto/terreno naturale; un sondaggio è stato effettuato all'esterno dell'area di indagine (bianco CC0): Per ciascuno di essi sono stati prelevati 2 campioni suddivisi in 2 aliquote per le controanalisi da parte dell'Ente di controllo.

## 3.2.4 Campagna 2003

Nell'agosto 2003 è stata effettuata un'integrazione di analisi chimiche allo scopo di caratterizzare in dettaglio alcune classi di contaminanti in funzione dell'analisi di rischio prevista. Dai campioni più significativi prelevati durante la campagna 2002 (CC3-A, CC4-A, CC6-B) sono state effettuate delle analisi sugli Idrocarburi C>12, IPA e PCB sia sul tal quale che sugli eluati (i certificati di prova sono riportati in Allegato E).

## 3.3 Comparto acque sotterranee

### 3.3.1 Monitoraggio piezometrico nell'area

Nell'agosto 2000, allo scopo di verificare lo stato idrochimico e la piezometria della falda freatica sottesa dal sito in esame e in previsione del monitoraggio da esercitare in fase di bonifica, vengono installati 4 pozzi piezometrici, in accordo con le linee guida di cui all'Allegato 2 del D.M. 471/99.

Nel novembre 2002 a causa della distruzione del PZ3 viene terebrato un nuovo piezometro posto nelle vicinanze del precedente e denominato PZ3bis.

In Figura 4 dell'Allegato B è illustrata l'ubicazione dei piezometri. Per la corretta georeferenziazione della rete e delle relative letture è stato condotto un apposito rilievo altimetrico delle quote di riferimento. Nella Tabella sottostante sono riassunte le caratteristiche tecniche dei piezometri.

Tabella 3.2: Caratteristiche tecniche rete di monitoraggio

Piezometro	Ubicazione	Modalità di perforazione	Diametro	Profondità	L. tratto cieco	L. tratto filtrato	Quota assoluta
U.M.			"	m da p.c.	m	m	m s.l.m.
PZ1	monte	a distruzione	4	18	9	9	92,49
PZ2	valle	a distruzione	4	18	9	9	92,31
PZ3	valle	a carotaggio continuo	4	18	9	9	91,74
PZ3bis	valle	a carotaggio continuo	4	18		9	91,70
PZ4	valle	a carotaggio continuo	4	18	9	9	91,90

Nell'Allegato B sono riassunti i dati espressi in valori di soggiacenza e quote assolute dei rilievi di monitoraggio effettuati nel periodo agosto 2000 - aprile 2003, da cui è stato desunto il grafico dell'andamento piezometro.

Dalle sezioni interpretative riportate in Tavola 1 si evince come il valore attuale del livello piezometrico (rilievo di agosto 2003) sia ad una distanza di circa -5 m rispetto alla quota base presunta dei rifiuti presenti nella ex depressione di cava.

### 3.3.2 Monitoraggio idrochimico dell'area

Sono state effettuate tre campagne di rilevamento sulla qualità delle acque prelevate dai piezometri di monitoraggio dell'area (1<sup>a</sup> campagna agosto 2000, 2<sup>a</sup> campagna febbraio 2002 in contraddittorio con l'ARPA di Brescia, 3<sup>a</sup> campagna nel gennaio 2003 e 4<sup>a</sup> campagna per Pz1 nel giugno 2003)

In sintesi dai risultati delle analisi si evince che:

- Nella campagna di agosto 2000 si è avuto il superamento del Ferro ( $266 \mu\text{g/l}$  - limite  $471/99 = 200 \mu\text{g/l}$ ) nel piezometro di valle Pz3
- Nella campagna del febbraio 2002 (riassunti nella tabella in Allegato C) si è rilevato il superamento del Manganese in Pz1 ( $51 \mu\text{g/l}$  - limite  $471/99 = 50 \mu\text{g/l}$ ) nel campione analizzato dal CRC mentre nelle analisi dell'ARPA di Brescia non si è avuto alcun superamento;

Alla luce dei risultati della campagna 2002 è stato effettuato nel giugno 2003 un campionamento isolato per il PZ1, i cui risultati (riassunti nella tabella in Allegato C) non hanno evidenziato alcun superamento, come tra l'altro era già avvenuto nella campagna del gennaio 2003.



## Potenziali ricettori

I soggetti recettori sono individuati cautelativamente negli utenti del sito o delle aree adiacenti, attraverso un'esposizione in relazione alla destinazione ad uso verde agricolo e negli abitanti delle cascine più prossime.

L'esposizione al recettore falda è solo indiretta, in quanto non sono presenti pozzi ad uso idropotabile situati sulla verticale della sorgente contaminante. Come ricettore potenziale ai fini del monitoraggio della falda è stato considerato un pozzo piezometrico (ancora da realizzare) a valle dell'area Accini, a circa 270 m dal sito.

### 3.4.2 Stima volumetrica della sorgente

Sulla base dei dati acquisiti durante le campagne di caratterizzazione del sito sopra richiamate e dai documenti a disposizione, è stata effettuata una stima volumetrica del corpo rifiuti e delle differenti tipologie di materiali riscontrati.

In base alla conoscenza del sito ottenuta dalle verifiche dirette ed al rilievo planialtimetrico è stata realizzata una ricostruzione tridimensionale dell'area. Nella valutazione un intrinseco livello di incertezza sui volumi è stato cautelativamente considerato. Con riferimento alle due macro-tipologie identificate sono stati stimati i volumi in banco dei differenti materiali che costituiscono la ex depressione, tali valori sono riassunti nella tabella seguente:

Tabella 3.3 - Stima dei volumi dei materiali rinvenuti

superficie (m)	suolo agricolo		rifiuto	
	spessore (m)	volume (mc)	spessore (m)	volume (mc)
17.483	0,1 - 1	14.343	2 - 7	67.464

I calcoli forniscono un volume complessivo dei materiali presenti nella depressione di cava al limite del materiale in posto, pari a circa 81.808 mc.

Considerando il solo corpo rifiuti, inteso come l'insieme dei materiali non-naturali presenti in sito, ad esclusione quindi del terreno superficiale, la sua volumetria stimata risulta pari a circa 67.464 mc. Tali materiali poggiano su un substrato ghiaioso-sabbioso che nell'area di contatto risulta commisto ai materiali sovrastanti.

### 3.4.3 Classificazione dei materiali interrati

Secondo quanto emerso dall'analisi storica della ex discarica, i rifiuti conferiti sembrano essere stati in parte costituiti da rifiuti solidi urbani e assimilabili, in parte di origine industriale.

In base al recente aggiornamento della normativa in materia di classificazione dei rifiuti, non potendo attribuire con certezza una famiglia rispetto all'attività produttiva di provenienza, i materiali oggetto di asportazione saranno classificati come appartenenti sempre alla categoria "Rifiuti prodotti dalle operazioni di bonifica di terreni e risanamento delle acque di falda" secondo la tabella seguente:

Tabella 3.4 - Classificazione dei materiali rinvenuti secondo i codici C.E.R

Elenco dei rifiuti e dei codici CER secondo Decisione 2000/532/CE	
Definizione rifiuti presenti in sito	Codice C.E.R.
Materiale riconducibile alla tipologia: "rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, contenenti sostanze pericolose"	19 13 01*
Materiale riconducibile alla tipologia: "rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, diversi da quelli di cui alla voce 19 13 01"	19 13 02

Dalla tabella si evidenzia che i materiali riconducibili alle tipologie "rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni" sono considerati, in base alla loro composizione chimica, rifiuti "pericolosi" o "non pericolosi".

Nel caso in oggetto, in base alle analisi effettuate nel 2000, secondo la normativa citata, i rifiuti risultano classificabili come **non pericolosi** (allegato D- Scheda di classificazione C.R.C.).

Rispetto alla normativa relativa alla classificazione ai fini dello smaltimento (Delibera del Comitato Interministeriale del 27/07/1984) i rifiuti risultano classificabili come **speciali** e accettabili in discarica di II categoria tipo B (allegato D- Scheda di classificazione C.R.C.).

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Verzeletti, tenuto al segreto ufficio.

Nei casi previsti dalla legge non espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011



Tabella 4.1 - Stima degli oneri economici - Opzione A

RIEPILOGO PER VOCI		IMPORTO (Euro)
A	APPRONTAMENTO CANTIERE, INSTALLAZIONE INFRASTRUTTURE DI SERVIZIO E OPERE PROVVISORIALI, SMANTELLAMENTO CANTIERE	€ 90,005
B	SCAVI, MOVIMENTAZIONE TERRENO/RIFIUTO	€ 667,105
C	SMALTIMENTI	€ 15,850,286
D	SISTEMA DI COPERTURA DEFINITIVO E RIPRISTINO AMBIENTALE	€ 31,207
E	MONITORAGGIO GEOTECNICO E AMBIENTALE	€ 101,990
F	SPESE TECNICHE (5% importo lavori)	€ 1,212,606
g	IMPREVISTI (7% importo lavori)	€ 866,147
<b>TOTALE</b>		<b>€ 18,819,348</b>

Tabella 4.2 - Stima degli oneri economici - Opzione B

RIEPILOGO PER VOCI		IMPORTO (Euro)
A	APPRONTAMENTO CANTIERE, INSTALLAZIONE INFRASTRUTTURE DI SERVIZIO E OPERE PROVVISORIALI, SMANTELLAMENTO CANTIERE	€ 34,333
B	SCAVI, MOVIMENTAZIONE E SMALTIMENTO TERRENO/RIFIUTO	€ 153,101
C	SMALTIMENTI	€ -
D	SISTEMA DI COPERTURA DEFINITIVO E RIPRISTINO AMBIENTALE	€ 932,057
E	MONITORAGGIO GEOTECNICO E AMBIENTALE	€ 150,974
F	SPESE TECNICHE (10 % importo lavori)	€ 157,321
g	IMPREVISTI (10% importo lavori)	€ 131,101
<b>TOTALE</b>		<b>€ 1,558,887</b>

Dall'analisi citata si evince quanto segue:

- i costi relativi all'opzione A di intervento risultano elevati e non sostenibili in particolare considerando che l'area fa parte di un gruppo di 4 siti soggetti a bonifica sul territorio del Comune di Montichiari;

La copia è rilasciata in carta libera, in finalita' inerenti l'esercizio del mandato di cui al n. 10 del regolamento comunale n. 10/07, tenuto segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con esplicito divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

- l'onere economico di maggiore entità è lo smaltimento dei terreni/rifiuti; infatti per l'opzione A si prevede lo smaltimento di circa 70.000 mc, mentre per l'opzione B non si prevedono smaltimenti;
- per quanto concerne il monitoraggio, mentre sull'intervento di rimozione ex situ pesa maggiormente il monitoraggio durante le fasi di bonifica a causa dell'elevato numero di analisi da effettuare sui rifiuti, il monitoraggio post bonifica risulta più oneroso per l'intervento di Messa in sicurezza in ragione del fatto che si prevedono cicli di monitoraggio su un arco temporale di 5 anni (Cfr. cronogramma di Fig. 6).

Dal punto di vista degli impatti sull'ambiente delle operazioni di bonifica occorre considerare che:

- l'opzione B consente di evitare il trasporto all'esterno dell'area di notevoli quantità di materiali con un relativo beneficio in termini di inquinamento atmosferico e di traffico veicolare;
- l'opzione B consente un risparmio di volumetria presso gli impianti autorizzati di smaltimento e un risparmio di materiale di cava o di recupero per il riempimento della depressione una volta svuotata;
- la durata dell'attività di messa in sicurezza è stimata in circa 5 mesi, mentre quella di asportazione ex situ in circa 14 mesi, con conseguente aumento disagi a livello locale riconducibili alle attività di movimentazione e rimozione del materiale nonché quelli derivanti dal mantenere aperto un cantiere di bonifica in prossimità di un'area agricola;
- le misure di sicurezza, previste in base alla procedura di analisi di rischio e adeguatamente monitorate, consentono di ridurre l'estensione della bonifica ed il suo costo senza che ciò costituisca un accresciuto pericolo per la salute umana e per l'ambiente;

In base alle considerazioni sopra richiamate, si propone quindi l'intervento di messa in sicurezza permanente del sito e al ripristino ambientale dell'ammasso di materiali di rifiuto depositati.

## **5 MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE**

### **5.1 Obiettivi dell'intervento**

La messa in sicurezza di tipo permanente prevede una serie di interventi atti ad isolare in modo definitivo la fonte inquinante rispetto alle potenziali vie di migrazione identificate nel Modello Concettuale del sito (Cfr. Par.3.4).

La procedura di analisi di rischio, illustrata in dettaglio in Allegato A, ha permesso di individuare le misure di sicurezza più idonee per la salvaguardia della salute pubblica e le diverse matrici ambientali.

In particolare, l'analisi ha messo in evidenza la necessità di evitare l'esposizione diretta con il rifiuto e il contatto tra le acque meteoriche e i contaminanti presenti nel sito al fine di limitarne la diffusione.

### **5.2 Descrizione delle fasi di intervento**

Le principali attività previste per la messa in sicurezza dell'area sono di seguito elencate:

- A. modellazione e livellamento del terreno di riporto superficiale, allo scopo di conseguire le quote di progetto previste (circa 90,41 m s.l.m., vedi Tavola 2);
- B. colmamento dell'area depressa della zona sud ovest, fino al livellamento con le quote di progetto;
- C. realizzazione di un sistema di isolamento superficiale al fine di prevenire l'infiltrazione delle acque meteoriche e le eventuali emissioni in atmosfera (anche attraverso un sistema di controllo delle emissioni di eventuale biogas);
- D. ripristino ambientale attraverso la posa di terreno vegetale e l'impianto di specie vegetali al fine di incrementare l'evapotraspirazione con conseguente riduzione dell'infiltrazione, di ridurre i fenomeni erosivi.

Parallelamente alle attività elencate, saranno realizzati sistemi di monitoraggio e programmate campagne di controllo delle acque di falda per verificare che i lavori di bonifica non incidano sulla qualità delle stesse e che nel lungo periodo le misure di sicurezza non diminuiscano in efficienza.

Ultimo obiettivo del progetto è quello di realizzare l'intera attività operativa minimizzando l'impatto ambientale generale e ottimizzando le misure antinfortunistiche ed igienico-sanitarie per gli addetti e per le persone coinvolte nella bonifica.

Di seguito vengono descritte nel dettaglio le attività previste.

La copia è rilasciata in carica dal Dirigente del servizio in carica, in esecuzione del mandato di comparizione emesso dal Tribunale di Pinerolo, in data 06/12/2011, a favore del sottoscritto, Paolo Verzele, in qualità di segretario ufficio nei casi previsti dalla legge, e non espressamente di riproduzione e diffusione di documenti II 06.12.2011

## 5.2.1 Predisposizione dell'area e opere accessorie

### 5.2.1.1 Accessi e viabilità di cantiere

La viabilità di accesso, a partire dalla S.S. 236 Goitese, prevede l'utilizzo della Strada Provinciale N°37 Calvisana per poi percorrere in direzione est la strada vicinale Contrada Bellandi (Figura 3).

All'interno del perimetro della cava da bonificare verranno realizzate una o più piste di servizio necessarie al transito dei mezzi d'opera.

### 5.2.1.2 Infrastrutture di servizio

Le infrastrutture di servizio al cantiere sono di seguito descritte:

recinzione. L'area interessata dall'intervento di bonifica verrà opportunamente recintata mediante posa di rete da cantiere alta almeno 2 m e chiusa mediante cancelli che regolamenteranno l'entrata e l'uscita dalla cava del solo personale addetto ai lavori.

piste di manovra interni al cantiere. Nell'area di intervento si provvederà a realizzare una pista principale di trasporto interno rifiuti dalla zona nord a quella sud ovest;

box servizi, ufficio e spogliatoi. Si prevede l'installazione di due box interni al cantiere per il personale interno e la D.L: dotati di servizi e di sistema di smaltimento delle acque reflue. Si prevede la possibilità di utilizzare la pista militare dismessa, attualmente cementata, che corre adiacente alla ex cava.

Tutte le strutture provvisorie di cantiere verranno smantellate a fine lavori e smaltite a norma di legge.

### 5.2.1.3 Mezzi d'opera e di servizio

I mezzi che verranno utilizzati per la conduzione del cantiere sono i seguenti:

- una pala meccanica che verrà utilizzata per la realizzazione delle piste di servizio e la movimentazione del terreno vegetale;
- una lama cingolata che verrà utilizzata per la movimentazione dei materiali in cantiere;
- un numero minimo di due autocarri che saranno utilizzati per il trasporto interno dei materiali di cantiere;
- un compatatore a rullo liscio per la posa dei materiali del capping;
- un compatatore con rullo a piede di montone per la posa dell'argilla del sistema di impermeabilizzazione superficiale previsto.

## 5.2.2 Modellazione del terreno superficiale e colmamento dell'area depressa

Si prevede di procedere alla modellazione del terreno superficiale per settori, a partire dalla zona a nord del sito, proseguendo verso la zona centrale secondo la sequenza di attuazione qui richiamata:

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità di servizio da mandare al consigliere comunale Paolo Verzeloni, tenuto segreto all'ufficio di competenza. Montichiari Il 06.12.2011

1. scotico del terreno di riporto presente nella zona nord e spianamento dell'attuale rilevato centrale;
2. riempimento dell'area depressa situata a sud ovest con il materiale interno movimentato e con materiale idoneo proveniente dall'esterno e riprofilatura della superficie di posa del sistema di impermeabilizzazione fino ad ottenere una pendenza trasversale del 2%.

Il riempimento della depressione potrà avvenire mediante la movimentazione di un volume di circa 2.600 m<sup>3</sup> di terreno vegetale misto a rifiuti presenti nella zona nord, nord est, e da circa 9.000 m<sup>3</sup> di materiale granulare per un volume totale di riempimento stimato in circa 11.500 m<sup>3</sup>. Tale riporto, equivalente nella fascia centrale ad uno spessore di circa 1,5 m, verrà effettuato con riferimento ad un piano teorico posizionato a quota 90,41 (quota di livellamento in corrispondenza della quale si avrebbe la compensazione degli sterri e dei riporti rispetto allo stato di fatto). Alla quota indicata, inoltre, il piano di posa del sistema si colloca circa 1 m dall'attuale piano campagna in modo tale da ridurre l'impatto visivo del pacchetto.

## 5.2.3 Realizzazione del sistema di isolamento superficiale

### 5.2.3.1 Caratteristiche della copertura

Il sistema di copertura finale di progetto è conforme a quanto previsto nei "criteri costruttivi e gestionali degli impianti di discarica per rifiuti pericolosi" contenuti nel Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36. Verrà pertanto realizzata una struttura multistrato di tipo composito, con l'inserimento di una geomembrana posta direttamente in opera sopra uno stato di terreno a bassa permeabilità.

Lo schema stratigrafico-costruttivo è illustrato graficamente nella Tavola 2 ed è composto, procedendo dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi:

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Venturi tenuto al segreto nei casi previsti dalla legge e art. 10 del regolamento Montichiana del 06.12.2011

Tabella 5.1- Stratigrafia del sistema di copertura

Tipologia strato	Funzione	Materiale	Spessore
Strato di regolarizzazione	Regolarizzazione e preparazione del piano di posa del sistema di copertura definitivo	Riprofilatura del preesistente strato di copertura a tetto dei rifiuti e apporto di materiale granulare di recupero ai sensi del D.M. 05/02/98 in attuazione degli articoli 31 e 33 del D. Lgs 05/02/98 o in alternativa misto di cava	Ripporto variabile (nella zona di riempimento della depressione fino ad un massimo di 680 cm)
Strato di drenaggio del gas e di rottura capillare	Strato di captazione di eventuale biogas e di impedimento di risalita capillare	Si prevede lo stesso materiale costituente lo strato di regolarizzazione	50 cm
Strato minerale compattato	Impermeabilizzazione naturale	Materiale argilloso con $K < 10^{-6}$ cm/s	50 cm
Membrana in hdpe	Impermeabilizzazione artificiale	Geomembrana in HDPE	1,5 mm
Geotessile non tessuto	Protezione della geomembrana in HDPE	Tessuto non tessuto in fibre di hdpe o polipropilene di alta qualità di grammatura $\geq 500$ g/mq	circa 5.5 mm
Strato drenante superiore	Drenaggio del soprastante terreno vegetale in modo da eliminare potenziali battenti idraulici sopra gli strati sottostanti	Materiale granulare di recupero ai sensi del D.M. 05/02/98 in attuazione degli articoli 31 e 33 del D. Lgs 05/02/98 o in alternativa misto di cava	50 cm
Terreno vegetale	Crescita della vegetazione ai fini del ripristino ambientale, massimizzazione dell'evapotraspirazione e protezione contro l'erosione; protezione degli strati sottostanti da fenomeni di gelo-disgelo ed essiccamento,	Terreno vegetale di coltivo	100 cm
Biostuoie	Minimizzazione delle porzioni di scarpata dei fenomeni di erosione del suolo ad opera principalmente delle acque di ruscellamento	Biostuoie da posarsi unicamente nella fascia di scarpata, costituite da uno strato di fibre vegetali (cocco, paglia, legno) legato da una rete di materiale biodegradabile avente resistenza alla trazione compresa tra 10-15 N/m e dal peso compreso tra i 500-1500 g/m <sup>2</sup>	

Al fine di compensare potenziali cedimenti nel tempo degli strati di copertura (dovuti anche ad una eventuale captazione e aspirazione del biogas), l'intero pacchetto verrà realizzato a partire dallo strato di regolarizzazione avente pendenza trasversale del 2% in modo da permettere al sistema di mantenere la piena efficienza evitando l'instaurarsi di contropendenze con possibili ristagni d'acqua in superficie, anche per cedimenti nel corpo rifiuti stimati dell'ordine del 13%.

In ogni caso, i cedimenti attesi sono molto inferiori, data la tipologia dei rifiuti (ormai impoveriti delle frazioni organiche), il tempo trascorso dal momento del loro interrimento (elevato grado di autocompattazione) e la modalità di realizzazione dello strato di riporto, nonché per la regolarizzazione del sistema di copertura per il quale si prevede una messa in opera per strati opportunamente compatti e di dimensioni adeguate.

Come materiale inerte è previsto l'utilizzo di materiale di recupero ai sensi del D.M. 05/02/1998 in attuazione degli articoli 31 e 33 del D.lgs 5 febbraio 1997 n.22.

Nonostante le pendenze nelle zone di scarpate siano piuttosto modeste (variabili tra 14% e 34%), l'utilizzo di biostuoie in tali porzioni garantirà ulteriore protezione del sistema di copertura dall'erosione ad opera delle acque di ruscellamento, particolarmente attive fino alla formazione del primo manto erboso.

Al fine di favorire il rinverdimento saranno utilizzati materiali il più possibile omogenei come provenienza e qualità. Nello strato superficiale saranno privilegiati terreni di scotico, di medio impasto tendente all'argilloso. Dopo la posa e la stesura essa sarà eventualmente ammendata con humus, appositi preparati o compost.

### 5.2.3.2 Conformazione finale dell'area

La geometria della configurazione finale della bonifica al termine delle operazioni di modellamento delle superfici e della posa e compattazione del sistema di copertura è illustrata nella Tavola 2.

La configurazione morfologica a doppia falda ricadrà la superficie di regolarizzazione impostata e presenterà pertanto una linea di colmo con massima quota rispetto al p.c. variabile tra +3,2 m e 2,1m. (in funzione delle quote dello stato di fatto alle quali si raccorderà il sistema di copertura), ed una quota sui lati perimetrali variabile tra +0,1 e +1,2 m da p.c.

Nella porzione superiore del sistema di copertura si avrà una pendenza costante del 2% fino al margine perimetrale (limite del corpo rifiuti), dove tramite una zona di raccordo si raggiungerà il p.c. con pendenze variabili (14 e 34%).

La configurazione finale dell'area assicura una corretta raccolta ed un adeguato allontanamento delle acque meteoriche e la stabilità complessiva delle superfici.

### 5.2.3.3 Sistema di drenaggio delle acque di copertura

Data la geometria a doppia falda del sistema di copertura, lo smaltimento delle acque meteoriche avverrà per dispersione tramite due trincee disposte marginalmente ai lati nord e sud dell'area di bonifica. Le trincee raccoglieranno e disperderanno sia le acque di ruscellamento superficiali che le acque di infiltrazione percolanti dal terreno vegetale. La pendenza minima del 2% del sistema di copertura è ritenuto ampiamente sufficiente a garantire il ruscellamento delle acque meteoriche alle due trincee marginali di dispersione che avranno invece pendenze molto basse date dal raccordo con l'esistente piano campagna.

Non si è ritenuto necessario convogliare tali acque in un recapito esterno in quanto, in base all'esperienza maturata su impianti analoghi, in caso di eventi meteorici medi, l'apporto per ruscellamento risulta trascurabile rispetto agli altri contributi (evapotraspirazione, infiltrazione all'interno del terreno di copertura, ecc.)

Nel caso di eventi intensi, il calcolo dell'apporto meteorico distribuito lungo il perimetro, porta ad un contributo pari a 0,96 l/s per metro lineare di canale. Tale apporto, tuttavia, non si ritiene significativo in termini ambientali a causa della sua scarsa frequenza (tempo di ritorno di 10 anni).

In merito al contributo di infiltrazione delle acque meteoriche e degli apporti meteorici irrigui provenienti dalle aree adiacenti, in base alla composizione litologica del sottosuolo, costituita prevalentemente da ghiaia e sabbia (vedi relazione allegato B), la componente verticale risulta prevalente rispetto alla trasversale. Al fine di eliminare la possibilità di dilavamento dell'ammasso interrato di rifiuti si è tenuta a piano campagna una distanza minima laterale tra impermeabilizzazione e corpo rifiuti pari a 3 m.

### Calcolo dell'apporto meteorico per piogge intense

Per il calcolo della portata meteorica in caso di eventi intensi si è utilizzata la nota formula razionale relativa alla stazione di Brescia Ghedi, con riferimento ad un tempo di ritorno di 10 anni:

$$Q_p = \varphi \frac{i(T, t_c) A}{360} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

dove:  $Q_p$  portata al colmo  
 $i$  intensità di pioggia (mm/h), che dipende dal tempo di ritorno  $T$  e dalla durata critica  $t_c$ , ricavata dalla curva di possibilità pluviometrica  
 $A$  area del bacino scolante in ettari  
 $\varphi$  coefficiente di afflusso, che tiene conto delle perdite idrologiche

In tabella si riportano i parametri caratteristici utilizzati nella formula razionale. Viste le piccole dimensioni del bacino, si è considerato un tempo di corrivazione (pari alla durata della pioggia che dà la massima portata al colmo, secondo le ipotesi alla base della formula razionale) di 15 minuti.

Tabella 5.2 - Valori dei parametri utilizzati

$t_c$ (ore)	$i$ (mm/h)	$\varphi$	$A$ (ha)	Perimetro (m)
0,25	86,07	0,6	1,72	257

La portata così calcolata è risultata pari a 0,247 m<sup>3</sup>/s che ripartita sul perimetro delle due trincee conduce ad un apporto pari a 0,86 l/s per metro lineare di ciascuna trincea.

### **5.2.3.4 Sistema di verifica e gestione dell'eventuale presenza di biogas**

Al fine di verificare e gestire l'eventuale presenza di sacche di biogas all'interno dell'ammasso di rifiuti, in fase esecutiva verranno realizzati n 4 pozzi di controllo e captazione di tipo verticale. Tali pozzi saranno ubicati ciascuno in corrispondenza del centro di quadrato di una maglia regolare ipotetica che suddivide l'area di progetto (Tavola 2).

La trivellazione dei pozzi verrà effettuata immediatamente dopo la posa dello strato drenante superiore, in modo tale da permettere ai mezzi d'opera di raggiungere i punti di ubicazione senza danneggiare i materiali geosintetici posati al tetto dello strato argilloso di impermeabilizzazione.

I pozzi saranno realizzati secondo la seguente configurazione:

Diametro di perforazione	600 mm
Profondità	circa 90% dello spessore del corpo rifiuti
Diametro tubo fessurato	160 mm

Parte cieca	dallo strato di drenaggio del gas e di rottura capillare
Dreno	con ghiaietto siliceo selezionato
Sigillatura sommatiale	con bentonite ed argilla
Testa pozzo	esterna, munita di valvola di intercettazione DN 80 e presa di controllo per il monitoraggio

Sono previste campagne mirate di monitoraggio del biogas (Par. 7.3.2) con misure della concentrazione di metano, ossigeno e anidride carbonica in condizioni statiche e in condizioni dinamiche di aspirazione oltre che alle misure della pressione sviluppata sotto il sistema di copertura.

Nel caso in cui dalle indagini si rivelasse la necessità di aspirazione del biogas prodotto (per pressioni superiori a 2 mm di colonna d'acqua), si provvederà ad installare un sistema provvisorio di captazione e smaltimento.

In tale sistema si prevede l'allacciamento di linee secondarie ai quattro pozzi verticali realizzati mediante le valvole d'intercettazione poste in corrispondenza di ogni testa pozzo, il collegamento ad uno o più separatori di condensa e l'installazione di una torcia mobile di combustione opportunamente dimensionata.

Le condense saranno raccolte in una cisterna a tenuta e smaltite a norma.

### 5.2.3.5 Collaudi geotecnici

In fase di posa degli strati che costituiscono il pacchetto di copertura è prevista la serie di controlli di seguito elencata:

Prove sul materiale drenante di regolarizzazione e di drenaggio del gas

Granulometria per via umida

Verifica degli spessori

Prove sull'argilla di impermeabilizzazione naturale

Verifica dell'umidità naturale

Granulometria, aerometria e limi di Atterberg

Prova di costipamento tipo Proctor modificato

Permeabilità in edometro su campione di materiale sciolto addensato al 95% dell'ottimo del Proctor mod.:

Permeabilità in edometro su campione di terreno indisturbato prelevato in sito con campionatore a pareti sottili:

Densità in sito con volumometro a sabbia o a membrana con determinazione dell'umidità relativa:

Verifica degli spessori

Prove sullo strato di drenaggio superiore

Granulometria per via umida

Verifica degli spessori

La copia è rilasciata in carta sottile per finalità inedita e non può essere riprodotta, né pubblicata, né diffusa senza il permesso scritto dalla Montana. Montichiani 06.12.2011

---

Prove sui materiali geosintetici

---

Prove di controllo qualitativo sul telo

---

Controllo non distruttivo delle saldature a doppia pista

---

Controllo distruttivo sui campioni di saldatura

---

Prove sulla ghiaia selezionata di drenaggio

---

Granulometria per via umida

---

Verifica degli spessori

---

Prove sullo strato di terreno vegetale

---

Analisi agronomica di tipo chimico-fisica

---

## **5.2.4 Ripristino ambientale**

Il ripristino ambientale assume una rilevanza notevole a livello di recupero paesaggistico.

Essa è vincolata all'uso che il Comune di Montichiari intenderà assegnare all'area di bonifica.

In ogni caso si comincerà ad effettuare un intervento di inerbimento. In tal senso si sono adottati i seguenti provvedimenti tecnici qualificanti:

- inerbimento e piantumazione;
- utilizzo di biostuoie nei tratti di raccordo del terreno vegetale con la trincea perimetrale per minimizzare i fenomeni di erosione del suolo ad opera principalmente delle acque di ruscellamento.

Si ritiene che gli interventi previsti siano compatibili con differenti ipotesi di riutilizzo finale dell'area; il progetto cantierabile dell'area terrà conto della futura pianificazione comunale, mantenendo in efficienza le misure di sicurezza previste dall'analisi di rischio.

## **5.2.5 Limitazioni e restrizioni di utilizzo del sito e delle acque sotterranee**

Ferma restando la destinazione d'uso prevista dallo strumento urbanistico attuale vigente, il Comune di Montichiari dovrà dare esplicito divieto di utilizzo agricolo dell'area al fine di preservare le misure di sicurezza che verranno messe in atto (sistema di impermeabilizzazione e presidi di monitoraggio).

Nella porzione di territorio compresa all'interno del cono di influenza compreso tra il sito e punto di conformità (si veda A.8 in Allegato A), il Comune di Montichiari dovrà dare esplicito divieto di utilizzo delle acque di prima falda a scopo idropotabile per l'arco temporale di monitoraggio previsto al Par.7.2.3 .

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità di archiviazione, al consigliere comunale Paolo Verzelotti, tenuto al segreto d'ufficio. Cas. previsti dalla legge e con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

## **6 PROGRAMMA TEMPORALE DI INTERVENTO**

### **6.1 Programma lavori di bonifica**

Il programma dei lavori di bonifica prevede una durata complessiva di circa 5 mesi lavorativi, salvo impedimenti o ulteriori necessità di approfondimenti, resi necessari dalle indagini analitiche o richiesti dalla Direzione Lavori, o da ricollegarsi all'effettivo periodo stagionale di consegna lavori.

In Figura 4 è illustrato il diagramma temporale delle attività di intervento.

### **6.2 Programma verifiche ambientali**

Il programma delle attività di controllo e monitoraggio ambientale, così come dettagliato e descritto al Cap. 7, prevede l'esecuzione di rilievi ambientali per una durata complessiva di circa 5 anni. In Figura 5 è riportato un cronogramma riassuntivo di tutte le attività di monitoraggio previste; questo è stato costruito sulle "attività di base" della bonifica, senza quindi tenere conto del possibile prolungamento dei lavori.

Si prevede la possibilità di modifiche di tale cronogramma, da apportarsi in fase esecutiva di concerto con gli Enti preposti e con la Direzione Tecnica della bonifica, in funzione di eventuali necessità, come nel caso di riscontro di particolari anomalie nei parametri rilevati o di interruzioni forzate delle attività di cantiere.

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Verzaletti, senza alcun segreto d'ufficio. Il presente è previsto dalla legge e non espressamente vietato dalla riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011