

AREA BICELLI  
Comune di Montichiari (BS)



e con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

PROGETTO PRELIMINARE DI BONIFICA  
Relazione Tecnica descrittiva

Committente: Gruppo Sistema  
Progettazione: Ing. Alberto Angeloni (Ord. Ing. Prov. Mi n.20024)  
Dott. Geol. Massimiliano Kovacs (Ord. Geol. Lomb.n. 1021)  
Dott. Geol. Andrea Bavestrelli (Ord. Geol. Lomb. n.791)

Ns. Rif.: R266 \_BC



Milano, ottobre 2003

Revisione n°	Data	Tipo revisione/cap.	Redatto	Verificato/approvato
Rev0	ottobre 2003		Angeloni, Kovacs, Maroni	Bavestrelli

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

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO .....	6
2.1	Inquadramento geografico .....	6
2.1.1	UBICAZIONE .....	6
2.1.2	DESCRIZIONE DEL SITO .....	6
2.1.3	INDIVIDUAZIONE CATASTALE E URBANISTICA .....	6
2.1.4	VIABILITÀ.....	7
3	SINTESI DELLE ATTIVITA' DI INDAGINE .....	8
3.1	Indagini ambientali pregresse.....	8
3.2	Comparto suolo e sottosuolo .....	9
3.2.1	CAMPAGNE DI INDAGINE 1991 E 1994.....	9
3.2.2	CAMPAGNA 2000.....	10
3.2.3	CAMPAGNA 2002.....	11
3.2.4	CAMPAGNA 2003.....	11
3.3	Comparto acque sotterranee .....	11
3.3.1	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO NELL'AREA .....	11
3.3.2	MONITORAGGIO IDROCHIMICO DELL'AREA.....	12
3.3.3	ATMOSFERA ESTERNA.....	12
3.4	Modello Concettuale del sito.....	13
3.4.1	SCHEMA GENERALE .....	13
3.4.2	STIMA VOLUMETRICA DELLA SORGENTE.....	14
3.4.3	CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI.....	14
4	ALTERNATIVE DI INTERVENTO .....	16
4.1	Rassegna delle alternative di intervento.....	16
4.2	Analisi delle alternative e scelta del metodo di intervento .....	16
5	MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE.....	19
5.1	Obiettivi dell'intervento .....	19
5.2	Descrizione delle fasi di intervento .....	19
5.2.1	PREDISPOSIZIONE DELL'AREA E OPERE ACCESSORIE.....	20
5.2.2	RIMOZIONE DEI FUSTI INTERRATI IN ZONA HOT SPOT .....	21
5.2.3	REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO SUPERFICIALE .....	22
5.2.4	RIPRISTINO AMBIENTALE .....	27
5.2.5	LIMITAZIONI E RESTRIZIONI DI UTILIZZO DEL SITO E DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	27
6	PROGRAMMA TEMPORALE DI INTERVENTO.....	28
6.1	Programma lavori di bonifica.....	28
6.2	Programma verifiche ambientali.....	28
7	PROGRAMMI E SISTEMI DI CONTROLLO AMBIENTALE.....	29

La copia è rilasciata in cambio del materiale consegnato in mano al sign. Paolo Verzelotti, tenuto al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

7.1	Scopo e campo di applicazione.....	29
7.2	Comparto acque sotterranee .....	29
7.2.1	CARATTERISTICHE DELLA RETE PIEZOMETRICA DI CONTROLLO.....	29
7.2.2	CONTROLLI SULLA PIEZOMETRIA .....	30
7.2.3	MONITORAGGIO IDROCHIMICO .....	30
7.3	Comparto atmosfera .....	32
7.3.1	CONTROLLI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	32
7.3.2	CONTROLLI SULLA RETE BIOGAS .....	33
7.4	Criteri di protezione dei lavoratori e della popolazione.....	34
7.4.1	CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI.....	34
7.4.2	RAPPORTI INTERMEDI SULLO STATO AMBIENTALE DELL'AREA .....	35
7.4.3	RAPPORTO FINALE SULLO STATO AMBIENTALE DELL'AREA.....	35
7.5	Qualifiche dei soggetti che effettuano i controlli ambientali .....	35
8	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	37
8.1	Bonifiche.....	37
8.2	Rifiuti .....	37

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

## ELENCO FIGURE

Figura 1 - Corografia	Scala	1:20.000
Figura 2 - Estratto mappa catastale, Estratto di carta PRG	Scala	1:2.000
Figura 3 - Viabilità	Scala	1:40.000
Figura 4 - Cronogramma attività di bonifica		
Figura 5 - Cronogramma attività di monitoraggio		

## ELENCO TAVOLE

Tavola 1 - Stato di fatto - planimetria e sezioni	Scala	1: 500
Tavola 2 - Sistema di copertura - planimetria, sezioni e particolari costruttivi	Scale	varie

## ELENCO ALLEGATI

- Allegato A - Analisi di rischio sanitario-ambientale
- Allegato B - Inquadramento geologico, idrogeologico e meteorologico-climatico
- Allegato C - Tabelle riassuntive delle analisi chimiche - campagna 2002
- Allegato D - Scheda di classificazione morchie di verniciatura (Laboratorio C.R.C.)
- Allegato E - Scheda di classificazione rifiuti - campagna 2000 (Laboratorio C.R.C.)
- Allegato F - Rapporti di prova campagna agosto 2003 (Laboratorio 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 d'ufficio. Montichiari II 06.12.2011

## 1 PREMESSA

Il presente "Progetto Preliminare di Bonifica" illustra gli interventi previsti per la messa in sicurezza permanente dell'area Bicelli (mappale 73, foglio 50 del NCTR) caratterizzata dalla presenza di circa 71.000 m<sup>3</sup> di rifiuti stoccati all'interno della ex depressione di cava.

L'area Bicelli rientra tra le 4 aree site sul territorio del Comune di Montichiari interessate dalla "Convenzione per la gestione di un giacimento controllato di II categoria, tipo B in località Casa lunga di Montichiari" del 5.10.1998 tra il Comune di Montichiari e la Società VALS.ECO S.r.l. ora SYSTEMA S.r.l. La convenzione prevede che la Società SYSTEMA S.r.l., in cooperazione con il Comune di Montichiari, faccia fronte alla bonifica di 4 discariche abbandonate site sul territorio Comunale, aree Baratti, Bicelli, Accini e Bonomi.

Nel corso della Conferenza dei Servizi del 05/03/2003 tenutasi presso il Comune di Montichiari, è stata validata l'attività di investigazione effettuata nel 2002 in contraddittorio con l'ARPA di Brescia.

La Società SYSTEMA S.r.l. ha pertanto affidato l'attività di progettazione alla Società Montana S.r.l.

Come previsto dal D.M. 471/99, è stata effettuata una valutazione delle alternative di intervento per la bonifica o la messa in sicurezza permanente, valutandone costi e benefici sia in termini ambientali che economici la cui sopportabilità, seppur nel seguito trattata singolarmente, deve considerare il complesso delle 4 aree site sul territorio e interessate dalla Convenzione.

L'attuale progetto preliminare, facendo riferimento in particolare all'Articolo 6 del D.M. 471, propone una messa in sicurezza permanente dell'area eseguita attraverso quelle opere necessarie alla sicurezza ambientale e finalizzate a impedire la veicolazione dei contaminanti nell'ambiente. La messa in sicurezza consente di ridurre sensibilmente le attività di bonifica rendendone il costo sopportabile e al tempo stesso limitando in modo sostanziale lo scavo, la movimentazione ed il trasferimento presso impianti autorizzati dei rifiuti presenti riducendo quindi gli impatti delle attività di bonifica sull'ambiente.

Le misure di sicurezza proposte al fine di rendere il sito non pericoloso sia nel breve che nel lungo periodo per la salute pubblica e per l'ambiente sono state valutate tramite una Analisi di Rischio sito specifica ai sensi dell'All.4 al D.M. 471 applicata utilizzando la metodologia RBCA e il software applicativo GIUDITTA versione 3.0 redatto dalla Provincia di Milano.

### Riferimenti

1. Montana S.r.l. - Progetto di bonifica dell'area Bicelli in Comune di Montichiari, Milano, Ottobre 1994
2. Montana S.r.l. - Progetto Preliminare di Bonifica - Area Bicelli - Comune di Montichiari, Milano, novembre 2000
3. Montana S.r.l. - Piano di investigazione integrativo, Milano, ottobre 2001
4. C.R.C. S.r.l. - Rapporti di prelievo acque e risultati analisi campioni relativi alle aree Accini, Bicelli, Baratti e Bonomi site nel comune di Montichiari - Montichiari, aprile 2002
5. Montana S.r.l. - Piano di investigazione integrativo - comparto suolo - Rapporto finale, Milano, aprile 2002.

## **2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO**

### **2.1 Inquadramento geografico**

#### **2.1.1 Ubicazione**

L'area oggetto di bonifica è sita in comune di Montichiari, Provincia di Brescia, in località Terminoni; essa si trova alle propaggini occidentali del territorio comunale, circa 1 km a Nord della strada provinciale S.P. 668 per Ghedi (Figura 1).

L'area è compresa tra la Strada vicinale Vecchia di Ghedi, ora denominata Contrada della Nonna, a Sud, e la Cava Immomec e l'aeroporto militare che si trovano a Nord ad una distanza di circa 50 - 100 metri; in prossimità dell'area, a circa 90 metri di distanza in direzione Ovest, è presente una cascina (denominata Geranio) con un allevamento di suini.

Il centro abitato più prossimo è la frazione Bellandi del Comune di Montichiari che si trova 1.200 metri in direzione Est, mentre l'abitato principale di Montichiari è ubicato a circa 4 km sempre nella stessa direzione. Questa zona del territorio Montecclarese ricade nelle tavolette IGM F° 47 II S.E. e F° 47 II S.O. a scala 1:25.000, il sito di progetto ricade nella Sezione D6d4 - "Montichiari Sud" a scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia.

#### **2.1.2 Descrizione del sito**

L'area in oggetto si estende per una lunghezza di circa 240 metri in direzione Nord-Sud, dal ciglio della Strada vicinale contrada della Nonna, la larghezza è di qualche metro inferiore alla larghezza del mappale e misura circa 44 metri.

Formatasi a seguito dell'attività di estrazione di ghiaia e successivamente utilizzata come discarica di rifiuti, nel 1983 ha raggiunto il colmamento, a cui si sono aggiunte in seguito opere di spianamento e successiva copertura del rifiuto attraverso la posa di terreno vegetale.

Attualmente si presenta come un campo coltivato a prato stabile e privo di particolare degrado in superficie; tuttavia sono presenti, frammisti al terreno vegetale, rari rifiuti probabilmente derivanti dal rimescolamento degli strati di terreno vegetale a seguito delle operazioni di aratura periodica.

#### **2.1.3 Individuazione catastale e urbanistica**

L'area è individuata con il mappale 73 del foglio 50 del NCTR del Comune Censuario di Montichiari (Figura 2).

Dal Piano Regolatore Generale vigente (1989) sul territorio Comunale di Montichiari l'area ricade in zona E - Agricola rurale. Attualmente è in corso di adozione una variante generale al PRG che prevederà la perimetrazione del sito senza alcuna modifica alla sua destinazione d'uso.

In Figura 2 sono riportati un'estratto del PRG vigente e la descrizione di quanto previsto per questa zona. Dall'osservazione del PRG si nota come l'area sia circondata nella sua totalità da

terreno a destinazione agricola; tuttavia a nord ovest, a poca distanza dell'area, è presente una porzione di territorio destinata a polo estrattivo, attualmente interessata per intero dalla Cava Immomec.

Dal nuovo Piano Cave della Provincia di Brescia (anno 2002-2011), ancora in fase di approvazione da parte della Regione Lombardia, l'area rientrerebbe nell'Ambito Territoriale Estrattivo ATEg45, dove si prevede di estrarre 400.000 m<sup>3</sup> di materiale, a seguito della bonifica integrale dell'area denominata "ex-Bicelli", o la messa in sicurezza della stessa.

## 2.1.4 Viabilità

L'arteria principale della zona è l'autostrada A4 che passa a Nord dell'area e la cui uscita "Brescia est" dista circa 10 km dal sito di progetto. L'area si trova in una porzione del territorio compresa tra la Strada Statale N° 236 Goitese, situata circa 4 km a Nord e la Strada Provinciale N° 668 per Ghedi situata circa 1 km a Sud (Figura 3).

L'accesso all'area avviene attraverso la Strada vicinale Vecchia di Ghedi ora Contrada della Nonna, che si dirama dalla vicina Strada Provinciale N° 37 Calvisana, che collega la località Fascia d'Oro con l'abitato di Calvisano, che è posta a circa 250 metri in direzione Ovest.

La Contrada della Nonna ha attualmente una larghezza di circa 5 metri, si presenta asfaltata e in buone condizioni ed è bordata verso Nord da campi agricoli e verso Sud da un fosso per irrigazione e da campi.

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Verzeletti, tenuto al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e dall'articolo 10 del regolamento comunale. Montana, 06.12.2011

## 3 SINTESI DELLE ATTIVITA' DI INDAGINE

### 3.1 Indagini ambientali pregresse

Si descrivono le indagini effettuate sull'area Bicelli 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. La tabella 3.1 ne riassume i contenuti.

Le campagne di indagine più recenti sono state mirate ad acquisire gli elementi necessari alla formulazione del Modello Concettuale del Sito, ai sensi del D.M. 47/99.

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, atmosfera esterna).

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 al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge n. 47 del 28.2.1999, in relazione all'articolo 10 della legge n. 47 del 28.2.1999, in materia di produzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

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

anno	Attività svolta	Campioni prelevati	Analisi effettuate ed esiti
1991	2 sondaggi a carotaggio continuo (S1 e S2)	1 da S2	1 analisi chimica tal quale ed eluati e 2 analisi merceologiche
1994	2 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2)	5 da S1 3 da S2	8 analisi chimiche tal quale ed 4 eluati ed analisi merceologica
1994	Indagine radiometrica	-	- Esito negativo
2000	Prospezione geofisica, tomografia elettrica	-	- Ricostruzione 3D corpo rifiuti Stima della profondità dei rifiuti
2000	12 prove penetrometriche	-	- Conferma della profondità dei rifiuti
2000	33 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 prelevati 1 ciclo con 3 campioni prelevati	7 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 4 campioni prelevati	4 analisi chimiche su acque sotterranee 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 fino alla profondità di 10 m da p.c.

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 rifiuti fino a circa 8-9 metri da p.c. Gli stessi si presentano policromi ed eterogenei, caratterizzati dalla presenza dei seguenti materiali: gomma, pezzi metallici, frammenti di cavi elettrici, plastica, cuoio, cellophane, carta, lana, tessuti, 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.

#### 3.2.2.1 Prospezione geofisica

Nei mesi di dicembre '99 e gennaio '00 viene effettuata un'indagine non invasiva con metodologia geoelettrica allo scopo di determinare, attraverso l'analisi tomografica dei dati acquisiti, l'andamento del fondo del deposito di rifiuti.

I risultati dei profili elettrici tomografici eseguiti, hanno evidenziato con diverso colore, i principali cambiamenti di resistività elettrica riconducibili a variazioni litologiche del terreno. Risulta marcato lo stacco netto evidenziato dal passaggio dei colori verde-giallo (terreni resistivi) al colore rosso (terreni conduttivi).

E' stata definita la linea di separazione fra l'unità conduttiva (probabili rifiuti) e quella resistiva (sabbie e ghiaie). In sintesi l'analisi conferma che il deposito occupa circa l'intera area superficiale e in profondità raggiunge i 6 m circa da p.c. nella zona Sud e i 9 m da p.c. nella zona Nord.

#### 3.2.2.2 Prove penetrometriche dinamiche

Nel gennaio 2000 vengono eseguite 12 prove penetrometriche dinamiche DPSH al fine di delimitare il letto della discarica e di fornire informazioni di supporto all'interpretazione dell'indagine geofisica.

I risultati hanno permesso di confermare la profondità dei rifiuti stimata dalle precedenti indagini ed in particolare dalle sezioni elettriche tomografiche.

#### 3.2.2.3 Indagini geognostiche

Nel febbraio viene effettuata una campagna diretta, consistita in 11 saggi eseguiti tramite escavatore cingolato e 5 sondaggi a carotaggio continuo ubicati in posizione opportuna all'interno di maglie quadrate di circa 20 m di lato.

La campagna evidenzia e conferma che il fondo del deposito non è ad una quota uniforme ma a partire da circa 6,5 metri da p.c. nella zona Sud degrada fino ad arrivare a circa 9 metri da p.c. nella zona Nord.

Dai cumuli di riuto vengono prelevati campioni medi misti. In particolare, dal materiale proveniente dalla trincea T8 viene prelevato un campione di morchia di verniciatura contenuto in fusti.

Successivamente vengono scavate ulteriori 5 trincee allo scopo di caratterizzare in dettaglio alcune classi di contaminanti (in funzione dell'analisi di rischio prevista) e di eseguire un'analisi merceologica dei rifiuti.

Allo scopo di delimitare la zona caratterizzata dalla presenza di fusti e di verificare l'assenza di altre zone analoghe, nell'ottobre 2000 viene effettuata una campagna di investigazione integrativa costituita dallo scavo di ulteriori 17 trincee distribuite spazialmente in modo da infittire la maglia sull'intera superficie e da circoscrivere la zona di interesse.

La ricerca conferma l'omogeneità dei rifiuti stoccati all'interno della ex-cava ed esclude la presenza di ulteriori focolai costituiti da fusti interrati. Inoltre l'indagine permette di delimitare con precisione l'area caratterizzata dalla presenza di fusti interrati (denominata zona hot spot), di estensione superficiale di circa 60 m<sup>2</sup> e verticale di circa 6 metri.

### 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 rifiuti 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 (denominati da CC0 a CC5) spinti fino a raggiungere l'interfaccia rifiuti/terreno naturale, per ciascuno di essi sono stati prelevati 2 campioni suddivisi in 2 aliquote per le controanalisi da parte dell'Ente di controllo.

Dal confronto dei risultati analitici si è rilevata una sostanziale rispondenza dei dati con quelli dell'ARPA (prelevato il 10% dei campioni - si veda Tabella in Allegato C).

### 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 prelevati durante la campagna 2002 (CC2-B, CC4-A, CC4-B) sono stati effettuati delle analisi sugli Idrocarburi C>12 e IPA sia sul tal quale che sugli eluati (i certificati di prova sono visibili in Allegato F).

## 3.3 Comparto acque sotterranee

### 3.3.1 Monitoraggio piezometrico nell'area

Nel febbraio 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.

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 vengono 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 fessurato	Q.A.
U.M.				m da p.c.	m	m	m s.l.m.
PZ1	Valle	a distruzione	4	20	6	14	93,16
PZ2	Valle	a carotaggio continuo	4	20	6		94,12
PZ3	Valle	a distruzione	4	20	9	14	93,76
PZ4	Monte	a carotaggio continuo	4	20	6	14	94,64

Nell'Allegato B sono riassunti i dati espressi in valori di soggiacenza e quote assolute dei rilievi di monitoraggio effettuati nel periodo marzo 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 -4,50 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 (marzo e agosto 2000 e febbraio 2002 in contraddittorio con l'ARPA di Brescia).

In sintesi dai risultati delle analisi si evince che:

- nella campagna di marzo 2000 si è avuto il superamento del Boro ( $1023 \mu\text{g/l}$  - limite 471/99 =  $1000 \mu\text{g/l}$ ) e del Ferro ( $284 \mu\text{g/l}$  - limite 471/99 =  $200 \mu\text{g/l}$ ) nel piezometro di valle Pz2
- nella campagna di agosto 2000 si è avuto il superamento del Ferro sia nel piezometro di valle Pz2 che di monte Pz4;
- nella campagna del febbraio 2002 (riassunti nella tabella in Allegato C) non si è rilevato alcun superamento, dati che sono stati confermati dalle analisi effettuate in contraddittorio dall'ARPA di Brescia.

Alla luce dei risultati riportati, la prima falda non risulta allo stato attuale interessata da contaminazione.

### 3.3.3 Atmosfera esterna

Al fine di verificare l'influenza del corpo rifiuti sulla matrice atmosfera, nell'agosto 2000 è stata svolta una campagna di rilevamento della presenza di polveri, metalli, composti organici solforati e sostanze organiche volatili.

I dati riscontrati hanno evidenziato che la zona in oggetto presenta caratteristiche in linea con quelle di un normale ambiente all'aperto, nel nostro caso con terreni adibiti a coltivazioni.

Ad oggi non sono state riscontrate evidenze organolettiche della presenza di biogas sia sull'area in oggetto, che sulle aree adiacenti, nè effetti visibili sulle colture circostanti. Le analisi di esplosività cautelativamente effettuate a garanzia di protezione e sicurezza per gli operatori hanno dato esito negativo.

## 3.4 Modello Concettuale del sito

### 3.4.1 Schema generale

La raccolta delle informazioni relative al sito in esame e alle aree adiacenti e all'attività di caratterizzazione eseguita attraverso indagini dirette e indirette, sia sull'area di studio che sulle componenti ambientali potenzialmente interessate dalla migrazione delle sostanze presenti nella sorgente di contaminazione, conducono alla definizione del Modello Concettuale del Sito (MCS).

#### Sorgenti di contaminazione

##### *Sorgenti primarie*

Il sito in questione si configura come ex discarica incontrollata di rifiuti. L'intero bacino della ex cava risulta infatti riempito con rifiuti speciali di natura industriale, mescolati a rsu ed assimilabili. Una quantificazione volumetrica degli stessi è riportata nel paragrafo successivo.

##### *Sorgenti secondarie*

Sono considerate sorgenti secondarie le matrici ambientali risultate influenzate dalla presenza dei rifiuti stoccati:

- il suolo superficiale, costituito dal terreno di coltivo presente sull'area in strati da 10 a 80 cm per la frazione immediatamente a contatto con il rifiuto;
- il suolo profondo al di sotto dei rifiuti adiacente ai materiali stoccati, per la frazione costituente il piano di posa dei rifiuti.

Per quanto concerne il comparto acque sotterranee, ad oggi non viene rilevata una contaminazione significativa e pertanto la falda non viene considerata una sorgente inquinante.

#### Percorsi di migrazione attivi e modalità di esposizione

Il trasporto dei contaminanti e quindi l'esposizione dei ricettori può avere luogo attraverso diversi meccanismi, che possono essere attivi o inattivi, in funzione delle caratteristiche del sito.

Nel caso in oggetto, vengono considerati attivi tutti i percorsi di migrazione diretti e indiretti legati al suolo superficiale e profondo ad esclusione dell'inalazione in ambienti confinati, assenti all'interno dell'area in oggetto:

- ingestione di suolo (suolo superficiale);
- contatto dermico (suolo superficiale);
- inalazione all'aperto di polvere (suolo superficiale);
- inalazione di vapori (e biogas) in ambienti aperti (suolo superficiale e profondo);
- dilavamento del suolo verso la falda (suolo superficiale e profondo).

Si assume potenzialmente attivo il percorso legato alla lisciviazione e trasporto in falda da parte delle matrici di infiltrazione verticale.

## 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 recettore potenziale ai fini del monitoraggio della falda è stato considerato il pozzo piezometrico a monte dell'area Accini, che dista circa 240 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.

Un intrinseco livello di incertezza sui volumi è stato cautelativamente considerato nella valutazione delle alternative di intervento e nella formulazione della soluzione tecnica e del computo economico dei lavori.

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)
9.159	0,1 - 0,8	4.846	1 - 8,7	71.028

I calcoli forniscono un volume complessivo dei materiali presenti nella depressione di cava al limite del materiale in posto, pari a circa 75.874 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 71.028 mc. Tali materiali poggiano su un substrato ghiaioso-sabbioso che nell'area di contatto risulta commisto ai materiali sovrastanti.

#### Zona hot spot

In particolare, all'interno dell'ammasso di rifiuti vi è una zona nella quale è stata riscontrata la presenza di fusti metallici contenenti morchie di verniciatura allo stato secco. Si stima che la zona interessata abbia un'estensione di circa 60 mq per una profondità di 6 m e che i fusti, frammisti agli altri rifiuti, occupino un volume di circa 100 mc.

### 3.4.3 Classificazione dei rifiuti

Secondo quanto emerso dall'analisi storica della ex discarica, i rifiuti conferiti sono 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 (D. Lgs. 22/97 come modificato dalla Decisione 2000/532/CE e successive modifiche), non potendo attribuire con certezza una famiglia rispetto all'attività produttiva di provenienza, i materiali interrati 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.

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 E- 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 per il 64% dei campioni (allegato E- Scheda di classificazione C.R.C.).

In particolare, per quanto concerne le morchie di verniciatura, in base alle analisi puntuali condotte nel 2000 (campione cod. lab. 2000548), la classificazione configura il rifiuto come **speciale non tossico-nocivo, non collocabile 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 Pirzella in nome e per conto del segretario d'ufficio.

## 4 ALTERNATIVE DI INTERVENTO

### 4.1 Rassegna delle alternative di intervento

La scelta tra le possibili alternative di intervento è imperniata non solo su criteri di fattibilità tecnica e su tecnologie compatibili ma anche su criteri di gestione del rischio che, a partire dal Modello Concettuale del sito, individuano tre possibili azioni:

- intervento sulla sorgente di contaminazione, attraverso la rimozione o la riduzione dei composti responsabili della situazione di rischio per le matrici ambientali circostanti;
- intervento sui meccanismi e/o sulla possibilità di migrazione dei contaminanti, riducendo il flusso o la massa che a partire dalla sorgente può raggiungere i punti di esposizione (impermeabilizzazione, barriere di contenimento fisico, contenimento idraulici);
- intervento sui soggetti recettori, ad esempio modificando la destinazione d'uso del sito.

Alla luce delle caratteristiche dei materiali costituenti i rifiuti e delle condizioni del sito, la soluzione più semplice risulta essere, tra le bonifiche ex-situ, il metodo di asportazione di tutti i rifiuti smaltendoli direttamente in discariche adeguate o facendoli transitare preliminarmente in impianti di selezione e di inertizzazione.

Varianti migliorative della precedente, consistenti nell'asportazione differenziata dei materiali, nella loro totale o parziale vagliatura, nello smaltimento e recupero differenziato finali o addirittura nel *landfill mining* (trattamento successivo dei rifiuti escavati al fine di perseguire recupero di materiali e/o energia), non appaiono percorribili date le caratteristiche fisiche della matrice prevalente che costituisce la massa del rifiuto (peso specifico, residuo secco).

In alternativa alla rimozione dei rifiuti stoccati è proponibile il contenimento in condizioni di sicurezza dei medesimi direttamente in situ. Tale opzione trova esplicito riferimento nel D.M. 471/99, il cui art. 6 prevede che qualora non sia possibile a costi sopportabili la rimozione dei rifiuti, si può ricorrere ad interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale.

In ultima analisi, vengono prese in esame le seguenti due soluzioni:

- bonifica con rimozione totale e smaltimento dei rifiuti;
- messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale del deposito di rifiuti atti ad isolare in modo definitivo la sorgente inquinante rispetto alle matrici ambientali circostanti, attraverso misure definite sulla base di una metodologia di analisi di rischio in termini di protezione della salute pubblica e dell'ambiente.

### 4.2 Analisi delle alternative e scelta del metodo di intervento

Al fine di valutare la fattibilità tecnico-economica dei due interventi sopra richiamati viene presentata un'analisi dei costi, comprensiva delle misure di sicurezza e dei controlli da effettuare durante le attività di bonifica.

Di seguito viene illustrata per ciascuna opzione la valutazione economica per voci principali di intervento:

Tabella 4.1 - Stima degli oneri economici - Opzione A

RIEPILOGO PER VOCI		IMPORTO (Euro)
A	APPONTAMENTO CANTIERE, INSTALLAZIONE INFRASTRUTTURE DI SERVIZIO E OPERE PROVVISORIE, SMANTELLAMENTO CANTIERE	€ 90,005
B	SCAVI, MOVIMENTAZIONE TERRENO/RIFIUTO	€ 616,982
C	SMALTIMENTI	€ 13,436,921
D	SISTEMA DI COPERTURA DEFINITIVO E RIPRISTINO AMBIENTALE	€ 17,850
E	MONITORAGGIO GEOTECNICO E AMBIENTALE	€ 101,990
F	SPESE TECNICHE (5% importo lavori)	€ 1,033,159
g	IMPREVISTI (7% importo lavori)	€ 737,971
<b>TOTALE</b>		<b>€ 16,034,878</b>

Tabella 4.2 - Stima degli oneri economici - Opzione B

RIEPILOGO PER VOCI		IMPORTO (Euro)
A	APPONTAMENTO CANTIERE, INSTALLAZIONE INFRASTRUTTURE DI SERVIZIO E OPERE PROVVISORIE, SMANTELLAMENTO CANTIERE	€ 32,577
B	SCAVI, MOVIMENTAZIONE E SMALTIMENTO TERRENO/RIFIUTO	€ 25,114
C	SMALTIMENTI	€ 105,009
D	SISTEMA DI COPERTURA DEFINITIVO E RIPRISTINO AMBIENTALE	€ 678,415
E	MONITORAGGIO GEOTECNICO E AMBIENTALE	€ 140,746
F	SPESE TECNICHE (12 % importo lavori)	€ 121,502
g	IMPREVISTI (30% importo lavori)	€ 101,252
<b>TOTALE</b>		<b>€ 1,204,614</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;

- l'onere economico di maggiore entità è lo smaltimento dei terreni/rifiuti; infatti, per l'opzione A si prevede lo smaltimento di circa 75.000 mc, per l'opzione B di circa 360 mc;
- 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 4 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 il 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. asportazione dell'hot spot ubicato in corrispondenza della trincea T8 (campagna febbraio 2000) caratterizzato dalla presenza di fusti di morchie di verniciatura allo stato secco;
- B. 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);
- C. 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.

## 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 Ovest la strada vicinale Contrada della Nonna (Figura 3).

### 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 e piazzali di manovra interni al cantiere. Nell'area di intervento si provvederà a realizzare una pista adibita al trasporto interno dei rifiuti dalla zona di scavo alla viabilità esterna; tale pista correrà a piano campagna nella zona centrale dell'area da bonificare (zona hot spot).

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.

cassoni scarrabili per lo stoccaggio temporaneo di materiali da inviare a smaltimento. Si prevede l'impiego di 2 container da 30 mc dotati di copertura.

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:

- un escavatore cingolato per l'escavazione dei rifiuti e il caricamento degli autocarri diretti agli impianti di smaltimento dotato di sbraccio di lunghezza adeguata e di benna bivalve;
- una pala meccanica che verrà utilizzata per la realizzazione delle piste di servizio e la movimentazione del terreno vegetale o del materiale inerte;
- una lama cingolata che verrà utilizzata per la movimentazione del materiale in cantiere;
- un numero minimo di due autocarri che saranno utilizzati per il trasporto interno dei materiali di cantiere;
- un compattatore a rullo liscio per la posa dei materiali del capping;
- un compattatore con rullo a piede di montone per la posa dell'argilla del sistema di impermeabilizzazione superficiale previsto.

La copia è rilasciata in carta libera per finalità inerenti l'esercizio del mandato al consigliere comunale Paolo Verzetti, in qualità di segretario ufficio del consiglio comunale di Montichiari il 06.12.2011 e con espresso divieto di riproduzione e diffusione.

## 5.2.2 Rimozione dei fusti interrati in zona hot spot

### 5.2.2.1 Scavo, trasporto del materiale e ricolmamento

In corrispondenza della zona interessata dall'interramento dei fusti, verrà eseguito lo scavo del terreno naturale e lo scavo del rifiuto mediante utilizzo di escavatore.

Sul materiale che man mano viene escavato verrà eseguito un controllo merceologico visivo costante da parte di personale specializzato per la formazione di due flussi separati costituiti dai fusti e dal restante rifiuto (RSAU). L'escavazione avrà termine quando si sarà asportato il rifiuto per almeno 0,5 m nell'intorno del nucleo costituito dai fusti.

I materiali verranno deposti in cassoni scarrabili, caratterizzati in loco e successivamente caricati su automezzi autorizzati e inviati a smaltimento.

Una volta terminata la fase di escavazione, la trincea formata si verrà colmata in fase di modellamento della superficie. In caso di insufficienza di volume 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.

In caso di fermi cantiere si provvederà a coprire temporaneamente la trincea, i cumuli di rifiuti e i cassoni con tefi impermeabili.

### 5.2.2.2 Campionamento del materiale e analisi chimiche

Il campionamento verrà effettuato sotto la direzione del Centro di Ricerche Chimiche (C.R.C.), responsabile dell'intero procedimento analitico e sotto la supervisione della Direzione Tecnica della Bonifica, secondo il metodo CNR-IRSA, Quaderni 64, "Metodi analitici per i fanghi", Vol. 3 "Parametri chimico-fisici", Appendice I, "Campionamento", al punto 3.2.1 "Giaciture dinamiche".

Si prevede il prelievo di due campioni medi per ciascuna tipologia di rifiuto (morchie e RSAU) che verranno sottoposti ad una serie di analisi chimiche secondo il protocollo analitico illustrato in Tabella 5.1 e 5.2.

Su ogni campione medio prelevato verranno effettuate le seguenti determinazioni analitiche relative al tal quale:

Tab. 5.1 - Parametri analitici di controllo ai fini dello smaltimento. Analisi sul tal quale.

PARAMETRO	
R.105°	Mercurio
R.600°	Zinco
Punto di infiammabilità	Selenio
Piombo	Fenoli totali
Rame	Solventi organici
Cromo VI	Solventi organoalogenati
Cadmio	PCB e PCT
Arsenico	

Su ogni campione medio prelevato verranno effettuate le seguenti determinazioni analitiche relative alle prove di cessione:

La copia è rilasciata in data libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato al consigliere comunale Paolo Vignati, d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con espresso diniego di produzione e diffusione. Montichiari Il 06.12.2011

Tab. 5.2 - Parametri analitici di controllo ai fini dello smaltimento. Analisi sull'eluato.

PROVA	PROVA
Prove di cessione con acido acetico 0.5 M a pH 5	Prove di cessione in acqua satura di CO <sub>2</sub> per 3 ore
RIFERIMENTI NORMA O METODO	RIFERIMENTI NORMA O METODO
CNR-IRSA Qd.64,VI.3,App II 1985 in contenitore chiuso senza spazio di testa e prelievo del surmatante per l'analisi dei solventi	RR Regione Lombardia n. 3/82 in contenitore chiuso senza spazio di testa e prelievo del surmatante per l'analisi dei solventi
PARAMETRI	PARAMETRI
PH	Oli minerali
Arsenico	Fenoli
Mercurio	Solventi organici
Selenio	Solventi clorurati
Piombo	
Rame	
Cromo VI	
Cadmio	

Qualora in fase operativa si dovessero riscontrare quantità superiori al previsto, verranno prelevati ulteriori campioni, di concentro con l'Ente di controllo. In ogni caso, ove l'aspetto fisico dei materiali indagati suggerisca approfondimenti analitici per un più puntuale accertamento, saranno svolte le indagini opportune, anche per parametri e metodi di analisi non contemplati dal presente piano di indagine.

Per quanto concerne la destinazione finale del materiale, i risultati delle determinazioni analitiche per i parametri sopra riportati verranno confrontati con la normativa relativa alle caratteristiche di ammissibilità dei rifiuti alle diverse tipologie di discariche o impianti di trattamento/smaltimento.

### 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 al servizio del municipio di Montichiari. Aut. al segreto di Stato n. 100/2011 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	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	Variabile massimo 100 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
Geocomposito drenante	Drenaggio nelle porzioni di scarpata del soprastante terreno vegetale	Geogriglia a struttura romboidale drenante in hdpe accoppiata a materiale geotessile di massa areica $> 120$ gr/m <sup>2</sup>	circa 4.5 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 nelle 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 da uno strato di regolarizzazione ottenuto da una preliminare operazione di livellamento e successivo riporto di materiale inerte fino ad ottenere una pendenza trasversale del 5%. Tale riporto, equivalente nella fascia centrale ad uno spessore di circa 1m, permette al sistema di copertura di mantenere la piena efficienza evitando l'instaurarsi di contropendenze con possibili ristagni d'acqua in superficie, anche per cedimenti nel corpo rifiuti dell'ordine del 10%. In ogni caso, i cedimenti attesi sono molto inferiori, data la tipologia dei rifiuti (ormai impoveriti delle

frazioni organiche) e il tempo trascorso dal momento del loro interrimento (elevato grado di autocompattazione) e data la modalità di realizzazione del sistema di copertura che non prevede la rimovimentazione dei rifiuti interrati. 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.

Nella porzione di scarpata che costituisce la zona di raccordo tra il p.c. e la porzione superiore del sistema di copertura) per uno sviluppo di circa 1.5m è prevista la sostituzione dello strato drenante superiore con un geocomposito drenante di potenzialità idrauliche equivalenti. La posa di tale geocomposito permetterà, nella sola porzione di scarpata esternamente al corpo rifiuti, una riduzione dello spessore totale del pacchetto di copertura in modo da conferire all'intero sistema una morfologia più dolce. L'utilizzo nelle porzioni di scarpata di biostuoie proteggerà il sistema 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 1° 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

La geometria della configurazione finale della discarica 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 presenta una linea di colmo con massima quota a + 3,5 m da p.c., una quota sui lati perimetrali di +2 m da p.c.

Nella porzione superiore del sistema di copertura si avrà una pendenza costante del 5% fino al margine perimetrale (limite del corpo rifiuti), dove tramite una prima zona di raccordo si raggiungeranno i +2.0 m dal p.c. una stretta fascia con pendenze massime dell'ordine del 66%, formerà il raccordo con l'esistente p.c.

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

Lo smaltimento delle acque meteoriche avverrà per dispersione tramite una trincea perimetrale che raccoglierà e disperderà sia le acque di ruscellamento superficiali che le acque di infiltrazione percolanti dal terreno vegetale. La pendenza minima del 5% del sistema di copertura è ritenuto ampiamente sufficiente a garantire il ruscellamento delle acque meteoriche alla trincea perimetrale di dispersione che avrà invece pendenze molto basse date dal raccordo con l'esistente piano campagna.

Non 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 contributo pari a 0,28 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 corrvazione (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	1,08	554

La portata così calcolata è risultata pari a 0,155 m<sup>3</sup>/s che ripartita sul perimetro esterno della copertura conduce ad un apporto pari a 0,28 l/s per metro lineare.

### 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. 3 pozzi di controllo e captazione di tipo verticale. Verrà installato un pozzo al centro del sito di intervento in corrispondenza del culmine morfologico del pacchetto di copertura e gli altri due saranno equidistanziati rispetto al primo (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 sommitale	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 tre 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:

<b>Prove sul materiale drenante di regolarizzazione e di drenaggio del gas</b>
Granulometria per via umida
Verifica degli spessori
<b>Prove sull'argilla di impermeabilizzazione naturale</b>
Verifica dell'umidità naturale
Granulometria, aerometria e limiti di Atterberg
Prova di compattamento 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
<b>Prove sui materiali geosintetici</b>
Prove di controllo qualitativo sul telo
Controllo non distruttivo delle saldature a doppia pista
Controllo distruttivo sui campioni di saldatura
<b>Prove sullo strato di drenaggio superiore</b>
Granulometria per via umida
Verifica degli spessori
<b>Prove sulla ghiaia selezionata di drenaggio</b>
Granulometria per via umida
<b>Prove sullo strato di terreno vegetale</b>
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 accordo 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 caratterabile 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.