

## 9 RECUPERO DELLA DEPRESSIONE RIMANENTE

### 9.1 Criteri di restituzione ambientale del fondo e delle pareti della cavità

Per ogni settore di intervento, a partire da S1 fino ad S4, una volta che con le operazioni di bonifica si giungerà in prossimità del fondo della depressione, verrà effettuata una campagna di indagini puntiformi mirata alla verifica in sito del successo della bonifica. Tali indagini riguarderanno sia il fondo sia le pareti dello scavo. La campagna sarà effettuata adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare fenomeni di contaminazione indotta e di ulteriore diffusione dei composti contaminanti.

Poiché il sito oggetto di bonifica, in base al PRG vigente, si trova in una zona agricolo-ambientale, in mancanza di riferimenti tabellari per tale destinazione d'uso, si assumeranno cautelativamente i limiti relativi alla destinazione d'uso a verde. I risultati delle determinazioni analitiche verranno pertanto confrontati con i valori di restituzione ambientale previsti dalla Tab.1 colonna A dell' All.1 del D.M. 471/99 ad eccezione dei parametri per i quali le concentrazioni di fondo o i valori residui valutati in base all'analisi di rischio sanitario-ambientale risultano superiori a tali limiti di riferimento (si veda per maggiori dettagli il Par. 5.2 – obiettivi di bonifica).

Qualora nel corso dell'iter di approvazione dovesse modificarsi la destinazione d'uso del sito, gli obiettivi di restituzione ambientale saranno quelli indicati dalla normativa vigente per tale uso.

#### 9.1.1 Collaudo del fondo

Per quanto concerne il fondo, per ciascun settore, l'indagine consistrà nel prelievo di campioni secondo un reticolo a maglia quadrata di lato 20 x 20 m, fino ad una profondità di circa 1,6 m dal piano del fondo.

L'estrazione del terreno verrà effettuata tramite sondaggi a carotaggio continuo. Dalle relative cassette catalogatrici verranno campionate opportune aliquote in corrispondenza delle quote rispettivamente pari a 0,4m, 0,8m, 1,2m, 1,6m da p.c.

Sui campioni prelevati dal fondo scavo verrà applicata una procedura atta ad individuare l'estensione verticale dell'eventuale contaminazione residua con il minor numero di analisi. Si procederà ad analizzare il campione relativo allo strato più superficiale (primi 40 cm); se i risultati saranno conformi alla norma citata, l'area di pertinenza al campione verrà considerata bonificata; in caso contrario, verranno sottoposti ad analisi i campioni successivi.

I criteri generali per la realizzazione dei campioni e la loro conservazione sono quelli descritti nell'allegato 2 al D.M. 471/99.

Il terreno di fondo risultato contaminato verrà asportato e conferito presso il capannone di stoccaggio coperto secondo le procedure relative al flusso A descritte nel capitolo precedente.

#### 9.1.2 Collaudo delle pareti

Sulle superfici di scarpata il collaudo consistrà nel prelievo di un campione per ogni lato sottoposto ad asportazione dei rifiuti per ciascun settore.

La copia è rilasciata in forma libera per finalità di studio e ricerca, non è consentita la sua riproduzione e commercializzazione.

Verzeletti, tenuta segreto di fonte

Montichiari il 06/12/2011

Le modalità di campionamento prevedono l'asportazione di uno strato di almeno 2 cm di spessore dalla parete verticale, in corrispondenza della zona da campionare, in modo da esporre terreno "fresco", il prelievo, tramite un attrezzo pulito (cucchiaio, paletta o spatola), del campione e il suo trasferimento in un contenitore con tappo a tenuta.

Nel caso in cui il campione non rispettasse gli obiettivi di bonifica adottati, lo scavo verrà ampliato e/o approfondito in base a quanto emerso dalle determinazioni analitiche.

Il materiale sulle scarpate risultato contaminato verrà asportato e conferito presso il capannone di stoccaggio coperto secondo le procedure relative al flusso A descritte nel capitolo precedente.

### **9.1.3 Analisi dei campioni e rapporti di prova**

Ogni campione prelevato verrà sottoposto ad una serie di analisi chimiche secondo il protocollo analitico illustrato nella tabella che segue.

*Tabella 9.1 - Protocollo analitico per la restituzione ambientale dei terreni*

Parametro analitico	Metodo di riferimento	Metodica analitica	Limite Analitico
Residuo a 105 °C	CNR-IRSA Quad.64/VI.2/Met.2	GRAVIMETRIA	0.01%
Frazione granulometrica < 2 mm	Met. II.1 (G.U.248 D.M.13/09/1999)	SETACCIATURA A SECCO	0.1%
Cd, Pb, Cu, As, Hg, Se, Cr, Zn, Ni	PT028/PT035	ICP-AES	0.5-1 mg/Kg
Cromo (VI)	CNR-IRSA Quad.64/VI.3Met.16	SPETTROFOTOM. UV-VIS	0.4 mg/Kg
Idrocarburi pesanti C>12	CNR-IRSA Quad.64/VI.3Met.21	GRAVIMETRIA	5 mg/Kg
Solventi organici, aromatici, clorurati, azotati	IL001	GC-MS	1 mg/Kg
PCB	IL009	GC-MS	1 µg/Kg

Nota: (1) alcune metodiche si riferiscono a procedure interne C.R.C. che sono comunque riferibili ai metodi ufficiali (in particolare ai metodi del D.M.13/09/99). (2) I valori limite possono subire lievi variazioni in base alla pesata di partenze e alle interferenze di matrice.

I risultati analitici sui singoli campioni verranno riportati su un rapporto di prova contenente:

7. identificazione del punto di campionato;
8. data del campionamento;
9. nome della persona che ha eseguito il campionamento;
10. descrizione del metodo di campionamento adottato;
11. risultati analitici ottenuti sui singoli campioni;
12. giudizio di conformità alla normativa di riferimento.

Il tempo di restituzione previsto per ogni determinazione analitica è di 7 giorni.

Per le superfici pianeggianti (del fondo), si prevede il prelievo di 64 campioni, di cui 16 da sottoporre ad analisi in prima istanza, mentre per le scarpate si prevede il prelievo indicativo di 10 campioni.

Tutti i campioni saranno prelevati in duplice aliquota, previa comunicazione alle Autorità Competenti e la seconda aliquota sarà messa a disposizione per gli accertamenti di

competenza dei Servizi ARPA e della Provincia, ai sensi dell'art.17 del D. Lgs 22/97 (Decreto Ronchi).

## 9.2 Configurazione finale e ripristino ambientale

A seguito dell'accertata non contaminazione del fondo o, alternativamente, della bonifica dello stesso fino al raggiungimento del terreno naturale con caratteristiche conformi agli obiettivi previsti, tutti gli avvallamenti e le discontinuità planimetriche verranno pareggiate e livellate. Anche le scarpate verranno modellate secondo acclivi uniformi e con le pendenze geotecnicamente stabili in accordo con la normativa vigente (D.M. 11 marzo 1988).

Al fine di ripristinare il sito nelle condizioni iniziali, si prevede il ritombamento della depressione fino all'attuale quota del piano campagna (circa 83 m s.l.m.). Si propone un riempimento differenziato secondo i seguenti orizzonti:

a) fondo scavo – massimo livello storico riscontrato della falda (novembre 2000 – 78,48 m s.l.m.) aumentato di un franco di sicurezza di 2m (fino alla quota di 80,50 m s.l.m.)

Verrà colmato con materiale prevalentemente argilloso limoso o comunque avente caratteristiche di bassa permeabilità. Tale materiale sarà considerato idoneo se soddisferà i seguenti requisiti:

1. non contaminazione ai sensi del D.M. 471/99 (tabella 1A);
  2. non appartenenza ai materiali 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;
  3. non appartenenza ai materiali derivanti da demolizione e/o da operazioni di vagliatura.

b) 80,50 m s.l.m. – 82,50 (valore medio)

Verrà colmato con materiale granulare non contaminato ai sensi del D.M. 471/99 (tabella 1A).

E' 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<sup>ministero</sup> 1997 n.22.

c) strato superficiale

Raggiunta la prossimità della quota del p.c. si prevede il ritombamento del materiale vegetale temporaneamente stoccat<sup>o</sup> nell'area servizi e risultato conforme alle verifiche analitiche (flusso B). Al fine di favorire il riavverdimento dell'intera superficie, il coltivo verrà posato per uno strato di circa 50 cm. In Tabella 4 è riportata la planimetria indicativa della morfologia finale.

## **10 PROGRAMMI E SISTEMI DI CONTROLLO AMBIENTALE**

### **10.1 Scopo e campo di applicazione**

Il presente capitolo descrive le modalità operative con cui verranno tenuti monitorati i parametri di interesse per la sicurezza ambientale del sito oggetto di bonifica e più in generale per la protezione delle componenti ambientali significative.

In particolare le caratteristiche di progetto del sistema di controllo e monitoraggio ambientale dell'area, in relazione all'esecuzione delle attività di bonifica previste nell'ambito del presente progetto, sono finalizzate al soddisfacimento dei seguenti obiettivi progettuali:

- rilevare i dati relativi allo stato ambientale dell'area in fase di esecuzione delle attività di bonifica, valutandone l'evoluzione al fine di verificare le eventuali interferenze negative delle attività con i vari compatti (con conseguente predisposizione di contromisure);
  - consentire un approfondimento della caratterizzazione ambientale del sito utile al fine della più completa definizione degli elementi esecutivi.

La comunicazione dei risultati delle attività alle autorità di controllo è il completamento essenziale al buon fine dell'intervento nella sua interezza.

Il sistema di controllo e monitoraggio di progetto riguarda i seguenti comparti:

- acque sotterranee: misure piezometriche e di qualità;
  - acque superficiali (di dilavamento e di servizio): misure di qualità;
  - atmosfera: misure di qualità dell'aria;
  - ambiente di lavoro: misure su rumore ed esposizione agli agenti fisico-chimici e batteriologici

## 10.2 Comparto acque sotterranee

### **10.2.1 Caratteristiche della rete piezometrica di controllo**

La rete piezometrica di controllo consente il perseguitamento dei seguenti obiettivi:

- consentire il completamento del quadro analitico sull'attuale stato della falda attraverso l'esecuzione di misure durante le attività di bonifica;
  - rilevare tempestivamente eventuali interferenze con il comparto acque nell'ambito delle attività di rimozione dei materiali e degli eventuali terreni contaminati;
  - consentire l'identificazione dell'andamento della prima falda (freatica) durante le operazioni di bonifica, al fine di consentire la conduzione delle attività di escavazione delle porzioni più prossime alla stessa in condizioni di sicurezza, ovvero in condizioni di falda sufficientemente depressa;

- verificare i miglioramenti della qualità delle acque legati alla completa rimozione della sorgente contaminante nel corso del monitoraggio post-intervento.

Essa sarà costituita dalla rete piezometrica già presente nell'area oltre al nuovo piezometro, la cui realizzazione è prevista nell'ambito dell'intervento di bonifica in oggetto.

Le caratteristiche principali della rete piezometrica sono riassunte nella tabella che segue.

*Tabella 10.1 - Rete piezometrica di controllo. Dati riassuntivi.*

Codice	Descrizione	Quota bocca pozzo (m s.l.m.)	Profondità (m)
PZ1	Piezometro di monte	86,55	15
PZ2	Piezometro di valle lato sud	82,31	12
PZ3	Piezometro lato sud ovest	85,37	16,5
PZ4	Piezometro lato ovest	82,77	15

### **10.2.2 Controlli sulla piezometria**

Sono previste campagne di misure su tutti i punti della rete di controllo, sia durante le attività di bonifica, sia a lavori ultimati.

Per quanto attiene alla frequenza di controllo sulla freatometria in fase di bonifica, si distinguono tre periodi:

- **da inizio lavori a fase di rimozione dei rifiuti:** cadenza settimanale;
- **da fase rimozione a fase collaudo:** cadenza quindicinale;
- **fase post bonifica:** cadenza mensile.

Il monitoraggio post-bonifica è previsto della durata di 1 anno idrologico a partire dalla fine dei lavori.

La tempistica di attuazione delle campagne di misura di piezometria è riportata nell'allegato cronogramma.

Il confronto delle misure acquisite consentirà di identificare il trend evolutivo di risalita della falda e di predisporre le eventuali misure atte a garantire la sicurezza delle attività di bonifica.

### **10.2.3 Monitoraggio idrochimico**

#### **10.2.3.1 Parametri analitici di controllo**

Per la verifica dello stato qualitativo delle acque sotterranee, si prevede il prelievo di campioni dai 4 piezometri della rete di controllo, ai quali verrà applicato un protocollo analitico che tiene conto delle potenziali tipologie di contaminazione riscontrabili, anche sulla base delle pregresse indagini sullo stato di contaminazione dell'area. Tale protocollo prevede in questo senso la verifica della compatibilità della qualità delle acque della falda freatica con i valori di riferimento della normativa vigente.

Sui campioni di acqua dai piezometri verranno effettuate le determinazioni analitiche descritte in Tabella 10.1. I valori dei parametri ricercati verranno confrontati con i limiti imposti dal D.M. 471/99 Tab. 2.

In fase di post-bonifica, in funzione dei risultati del monitoraggio, si valuterà la possibilità di ridurre il protocollo analitico, in accordo con gli Enti di controllo.

*Tabella 10.2 - Parametri analitici di controllo delle acque di falda.*

Parametro analitico	Metodo di riferimento	Metodica analitica	Limite Analitico
pH	PT012	misura con elettrodo	-
Conducibilità	PT011	misura con elettrodo	10 µS/cm
Potenziale redox		misura con elettrodo	10 mV
Residuo fisso a 180 °C	IL035	gravimetrica	10 mg/l
Anioni	PT021	cromatografia ionica	Nitrati 0.5 mg/l Nitriti 0.1 mg/l Cloruri 0.2 mg/l Solfati 1mg/l
Metalli esclusi mercurio e antimonio	PT035	ICP	5-10 µg/l
Mercurio e Antimonio	PT010/PT034	AA- idruri	1µg/l Hg 5 µg/l Sb
Cromo VI	CNR-IRSAQuadro 100/3080	Metodo colorimetrico	5 µg/l
Idrocarburi disciolti o emulsionati	IL027	FT-IR	10 µg/l (2)
Solventi aromatici	IL001	GC/MS	10 µg/l
Solventi organoclorurati	UNICHIM MAN.178/1996 Met.2	GC/ECD	0.5 -10 µg/l
PCB	IL008	GC/MS	0.01-0.05µg/l *

Nota (1): alcune metodiche si riferiscono a procedure interne C.R.C. riconducibili ai metodi ufficiali; i valori limite possono subire lievi variazioni in base alla pesata di partenza e alle interferenze di matrice

Nota (2): limite da ex DPR 236/88.

#### **10.2.3.2 Procedura e criteri di campionamento**

La metodologia adottata tiene conto delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero investigato (matrice del terreno, gradienti idraulici, variazioni dei livelli piezometrici), degli elementi distintivi della potenziale sorgente di contaminazione e delle conseguenti caratteristiche della rete piezometrica di controllo definita in precedenza; essa consente di minimizzare il disturbo delle naturali condizioni di flusso di falda e di garantire un effettivo ed efficace spazio prima del campionamento vero e proprio.

Tale procedura di campionamento verrà preventivamente sottoposta al parere della Direzione Tecnica in fase di progettazione esecutiva dell'intervento ed eventualmente modificata secondo le prescrizioni della stessa anche in fase di esecuzione della bonifica.

### 10.2.3.3 Frequenza di campionamento

Il campionamento dei 4 pozzi piezometrici a monte e a valle dell'area di bonifica secondo le procedure di cui al punto precedente, verrà eseguito con frequenza differenziata in funzione della fase di avanzamento delle attività di bonifica. In questo senso si prevede la suddivisione dei cicli di caratterizzazione analitica delle acque di falda sulla base di tre differenti fasi suddivise come segue:

**Fase 1** - di monitoraggio ante-opera. Per tale fase si prevede di effettuare almeno due ciclicità ad una distanza di 2 settimane lavorative una dall'altra;

**Fase 2** - di monitoraggio concomitante con le effettive attività di bonifica e risistemazione dell'area. Per tale fase si prevede una ciclicità mensile di campionamento;

**Fase 3** - di monitoraggio post-bonifica concomitante con le fasi di smobilizzazione del cantiere e prolungata per un periodo di 1 anno. Per tale fase si prevede una ciclicità di campionamento bimestrale.

Nella tabella che segue sono sintetizzati i dati principali relativi ai previsti cicli di monitoraggio della qualità delle acque.

Tabella 10.3: Cicli di monitoraggio analitico acque di falda

Fase	Descrizione	Frequenza misure	N° cicli	N° campioni per ciclo	N Tot. Campioni
1	Monitoraggio Ante Opera	mensile	2	4	8
2	Bonifica e sistemazione dell'area	mensile	8	4	32
3	Monitoraggio post-bonifica 1 anno	bimestrale	6	4	24
<b>TOTALE</b>			<b>16</b>	-	<b>64</b>

## 10.3 Acque superficiali

### 10.3.1 Acque di meteoriche di ruscellamento

Le acque captate dai sistemi di drenaggio superficiale delle precipitazioni meteoriche sui fronti di scavo e ai piedi della scarpata sul lato est e recapitate nelle opportune vasche di raccolta, secondo lo schema descritto nel progetto, saranno analizzate periodicamente prima dello smaltimento.

In particolare, prevedendosi acque con caratteristiche analitiche tali da consentirne lo smaltimento in corpo idrico superficiale,

si prevede una loro determinazione analitica in concomitanza del loro primo carico da smaltire e con cadenza semestrale durante le varie fasi di bonifica. Le acque raccolte saranno smaltite in corpo d'acqua superficiale previa analisi chimica effettuata conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99 se la qualità delle stesse lo consentirà oppure in fognatura o ad apposito impianto di trattamento.

Il protocollo analitico applicato sarà conforme a quanto indicato nel D. Lgs. 152/99 Allegato 5 Tabella 3 "Valori limiti di emissione in acque superficiali" e prevede la determinazione dei seguenti parametri:

*Tabella 10.4: Parametri analitici di controllo delle acque di ruscellamento.*

Parametro analitico	Metodo di riferimento	Metodica analitica	Limite Analitico
PH	PT012	misura con elettrodo	-
COD	CNR-IRSA Quad.100/5110	Metodo volumetrico	5 mg/l
BOD5	CNR-IRSA Quad.100/5100 Met.A	Sistema BOD	1 mg/l
TOC	PT039	Sistema di combustione e raccogliuta CO <sub>2</sub>	750 µg/l
Conducibilità	PT011	misura con elettrodo	10 µS/cm
Materiali in sospensione	CNR-IRSA Quad.100/2050	Metodo gravimetrico	10 mg/l
Anioni ( cloruri, sulfati, nitrati, nitriti e fosfati)	PT021	cromatografia ionica	Nitrati 0.5 mg/l Nitriti 0.1 mg/l Cloruri 0.2 mg/l Solfati 1mg/l
Ammoniaca	CNR-IRSA Quad.100/4010 Met.A	Metodo colorimetrico	0.05mg/l
Metalli escluso cromo VI e antimonio	PT035	ICP	5-10 µg/l
Cromo VI	CNR-IRSA Quad.100/3080	Metodo colorimetrico	5 µg/l
Antimonio	PT010/PT034	AA- idruri	1µg/l Hg 5 µg/l Sb
Oli minerali	IL027	FT-IR	10 µg/l

### **10.3.2 Percolato dal corpo rifiuti**

Il percolato, eventualmente presente nel corpo rifiuti, e stoccato nell'idonea cisterna, come descritto nel Par.7.4.3, sarà analizzato in concomitanza del primo carico da smaltire e successivamente con frequenza semestrale. Tali analisi sono finalizzate alla classificazione del percolato in accordo con la normativa vigente ai fini del suo idoneo smaltimento. Il protocollo analitico applicato, conforme a quanto indicato nel D. Lgs. 152/99 Allegato 5 Tabella 3 "Valori limiti di emissione in acque superficiali e fognatura" è il medesimo di Tabella 10.3.

### **10.3.3 Acque di percolazione dei materiali stoccati sotto il capannone**

Le eventuali acque di percolazione prodotte dai materiali stoccati all'interno del capannone coperto saranno analizzate periodicamente con una frequenza in funzione delle effettive quantità stoccate nell'apposita cisterna di raccolta. A tale scopo si prevede una loro caratterizzazione analitica. Tali analisi sono finalizzate alla classificazione delle acque in accordo con la normativa vigente ai fini dello smaltimento in idoneo impianto di trattamento. Il protocollo analitico, conforme a quanto indicato nel D. Lgs. 152/99 è il medesimo di Tabella 10.3.

*La copia è rilasciata in carta libera, per finalità di riferimento, tenuto al segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con esclusivo divieto di riproduzione e diffusione. Montebellari il 06/12/2011*

## 10.4 Comparto atmosfera

### 10.4.1 Controlli sulla qualità dell'aria

Per i controlli dell'atmosfera saranno presi in esame tre punti esterni ed un punto interno all'area di bonifica.

Come punti di rilevazione esterna saranno scelti tre punti di disposti a circa 120° lungo il perimetro della zona di intervento e posti a piano campagna. La durata minima dei campionamenti sarà di 8 ore.

Si prevede una frequenza di controllo della qualità dell'aria con cadenza bimestrale, per la stazione interna all'area di bonifica, e trimestrale per le stazioni esterne, a partire dal secondo mese.

I parametri ambientali di riferimento previsti sono quelli di cui alla tabella seguente.

*Tabella 10.5: Parametri analitici di controllo della qualità dell'aria.*

Parametro analitico	Metodo di riferimento	Metodica analitica	Limite Analitico
polveri totali	Filtrazione su membrana e dosaggio gravimetrico	gravimetrico	0.01mg
metalli	Filtrazione su membrana, mineralizzazione acida e dosaggio ICP	ICP	10 µg
S.O.V.	Campionatore passivo a simmetria radiale e dosaggio GC/MS		

## 10.5 Criteri di protezione dei lavoratori e della popolazione

### 10.5.1 Controllo dell'esposizione dei lavoratori

Come previsto dalla corrente legislazione (D. Lgs. 277/91 e D. Lgs. 626/94), per i lavoratori verrà eseguita la valutazione del rischio da esposizione ad agenti fisici e chimici con cadenza trimestrale.

Per esposizione si intende l'assunzione di una data quantità di agente inquinante (chimico o fisico) nell'unità di tempo; per i lavoratori essa viene valutata sulla base di otto ore, definite come tempo standard di lavoro. L'esposizione avviene in relazione alla mansione svolta o al procedimento codificato di lavoro che prevede la permanenza dell'addetto nella specifica zona per tempi definiti, fissi o variabili, e viene misurata attraverso rilievi ambientali (misure o prelievi) descritti ai punti che seguono.

### 10.5.1.1 Agenti fisici: rumore

Per quanto riguarda gli agenti fisici, deve essere eseguita la misurazione dell'esposizione al rumore durante il periodo lavorativo: una prima campagna di misure sarà effettuata dopo il primo mese dall'inizio dell'attività, una seconda campagna è prevista alla fine del terzo mese.

I rilievi della rumorosità ambientale, quindi il controllo dell'esposizione personale, verranno effettuati su varie postazioni relative alle diverse mansioni e saranno distribuiti nell'arco di tempo della giornata lavorativa. Sulla base di questi rilievi sarà poi calcolata l'esposizione quotidiana personale del lavoratore al rumore.

Le misurazioni verranno effettuate con fonometri integratori conformi alle norme 804 e 651 IEC di classe I. Questo tipo di strumentazione permette la misura diretta del livello equivalente ponderato in A, anche in presenza di rumori impulsivi (come previsto dai criteri per la misurazione del rumore riportati nell'allegato VI al D.Lgs. 277/91).

I dati rilevati verranno consegnati unitamente alla relazione tecnica necessaria per la stesura del rapporto di valutazione del rischio da esposizione al rumore.

In base ai risultati ottenuti, sarà valutata la necessità di eventuali provvedimenti e verranno fornite ai lavoratori le informazioni previste dalle norme. Le misure potranno essere ripetute periodicamente, a seconda delle fasce di rischio rilevate.

### 10.5.1.2 Agenti chimici

Per quanto riguarda gli agenti chimici, su due posizioni personali saranno effettuate valutazioni dell'esposizione il primo e il terzo mese dall'inizio dei lavori (salvo variazioni) per i seguenti parametri:

*Tabella 10.6: Parametri analitici di controllo sugli agenti chimici.*

Parametro analitico	Metodo di riferimento	Metodica analitica	Limite Analitico
polveri totali	Filtrazione su membrana e dosaggio gravimetrico	gravimetrico	0.01mg
metalli	Filtrazione su membrana, mineralizzazione acida e dosaggio in ICP	ICP	10 µg

### 10.5.2 Rapporti intermedi sullo stato ambientale dell'area

I tecnici incaricati dalla Committenza ogni trimestre provvederanno, sulla base dei dati ambientali raccolti durante le campagne di monitoraggio, alla redazione di un Rapporto sullo Stato dell'Ambiente contenente le seguenti informazioni:

- descrizione delle attività di monitoraggio e riferimento alle relative procedure adottate;
- metodologie di prelievo ed analisi o di misura dei parametri in oggetto;
- risultati ottenuti e loro eventuale elaborazione statistica (carte di controllo, analisi di tendenza, ecc.);
- riferimento ai relativi indicatori di attenzione e di allarme;

- giudizio sui risultati del monitoraggio.

Il documento verrà utilizzato dalla Direzione Tecnica della bonifica per le attività di monitoraggio e registrazione degli effetti ambientali nonché di comunicazione agli Enti di controllo.

### **10.5.3 Rapporto finale sullo stato ambientale dell'area**

I tecnici incaricati dalla Committenza alla fine dell'anno di monitoraggio post bonifica provvederanno, sulla base dei dati ambientali raccolti durante le campagne di monitoraggio, alla redazione di un Rapporto sullo Stato dell'Ambiente contenente le seguenti informazioni:

- descrizione delle attività di monitoraggio e riferimento alle relative procedure adottate;
- metodologie di prelievo ed analisi o di misura dei parametri in oggetto;
- risultati ottenuti e loro eventuale elaborazione statistica (carte di controllo, analisi di tendenza, ecc.);
- riferimento ai relativi indicatori di attenzione e di allarme;
- giudizio sui risultati del monitoraggio.

Il documento verrà trasmesso agli Enti di controllo.

## **10.6 Qualifiche dei soggetti che effettuano i controlli ambientali**

Le determinazioni saranno effettuate presso il laboratorio C.R.C (Centro Ricerche Chimiche) di Montichiari; qui vengono eseguiti trimestralmente controlli qualità inter-laboratorio su matrici a contenuto certificato di analiti.

I controlli vengono effettuati su campioni a composizione incognita inviati dal WRC ( World Health Organization Collaborating Center for Drinking Water and Water Pollution Control ) inglese nell'ambito del programma europeo di controllo AQUACHECK.

Il Laboratorio CRC è individuato per il biennio 2000/2001, con Delibera n. 2233 del 22/11/2000, dalla Regione Lombardia nella classe A+B, fra i soggetti di cui all'art 37 della Legge Regionale n. 62/85, cui possono essere richiesti, nel caso di non disponibilità da parte del competente P.M.I.P., gli accertamenti occorrenti alla bonifica ed al controllo delle falde sotterranee destinate ad uso potabile ed al controllo qualitativo delle acque attinte da pozzi privati per uso non potabile (art. 30 e 36 della suddetta Legge Regionale).

Il Laboratorio è autorizzato ad operare in via ordinaria e straordinaria nelle province di Brescia, Bergamo, Milano, Cremona, Mantova, Pavia, Varese e Como.

Il Laboratorio CRC ha un Sistema Qualità certificato conforme alla normativa di riferimento UNI EN ISO 9001:2000 dal Det Norske Veritas (certificato CERT-03455-98-AQ-MIL-SINCERT) per l'erogazione di servizi di prelevamento campioni ed analisi chimiche e batteriologiche.

Il Laboratorio CRC è inoltre stato accettato dal Ministero della Sanità, con comunicazione n. 400/X/3.7.8/1946 del 23/8/1999, nel programma di qualificazione previsto dall'all. 5 del D.M. 14/5/1996 per i laboratori di analisi sull'amianto.

## **11 DISPOSIZIONI E DISPOSITIVI DI SICUREZZA (ALL.3 D.M. 471/99)**

Nel presente capitolo viene illustrato un piano di protezione, con lo scopo di indicare i pericoli per la sicurezza e la salute legati ad ogni fase operativa ed identificare le procedure per la protezione dei dipendenti in conformità a quanto previsto dal D.Lgs 626/94 come indicato nell'Allegato 3 del D.M. 471/99.

I criteri adottati per assicurarsi che il lavoro possa essere svolto in condizioni di igiene e sicurezza sono basati sull'individuazione di ogni rischio a cui i lavoratori possono essere soggetti e sull'individuazione delle idonee misure precauzionali da adottarsi per diminuire il rischio di eventi accidentali e/o l'entità delle loro conseguenze.

### **11.1 Definizione dei sistemi di delimitazione e di controllo del sito**

Per impedire l'accesso involontario al cantiere di non addetti ai lavori, è prevista la realizzazione di una recinzione attorno a tutta l'area interessata, laddove non sia già presente; all'ingresso si disporrà, oltre al cartello di cantiere, un'apposita cartellonistica ricordante il divieto di accesso ed il pericolo per gli estranei.

Entrate ed uscite dei mezzi operativi e di trasporto saranno controllate all'ingresso. Lungo la via con transito pubblico si posizioneranno cartelli segnalanti l'uscita di autocarri.

In relazione alle specifiche attività svolte saranno adottati tutti i provvedimenti necessari a controllare l'esposizione agli agenti inquinanti fisici o chimici descritti nel capitolo precedente.

Prima dell'inizio dei lavori, l'impresa dovrà nominare i responsabili per gli interventi di primo soccorso e per l'emergenza antincendio. In relazione a quest'ultima, il cantiere sarà dotato di estintori posizionati nei punti più critici e si imporrà il divieto di fumare.

### **11.2 Rischi associati alle operazioni di bonifica**

#### **11.2.1 Individuazione dei rischi**

La tipologia del materiale da rimuovere (rifiuti solidi urbani e assimilabili) è tale da comportare problemi di emissioni di odori. L'area sottoposta alle operazioni di bonifica è però situata in aperta campagna e pertanto tale problema, limitato dalle tecniche di copertura indicate in progetto, non dovrebbe interessare il centro abitato. Anche la circolazione dei mezzi di trasporto verso l'esterno non si prevede possa causare disagi a terzi, purché sempre ben segnalata con apposita cartellonistica.

Poiché l'attività di cantiere consiste principalmente in operazioni di scavo e movimentazione di terre, sarà indispensabile attenersi alle modalità di esecuzione definite in sede progettuale. I rischi individuati durante il lavoro saranno:

caduta dall'alto, scivolamenti e seppellimento: ove risulti necessaria, ma impossibile, la predisposizione di parapetti di trattenuta e nelle aree in cui avverranno le movimentazioni del materiale scavato sarà necessario impedire l'accesso allo scavo agli uomini a terra; sul ciglio degli scavi dovranno essere vietati i depositi di materiali, il passaggio e la sosta di veicoli;

rumore: le macchine ed attrezzature dovranno essere correttamente mantenute ed utilizzate in conformità alle indicazioni del fabbricante; se la rumorosità non fosse diversamente abbattibile sarà necessario adottare i dispositivi di protezione conformi a quanto indicato nel rapporto di valutazione del rumore (Cfr. par. 10.5.1.1);

investimento da parte di mezzi meccanici: sarà sempre impedito l'accesso di estranei alle zone di lavoro e per gli addetti saranno approntati percorsi sicuri, ove possibile separati da quelli dei mezzi meccanici; inoltre la velocità degli automezzi sarà limitata ad un massimo di 10 km/h; per l'area servizi è prevista l'installazione di un sistema di illuminazione notturno;

polveri: la produzione delle polveri sarà ridotta al minimo, effettuando regolari bagnature del terreno soprattutto nei periodi di maggior aridità.

Qualora durante le attività di scavo il personale addetto rilevasse la presenza (causa forte odore o riconoscimento merceologico/fisico) di materiale non riscontrato precedentemente o di materiale considerato, per le sue caratteristiche chimiche, di tipo pericoloso, si sosponderanno i lavori in atto nelle immediate vicinanze, fino all'individuazione di nuove modalità da adottarsi.

### **11.2.2 Individuazione dell'equipaggiamento per la protezione personale degli operatori.**

Tutti i lavoratori dovranno avere in dotazione personali tute da lavoro, scarpe di sicurezza, guanti adeguati alle lavorazioni, elmetti per la protezione del capo, stivali ed impermeabili. Inoltre saranno disponibili in cantiere occhiali di protezione, maschere respiratorie, tappi auricolari e cuffie contro il rumore, cinture di sicurezza ed attrezzature specifiche di trattenuta e quant'altro sia ritenuto utile, in relazione ad eventuali rischi specifici attinenti la peculiarità del lavoro.

Per prevenire inalazioni di gas e polveri si adotteranno adeguati mezzi filtranti, classificati, come riportato nelle tabelle che seguono, in funzione e della capacità di assorbimento e del potere filtrante.

**Tabella 11.1 – Classificazione dei mezzi filtranti secondo le norme CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione)**

Classe	Mezzi filtranti antigas
1	Piccola capacità di assorbimento (max 0,1% in vol.)
2	Media capacità di assorbimento (max 0,5% in vol.)
3	Alta capacità di assorbimento (max 1% in vol.)
Classe	Mezzi filtranti antipolvere
P1	Bassa separazione contro le particelle solide
P2	Media separazione contro le particelle solide e fluide (nebbie)
P3	Alta separazione contro le particelle solide, fluide e gassose (fumi e nebbie)

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità informative, esclusivamente a favore del Comune Padova, tenuta a disposizione nei casi previsti dalla legge, con esclusiva esclusività di diffusione pubblica, dal giorno 01/06/2011

Tabella 11.2 – Classificazione dei filtri antigas

Norma UNI	Tipo filtro	Protezione da	Colore distintivo
	A	Gas e vapori organici	MARRONE
	B	Gas e vapori inorganici (escluso CO)	GRIGIO
EN 141	E	Anidride solforosa – Gas e vapori acidi	GIALLO
	K	Ammoniaca e suoi derivati organici	VERDE
	NO <sub>P3</sub>	Vapori e fumi nitrosi (es. NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub> )	BLU con fascia BIANCA
	Hg <sub>P3</sub>	Vapori di mercurio	ROSSO con fascia BIANCA
EN 371	AX	Composti organici bassobollenti (t.e.b.≤65°C)	MARRONE
EN 372	SX	Composti specifici particolari	VIOLETTO

Poiché i mezzi filtranti non sono isolanti, essi non devono essere impiegati quando la percentuale di O<sub>2</sub> nell'aria scende al di sotto del 16-17% in vol. e se si è in presenza di elevate concentrazioni di tossico.

I filtri antigas hanno durata limitata e devono quindi essere sostituiti costantemente. Un primo sintomo del loro esaurimento è fornito dall'odore della sostanza non più trattenuta o, per sostanze non rilevabili olfattivamente, da un'improvvisa aumentata resistenza alla respirazione o all'odore che si sviluppa per reazione chimica tra l'agente contaminante e particolari componenti immessi nel filtro dalla casa costruttrice.

L'esaurimento del filtro antipolvere è invece determinato dal progressivo deposito delle particelle solide sulle sue superfici.

Per i guanti la scelta del materiale è legata all'attività specifica:

- in cotone, per i lavori leggeri dove non vi siano rischi di punture, causticazioni, irritazioni e tagli;
- in cuoio, in caso di contatto o manipolazione con spigoli vivi o bordi taglienti in assenza di umidità;
- in gomme naturali o sintetiche, per proteggere da sostanze tossiche o corrosive;
- in materiali plastici, se esiste la possibilità di contatto con allergeni o pericolo di assorbimento cutaneo e sia necessaria un'alta sensibilità delle dita;
- in cloruro di polivinile stratificato su supporto jersey, per la protezione dal contatto con acidi;
- in neoprene e resine viniliche, se può esservi contatto con sostanze particolarmente tossiche;
- in gomma metallizzata o antitaglio, per attività con rischio di tagli o ferite;
- in kevlar, per la protezione del calore.

Essi dovranno essere sufficientemente lunghi (fino all'avambraccio) quando si deve evitare la penetrazione di sostanze tossiche.

Per le calzature di sicurezza si dovranno adottare scarpe a collo alto, robuste, con lamina di acciaio per evitare i pericoli di perforazione e con suola antiscivolo.

In sintesi, gli operatori dovranno indossare a seconda delle attività svolte i seguenti dispositivi di sicurezza:

*Tabella 11.3 – Dispositivi di sicurezza*

	<b>Giorni secchi</b>	<b>Giorni umidi</b>
<b>OPERATORI A TERRA</b>	Scarpe antinfortunistiche Tute da lavoro Guanti Occhiali Elmetto Maschere respiratorie con idonei filtri	Scarpe antinfortunistiche Tute da lavoro Guanti Occhiali Elmetto
<b>OPERATORI SU MEZZI CONDIZIONATI</b>	Elmetto Nessuna prescrizione particolare, ma devono avere sul mezzo tutti i DPI necessari per poter scendere eventualmente a terra	Elmetto Nessuna prescrizione particolare, ma devono avere sul mezzo tutti i DPI necessari per poter scendere eventualmente a terra
<b>OPERATORI SU MEZZI NON CONDIZIONATI</b>	Tute da lavoro Elmetto Maschere respiratorie con idonei filtri	Tute da lavoro Elmetto

Elmetti e maschere di protezione dovranno inoltre essere forniti a tutto il personale, inclusi i visitatori.

### **11.3 Organizzazione della sicurezza in cantiere**

#### **11.3.1 Allestimento del cantiere**

Si prevede l'allestimento di locali adibiti all'uso di:

- uffici (per la direzione, organizzazione ed amministrazione dei lavori);
- spogliatoi (dotati di armadietti personali, di cassetta di pronto soccorso e di sedie);
- servizi igienico-sanitari (dotati di doccia e di mezzi per detergersi ed asciugarsi);
- magazzini e depositi.

L'approvvigionamento di acqua sarà garantito da un'idonea cisterna collocata presso l'area servizi; per lo smaltimento si prevede una fossa settica.

Per tutte le strutture saranno previste opportune modalità di pulizia.

E' prevista anche la possibilità di comunicare per via telefonica.

### **11.3.2 Definizione di un programma sanitario e di primo soccorso**

Per la verifica dell'idoneità fisica dei lavoratori, l'impresa dovrà aver attuato una convenzione con un medico competente ai sensi della normativa vigente, secondo la quale i lavoratori devono essere sottoposti a visite mediche specifiche preventive e periodiche.

La consultazione del medico è obbligatoria soprattutto in seguito alla valutazione del rischio da esposizione ad agenti fisici (rumore), chimici (polveri totali, piombo, rame, cadmio, nichel, cromo, arsenico, mercurio).

### **11.3.3 Formazione e addestramento del personale**

L'impresa dovrà provvedere alla messa a punto di un programma di formazione ed informazione del proprio personale addetto alle attività di bonifica.

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 compreso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari il 06/12/2011

## **12 PROGRAMMA TEMPORALE DI INTERVENTO**

### **12.1 Programma lavori di bonifica**

Il programma dei lavori di bonifica prevede un periodo di allestimento di cantiere ed attività accessorie, pari a circa 15 giorni lavorativi; un insieme di attività di scavo, trasporto, cernita, smaltimento e collaudo, relative ai 4 settori S1-S4, della durata media di circa 45 giorni ciascuno; le attività di ripristino ambientale relative alle coppie di settori S1-S2 e S3-S4 della durata media di 25 giorni ciascuna ed una fase di restituzione dell'area e smantellamento delle opere provvisorie non necessarie di circa 10 giorni.

L'intero programma di bonifica avrà, dunque, considerando la sovrapposizione di alcune attività, la durata complessiva di circa 8,5 mesi, salvo imponenti o ulteriori necessità di approfondimenti, resi necessari dalle indagini analitiche o richiesti dalla Direzione Lavori.

Nel cronogramma delle attività di bonifica riportato in Figura 4 si è considerata l'eventualità della realizzazione di un sistema di drenaggio della falda con la tecnica dei wellpoints per ciascun settore descritto al Par.7.5. La messa in opera ed il successivo smantellamento di tale sistema potrebbero comportare infatti 10 giorni lavorativi per settore; queste attività sono indicate nel diagramma di Gantt con un tratteggio a righe verticali, per distinguerle dalle "attività di base" della bonifica.

Nel cronoprogramma si è inoltre computata l'eventualità della realizzazione della trincea drenante descritta al Par. 7.4.2. La messa in opera ed il successivo smantellamento di tale sistema, suddiviso nei due tronchi, potrebbero comportare 5 giorni lavorativi per tronco; queste attività sono indicate nel diagramma di Gantt con un tratteggio a quadretti, per distinguerle dalle "attività di base" della bonifica.

Un'ulteriore eventualità che componerebbe un aumento dei tempi di lavoro, non considerata nel cronogramma dei lavori, riguarda il caso in cui, in seguito a collaudi del fondo e delle pareti dello scavo risultati negativi, si dovesse approfondire localmente lo scavo e sottoporlo ad ulteriori verifiche; si stima che questo potrebbe prolungare i lavori di ulteriori 10 gg lavorativi (circa 2 settimane) per settore.

### **12.2 Programma verifiche ambientali**

Il programma delle attività di controllo e monitoraggio ambientale, così come dettagliato e descritto al Cap.10, prevede l'esecuzione di rilievi ambientali per una durata complessiva di circa 1 anno. 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 legato alla realizzazione del sistema di drenaggio della falda e/o dell'approfondimento dello scavo.

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 con riferimento all'esercizio del mandato, con segnale di ricezione, e non può essere utilizzata al di fuori di questo periodo.

**FIGURA 5**  
CRONOGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

ATTIVITA'	15 gg. ante bonifica		Mese 1				Mese 2				Mese 3				Mese 4				Mese 5			
	sett 1	sett 2	sett 3	sett 4	sett 5	sett 6	sett 7	sett 8	sett 9	sett 10	sett 11	sett 12	sett 13	sett 14	sett 15	sett 16	sett 17	sett 18	sett 19	sett 20		
<b>Acque sotterranee</b>																						
Lettura piezometria																						
Analisi acque di falda																						
<b>Atmosfera</b>																						
Analisi aria punto interno																						
Analisi aria punti esterni																						
<b>Esposiz. del personale</b>																						
Agenti fisici (rumore)																						
Agenti chimici																						
<b>Rapporti ambientali</b>																						
Rapporti																						

T395\_F5\_Rev.0\_Cronogramma monitoraggio.xls

1

**FIGURA 5**  
CRONOGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

ATTIVITA'	Mese 6				Mese 7				Mese 8				Anno 1 - post bonifica											
	sett 21	sett 22	sett 23	sett 24	sett 25	sett 26	sett 27	sett 28	sett 29	sett 30	sett 31	sett 32	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
<b>Acque sotterranee</b>																								
Lettura piezometria																								
Analisi acque di falda																								
<b>Atmosfera</b>																								
Analisi aria punto interno																								
Analisi aria punti esterni																								
<b>Esposiz. del personale</b>																								
Agenti fisici (rumore)																								
Agenti chimici																								
<b>Rapporti ambientali</b>																								
Rapporti																								

T395\_F5\_Rev.0\_Cronogramma monitoraggio.xls

2

La copia è rilasciata in data libera per servizi elettronici al consiglio comunale Padre Pellegrino Montichiari il 06/12/2011

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

**AREA BONOMI**  
**Comune di Montichiari (BS)**

**PROGETTO DEFINITIVO DI BONIFICA**

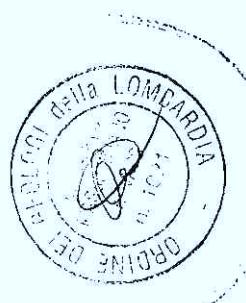
**Allegato A**

Inquadramento geologico, idrogeologico e meteoclimatico

Committente: Gruppo Sistemi

Progettazione: Montana S.r.l. - Ing. Alberto Angeloni (Ord. Ing. Prov. Mi n.20024)

Ns. Rif.:R395\_1\_A



Milano, ottobre 2003

Revisione n°	Data	Tipo revisione/cap.	Redatto	Verificato/approvato
Rev.1	Ottobre 2003		Kovacs	Bavestrelli

La copia è rilasciata libera, per finalità inerenti l'esercizio del mestiere, al consigliere comunale Paolo Verzeletti, tenuto al segreto olio nei casi previsti dalla legge con espresso divieto di riproduzione e diffusione. Montichiari il 06/12/2011

## INDICE

1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	3
1.1 Litologia dei terreni .....	3
1.2 Caratteristiche geotecniche dei terreni .....	4
2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	4
2.1 Idrografia superficiale .....	9
3 INQUADRAMENTO METEOClimatico .....	11
3.1 Temperature .....	12
3.2 Precipitazioni .....	13
3.2.1 PRECIPITAZIONI MEDIE .....	13
3.2.2 PRECIPITAZIONI INTENSE .....	14
3.3 Venti .....	16
3.4 Stabilità atmosferica .....	16

## ELENCO FIGURE

Figura A1 - Sezioni idrogeologiche interpretative dell'area di progetto	Scale varie
Figura A2 - Carta della piezometria	Scala 1:1.000

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Verzeletti, tenuto a segreto d'ufficio nei casi previsti dalla legge e con espresso divieto di riproduzione & diffusione. Montichiari il 06/12/2011

## **1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

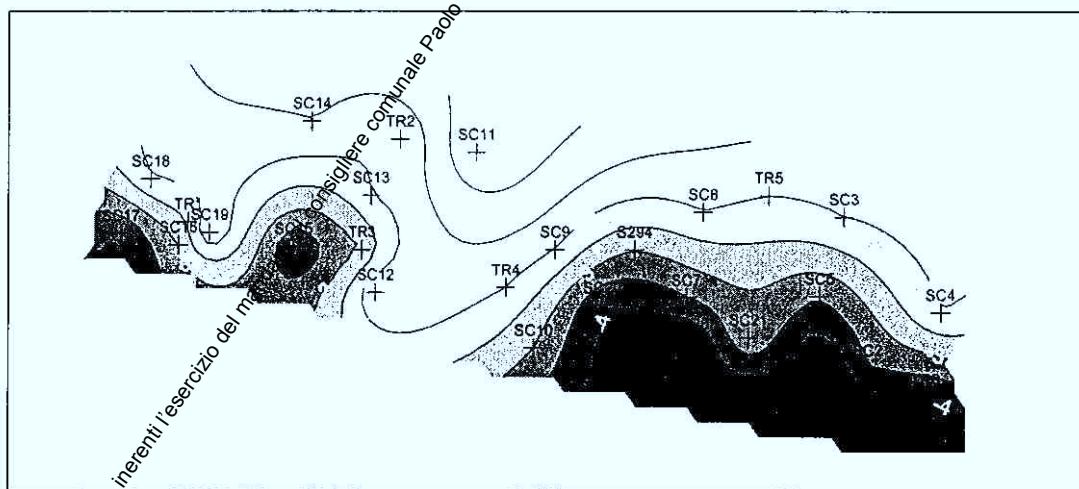
### **1.1 Litologia dei terreni**

L'area si inserisce in un contesto geomorfologico caratterizzato dalla presenza del Fiume Chiese e da colline moreniche di moderata altezza che si sviluppano in direzione nord-sud parallelamente al fiume stesso.

Geologicamente la zona in esame appartiene alla fascia intermedia della pianura bresciana caratterizzata dall'ampia diffusione di depositi fluvio-glaciali attribuibili al periodo rissiano e wurmiano dai quali emergono, solo in alcune fasce localizzate, colline moreniche riferibili al Mindel.

I depositi fluvio-glaciali sono caratterizzati prevalentemente dalla diffusione di litotipi ghiaiosi e sabbiosi intercalati da lenti o livelli argillosi; dai dati stratigrafici raccolti a scala comunale si evidenzia che i litotipi a granulometria grossolana si estendono fino a profondità notevoli, solo localmente intervallati da lenti discontinue di argille. In profondità aumenta la presenza di livelli e strati argilosì e compaiono strati conglomeratici.

Nell'area di studio l'andamento stratigrafico è differente rispetto al resto del territorio comunale, in quanto l'ex cava è situata alle pendici della cerchia morenica mindelliana del Monte San Zeno. Dall'esame delle stratigrafie, ricavate in seguito alla perforazione per la realizzazione dei piezometri di monitoraggio, si è evidenziato come i depositi fluvioglaciali ghiaioso sabbiosi attribuiti al Riss siano di spessore ridotto (circa 10 m) per poi essere intercalati da depositi prettamente morenici non stratificati. Questi ultimi sono tipicamente eterometrici con una marcata presenza di materiale fine e inoltre sono caratterizzati da fenomeni di pedogenesi superficiale con formazione di argille rosso-bruno.



*Figura 1.1: Ricostruzione andamento delle profondità del tetto di argilla nell'area di progetto*

L'area di studio è quindi ubicata nella zona di raccordo tra i sedimenti alluvionali e fluvio-glaciali, terrazzati, che bordano il fiume Chiese ed i sottostanti depositi morenici che costituiscono il Monte S. Zeno.

La litologia nell'area del sito di intervento è caratterizzata, oltre che dai litotipi sopra descritti, dalla presenza dei depositi alluvionali recenti del fiume Chiese; questi hanno granulometria

variabile e sono infatti costituiti da depositi granulari sabbiosi e ghiaiosi ed anche localmente da depositi limosi ed argillosi (si veda Figura A1).

## 1.2 Caratteristiche geotecniche dei terreni

Come descritto nel precedente paragrafo i terreni che costituiscono lo strato superficiale, interessati nel passato dall'attività estrattiva, sono costituiti da depositi alluvionali e fluvio glaciali costituiti prevalentemente da ghiaia grossolana ben arrotondata con trovantie ciottoli con rara sabbia e rara matrice a comportamento coesivo.

Considerando per i terreni in situ una densità relativa pari a zero, caratteristica dei terreni sciolti, agli stessi può essere attribuito un angolo di attrito cautelativo di  $38^\circ - 40^\circ$  pari al limite inferiore previsto per i terreni con queste caratteristiche granulometriche (Schmertman, 1978).

## 2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico dell'area è stato definito un modello concettuale dell'acquifero presente nel territorio. Al fine di ottenere una parametrizzazione del sottosuolo, è stata raccolta una serie di dati di campagna e letteratura e presso gli enti competenti. I dati sono stati tutti georeferenziati ed archiviati con il GIS Arcview 3.2a.

I risultati ottenuti hanno permesso di definire la piezometria dell'area di indagine, le caratteristiche idrogeologiche del saturo e dell'insaturo, ed è stato effettuato un bilancio idrogeologico al fine di calcolare l'infiltrazione nel sottosuolo.

Partendo dai dati stratigrafici, idrogeologici ed idrologici, sono state definite, nell'area, le geometrie e limiti degli acquiferi intorno all'area di studio. Dal punto di vista delle condizioni al contorno, tale acquifero non presenta condizioni limitanti (vincoli idrogeologici); va comunque sottolineata sia la presenza di una fascia di risorgive, esterna all'area, nella porzione meridionale, e sia l'azione drenante del fiume Chiese.

Nell'area di studio, è presente una falda freatica, per quanto riguarda le aree ad ovest del F. Chiese, ed una falda semiconfinata per le aree ad est del Chiese (area di progetto).

Per le aree ad ovest del Chiese, si può considerare come base dell'acquifero un orizzonte tra i 50 e 60 m dal p.c. di materiale fine, prevalentemente argilloso, avente uno spessore variabile attorno ai 10 m; come limite superiore è stato considerato la stessa superficie piezometrica. Per le aree ad est del Chiese ed in particolare per l'area di studio la base dell'acquifero, di limitato spessore, è stato individuato, in un orizzonte argilloso nocciola situato a profondità variabile tra i 15 ed i 26 m dal p.c., con un gradiente da est verso ovest.

La direzione del flusso di falda è principalmente NNE-SSW, con un gradiente pari allo 0.4% (Figura A2).

Al fine di stimare la massima escursione della falda è stata effettuata un'analisi delle serie storiche delle piezometrie della discarica Vals.Eco sita in località C.na Lunga a nord dell'abitato di Montichiari relativi al periodo luglio 1998 – marzo 2003, e del pozzo pubblico a scopo idropotabile di Castenedolo. Va precisato che si è scelto tale pozzo, sebbene sia distante dall'area di studio, poiché è risultato quello con la serie storica più lunga in zona (la serie spazia dal 1985 al 2000).

L'analisi dei dati ha mostrato come il massimo annuale piezometrico corrisponda in genere ai mesi tardo estivi ed autunnali (settembre - novembre), con una oscillazione media intorno ai 5 m, per la discarica di Vals.Eco, mentre per il pozzo di Castenedolo, il grafico dei valori piezometrici mostra un livello di falda che non muta sostanzialmente valore nell'arco di 5 anni. Scendendo nel dettaglio, il valore massimo è stato registrato nel settembre 1985 (119,1 m s.l.m.), un anno che i dati di letteratura definiscono come un dato di massima per quasi tutta la pianura lombarda, secondo solo all'evento del 1977-78; il minimo è stato registrato nel maggio 1990 (113,4 m s.l.m.). Nel marzo 1999 (mese di magra della falda) il valore è di 115 m s.l.m.

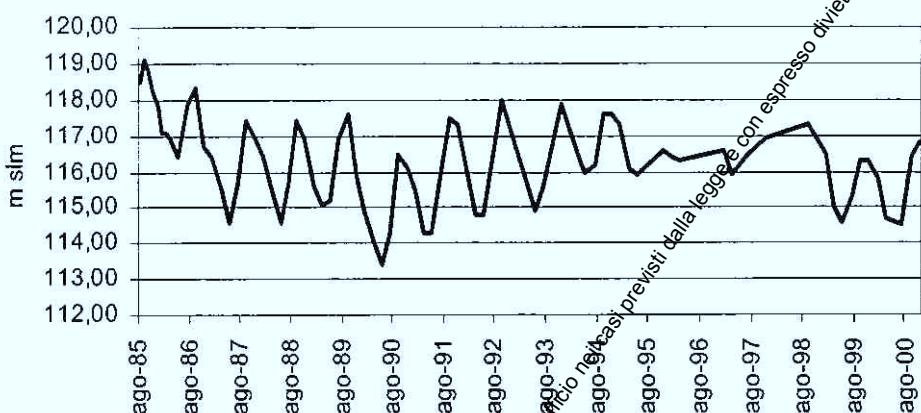


Figura 2.1: Oscillazione piezometrica del pozzo pubblico a scopo idropotabile - Castenedolo 1

L'analisi del tracciato piezometrico mostra un andamento in discesa per il periodo 1985-1990, dal 1990 al 1994 una leggera risalita per poi assestarsi. I valori relativi ai massimi stagionali degli ultimi anni sono di circa 1-2 metri inferiori rispetto ai massimi rilevati nel periodo precedente. Ne consegue pertanto che pur con tutti i limiti, il massimo della falda nell'area di progetto può essere indicato come 1-2 m oltre il valore misurato nel novembre 2000 (massimo relativo ricavato dai piezometri di monitoraggio).

A tal proposito per quanto riguarda l'andamento della piezometria a scala locale è stata fatta una valutazione dell'oscillazione annuale della falda dai dati misurati in corrispondenza dei 4 piezometri di monitoraggio realizzati nei pressi della ex cava Bonomi. Il monitoraggio è stato effettuato in corrispondenza delle date dei campionamenti delle acque (agosto, ottobre 2000 e febbraio 2002) e nel periodo maggio 2002 – agosto 2003. Tali dati (riassunti nel grafico e nelle tabelle sottostanti) mostrano un'oscillazione media di circa 2,68 m, con un massimo relativo dei livelli piezometrici nei mesi di dicembre 2002, e i valori minimi relativi nell'agosto 2003.

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio dell'attività professionale o scientifica, nonché per studio privato, su esigenza di chi la riceve, con la condizione di non diffonderla, né di trasmetterla a terzi, salvo che con la stessa finalità.

Tabella 2.1: dati piezometrici – Soggiacenze

Piezometro	U.M.	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4
Q.A.	m s.l.m.	86,55	82,31	85,37	82,77
1 settembre 2000	m da p.c.	10,40	6,80	10,15	7,08
19 ottobre 2000	m da p.c.	8,78	5,20	8,55	5,26
11 febbraio 2002	m da p.c.	10,16	6,65	10,26	7,18
21 maggio 2002	m da p.c.	9,67	6,24	9,70	6,51
20 giugno 2002	m da p.c.	10,23	6,68	10,12	6,98
23 luglio 2002	m da p.c.	10,22	6,70	10,17	6,96
20 agosto 2002	m da p.c.	9,93	6,28	9,83	6,67
20 settembre 2002	m da p.c.	9,99	6,48	9,92	6,77
23 ottobre 2002	m da p.c.	9,88	6,35	9,80	6,66
29 novembre 2002	m da p.c.	9,73	6,99	9,74	6,41
21 dicembre 2002	m da p.c.	9,17	5,52	9,44	6,02
27 gennaio 2003	m da p.c.	9,33	5,81	9,56	6,23
28 febbraio 2003	m da p.c.	9,95	6,42	9,93	6,81
31 marzo 2003	m da p.c.	10,41	6,86	10,33	7,23
28 aprile 2003	m da p.c.	10,63	7,06	10,46	7,41
31 maggio 2003	m da p.c.	10,76	7,19	10,68	7,57
4 luglio 2003	m da p.c.	11,07	7,30	10,86	7,74
1 agosto 2003	m da p.c.	11,24	7,52	10,99	7,95
26 agosto 2003	m da p.c.	11,51	7,69	11,14	8,18

		PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	media
Valore Massimo	m da p.c.	11,51	7,69	11,14	8,18	9,63
Valore Minimo	m da p.c.	8,78	5,20	8,55	5,26	6,95
Valore Medio	m da p.c.	10,16	6,56	10,09	6,93	8,43
Escursione	m	2,73	2,49	2,59	2,92	2,68

La copia è rilasciata in carta libera, per finalità inerenti l'esercizio del mandato, al consigliere comunale Paolo Verzelli, tenuto al segreto e con espresso divieto di riproduzione e di diffusione.  
F. Michiari il 06/12/2011

Tabella 2.2: dati piezometrici – Quote assolute

Piezometro	U.M.	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4
Q.A.	m s.l.m.	86,55	82,31	85,37	82,77
1 settembre 2000	m s.l.m.	76,15	75,51	75,22	75,69
19 ottobre 2000	m s.l.m.	77,77	77,11	76,82	77,51
11 febbraio 2002	m s.l.m.	76,39	75,66	75,11	75,59
21 maggio 2002	m s.l.m.	76,88	76,07	75,67	76,26
20 giugno 2002	m s.l.m.	76,32	75,63	75,25	75,79
23 luglio 2002	m s.l.m.	76,33	75,61	75,20	75,81
20 agosto 2002	m s.l.m.	76,62	76,03	75,54	76,10
20 settembre 2002	m s.l.m.	76,56	75,83	75,45	76,00
23 ottobre 2002	m s.l.m.	76,67	75,98	75,57	76,11
29 novembre 2002	m s.l.m.	76,82	76,32	75,63	76,36
21 dicembre 2002	m s.l.m.	77,38	76,79	75,93	76,75
27 gennaio 2003	m s.l.m.	77,22	76,50	75,81	76,54
28 febbraio 2003	m s.l.m.	76,60	75,89	75,44	75,96
31 marzo 2003	m s.l.m.	76,44	75,45	75,04	75,54
28 aprile 2003	m s.l.m.	75,92	75,25	74,91	75,36
31 maggio 2003	m s.l.m.	75,79	75,12	74,69	75,20
4 luglio 2003	m s.l.m.	75,48	75,01	74,51	75,03
1 agosto 2003	m s.l.m.	75,31	74,79	74,38	74,82
26 agosto 2003	m s.l.m.	75,04	74,62	74,23	74,59
		PZ1	PZ2	PZ3	PZ4
Valore Massimo	m s.l.m.	77,77	77,11	76,82	77,51
Valore Minimo	m s.l.m.	75,04	74,62	74,23	74,59
Valore Medio	m s.l.m.	76,39	75,74	75,28	75,84
Escursione	m	2,73	2,49	2,59	2,92
					media

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