



PROVINCIA DI TREVISO

Settore Gestione del Territorio

MANUALE INFORMATIVO

***MONITORAGGIO MANUALE ED
AUTOMATICO DELLE ACQUE
SOTTERRANEE PER IMPIANTI DI
DISCARICA***

Settembre 2003



PROVINCIA DI TREVISO

MANUALE INFORMATIVO

MONITORAGGIO MANUALE ED AUTOMATICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE PER IMPIANTI DI DISCARICA

Provincia di Treviso
Settore Gestione del Territorio
Area Organizzativa Rifiuti, Bonifiche, Cave e Difesa del Suolo
Unità Operativa Rifiuti Speciali
Via Manin, 73
31100 TREVISO
tel. 0422656783 – fax 0422582499
ecologia@provincia.treviso.it

Dirigente del Settore:
dott. Carlo Rapicavoli

Responsabile Area Organizzativa
dott. Carlo Moretto

Redattori: dott. Carlo Moretto, dott. Alberto Tagliapietra, dott. Michele Zannol
Collaboratori: dott. Simone Busoni, dott. Flavio Duse, prof. Antonio Mantovani, dott.ssa
Veronica Tornielli

Indice

cap	Titolo	pag
<i>1</i>	<i>PREMESSA</i>	<i>4</i>
<i>2</i>	<i>SCOPO DEI LAVORI</i>	<i>5</i>
<i>3</i>	<i>ESECUZIONE DELLE LETTURE DEL LIVELLO DI FALDA NEI POZZI SPIA</i>	<i>5</i>
<i>4</i>	<i>PARAMETRI, MODALITA' E FREQUENZE DI PRELIEVO DEI CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO</i>	<i>7</i>
<i>5</i>	<i>DEFINIZIONE DELLO STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE, PROCEDURE DI PRIMA GESTIONE DEGLI STATI SOPRA SOGLIA</i>	<i>21</i>
<i>6</i>	<i>ELABORAZIONI MINIME DA PRODURRE PER LA RICHIESTA DI MODIFICA DEL SET DI PARAMETRI, DELLA FREQUENZA DELLE ANALISI PERIODICHE E DELLE SOGLIE DI ATTENZIONE/GUARDIA</i>	<i>23</i>

ALLEGATI

Allegato	titolo	pag
<i>I</i>	<i>SCHEMA VERBALE DI CAMPIONAMENTO</i>	<i>27</i>
<i>II</i>	<i>SCHEMA DI CERTIFICATO</i>	<i>33</i>

1- PREMESSA

Nel "Manuale Informativo Sistema di Monitoraggio Automatico per le Discariche di 2^a categoria tipo B" (prima stesura gennaio 1991 così come modificato nell'agosto 1997 e nel seguito denominato MANUALE) è esplicitato¹ un insieme di procedure per il campionamento delle acque di falda ai pozzi di monitoraggio, per l'esecuzione delle misure al pozzo (freatimetrie etc.) e per il monitoraggio in continuo (temperatura, pH, conducibilità elettrica, redox, etc.). Nel medesimo manuale sono indicati i parametri da monitorare periodicamente ed i limiti di preallarme e di allarme, quest'ultimi coincidenti sostanzialmente con i limiti del DPR 236/88. Nel tempo le procedure previste nel citato manuale sono state applicate anche alle discariche diverse dalle 2B, quindi discariche per RSU e 2A presenti nel territorio provinciale.

Dopo dodici anni dalla prima stesura (1991) e sei (1997) dal primo aggiornamento, sia per il progredire dello stato dell'arte dei sistemi di monitoraggio delle acque sotterranee, sia della normativa (DM 471/99, D.Lgs 152/99, D.Lgs. 258/2000, D.Lgs 31/2001 e D.Lgs 27/2002², L.R. Veneto n. 3/2000, Decreto Legislativo n. 36 del 13.01.2003, Decisione del Consiglio 2003/33/CE del 19 dicembre 2002, D.M. 13.03.2003 "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica"), la scrivente Amministrazione, sente la necessità di rivedere ed aggiornare il MANUALE al fine di razionalizzare il tema del controllo delle acque sotterranee circostanti gli impianti di discarica.

La revisione e l'aggiornamento ha interessato diversi aspetti tra i quali per brevità si ricordano soprattutto l'insieme di parametri da determinare, la frequenza delle determinazioni, le modalità di campionamento, l'esecuzione delle misure al pozzo ed i riferimenti normativi. Alcune parti del "vecchio" MANUALE sono riprese, invece, di pari passo in quanto ancora attuali e tecnicamente applicabili.

Inoltre, poiché il monitoraggio delle acque sotterranee non riguarda solamente le discariche 2B ma anche impianti di altra categoria e tipologia (RSU, 2A), è stato modificato il titolo in "MANUALE INFORMATIVO – MONITORAGGIO MANUALE ED AUTOMATICO DELLE ACQUE SOTTERRANEE PER IMPIANTI DI DISCARICA". Tale modifica non è solamente formale ma anche sostanziale in quanto nella G.U. n. 59 del 12.3.2003 Supplemento Ordinario n.40 è stato pubblicato il Decreto Legislativo n. 36 del 13.01.2003 "Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti". In base a tale normativa le Discariche vengono distinte in:

1. discarica per rifiuti inerti,
2. discarica per rifiuti non pericolosi,
3. discarica per rifiuti pericolosi

Non più quindi in (come da Delib. C.I. 27 luglio 1984):

1. discariche di prima categoria,
2. discariche di seconda categoria
 - a. tipo A
 - b. tipo B
 - c. tipo C
3. discariche di terza categoria

Inoltre tutte le discariche, indistintamente, dovranno prevedere la presenza di una adeguata barriera geologica e/o una soluzione tecnica artificiale di confinamento. Questo è sostanzialmente un riconoscimento della pericolosità dell'impianto discarica e della necessità di controllare i percolati da questa derivati. Nello stesso tempo implica la necessità di opportuni presidi ambientali di controllo su tutte le nuove discariche, tra cui appunto le reti di monitoraggio delle acque sotterranee. Per questo motivo il MANUALE è stato aggiornato ed indirizzato in modo tale che le procedure possano essere applicate a tutti i tipi di discarica e nel maggior numero di situazioni geologiche ed idrogeologiche presenti in provincia di Treviso.

¹ richiamato quanto contenuto nel Progetto n° 87-506 maggio 1989, D'APPOLONIA – AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE di TREVISO "PIANO DI ZONA DELLE DISCARICHE".

² sostituiscono il DPR 236/88 dal 25.12.2003

Si ringrazia per l'apporto tecnico scientifico nella lettura critica del presente aggiornamento del MANUALE nonché per i preziosi suggerimenti il prof. Antonio Mantovani, il dott. Flavio Duse ed i colleghi dott. Simone Busoni e dott.ssa Veronica Torielli.

2- SCOPO DEI LAVORI

Oggetto della presente specifica tecnica sono le attività periodiche connesse al controllo delle acque sotterranee tramite i sistemi di monitoraggio ambientale previsti per le discariche controllate.

Tali attività consistono nell'esecuzione delle letture di livello di "falda" ai pozzi spia, nel prelievo di campioni d'acqua e nelle misure in sito e prove di laboratorio per la misura dei valori dei diversi parametri di qualità che verranno di seguito individuati.

Le attività indicate in questa specifica potranno essere modificate successivamente per disposizione dell'Amministrazione Provinciale.

Le attività richieste saranno documentate in specifici rapporti redatti su base semestrale a cura e sotto la responsabilità della Direzione Discarica o, qualora in vigore, nelle relazioni periodiche previste dal programma di controllo oppure nel piano gestione qualità secondo le procedure di stesura previste dalla normativa vigente.

Le attrezzature usate dovranno essere in perfette condizioni e complete di tutti gli accessori e ricambi che le rendano operative al fine di eseguire misure e prove di qualità.

3 - ESECUZIONE DELLE LETTURE DEL LIVELLO DI "FALDA" NEI POZZI SPIA

Nei punti di monitoraggio individuati deve essere rilevato il livello di "falda" almeno ogniqualvolta vengano eseguiti i campionamenti periodici.

La misura dei livelli di "falda" dovrà essere eseguita tramite il classico freatimetro o altra strumentazione in grado di assicurare analoga accuratezza nella misura.

La sonda del freatimetro dovrà essere costituita da un sensore che, al contatto con l'acqua, chiuda un circuito elettrico, azionando in superficie un segnalatore luminoso e/o acustico.

Il sensore avrà dimensioni tali da garantire un buon accesso nel tubo del piezometro e sarà realizzato in modo tale da non risentire dell'effetto di acqua che eventualmente percoli nei tubi o di umidità che condensi su di esso, per evitare che venga segnalato un livello di acqua non corretto o che il contatto resti continuamente chiuso, rendendo impossibile l'effettuazione della misura. Sarà inoltre noto l'affondamento del sensore nell'acqua al momento della chiusura del circuito elettrico, al fine di apportare le opportune correzioni alle misure effettuate. Il cavo della sonda sarà inestensibile, centimetrato in modo indelebile, sufficientemente flessibile per evitare posizioni incerte della sondina nei tubi ed appesantito con contrappesi posizionati sopra il sensore, che ne garantiscano la costante tensione e quindi la ripetibilità delle misure.

Le operazioni preliminari consisteranno nella verifica del corretto funzionamento della sonda di misura e dell'integrità e corretta identificazione del punto di misura da effettuarsi secondo le seguenti modalità:

- Verifica della disponibilità e validità del certificato di taratura della sonda: la taratura si riferirà alla precisione del cavo centimetrato;
- Verifica della carica delle batterie;
- Verifica dell'efficienza del dispositivo luminoso e/o acustico;
- Verifica dell'affondamento in acqua del sensore all'atto della chiusura del contatto: il valore non dovrà differire per più di cinque millimetri da quello indicato sul certificato di taratura;
- La strumentazione deve comunque essere gestita con criteri di qualità, ovvero devono essere previste periodiche tarature da dimostrarsi attraverso opportuna documentazione che riporti anche le operazioni di manutenzione (ad esempio quaderno di manutenzione e taratura);
- Verifica visiva dell'integrità del pozzetto di protezione;
- Verifica della presenza e dell'integrità della targa di identificazione del punto di misura;
- Predisposizione dei moduli di lettura, conformi all'Allegato I alla specifica, compilandone l'istestazione generale in ogni sua parte.

La misura dovrà essere eseguita secondo le seguenti modalità:

- Calare il sensore nel tubo seguendone con regolarità il movimento ed evitando che esso scenda per peso proprio;
- Quando l'avvisatore acustico e/o luminoso segnala l'avvenuto contatto con l'acqua sollevare il sensore lentamente fino all'interruzione del segnale;
- Calare nuovamente il sensore fino a che contatto non sia nuovamente attivato e leggere la quota sul cavo in corrispondenza della sommità del tubo piezometrico;
- Ripetere le due operazioni precedenti alcune volte – minimo 3 – fino a che la quota possa essere definita con una precisione di +/- 5 mm;
- Annotare la quota così rilevata sul modulo di lettura (allegato 1) che dovrà contenere anche la lettura precedente per permettere all'operatore una verifica preliminare della bontà della misura.

Nel caso di lettura che si discosti più di 20 cm dalla misura rilevata nella data precedente, l'operatore dovrà ripetere la lettura.

In caso di differenze persistenti, la lettura verrà comunque ritenuta valida ed annotata sul foglio di lettura.

Al termine di ogni serie di letture si dovrà nuovamente verificare l'affondamento del sensore all'atto della chiusura del contatto. Nel caso venisse riscontrata una differenza superiore a 5 mm le letture non saranno ritenute valide.

Di ogni pozzo spia dovrà essere rilevata ogni due anni la quota superiore del tubo mediante livellazioni di precisione rispetto al caposaldo di impianto. Oltre ai rilievi periodici dovranno essere eseguiti rilievi ogniqualvolta si ritengono siano intervenute cause esterne per cui la quota possa essere variata (scavi, passaggio di automezzi pesanti, atti vandalismo etc.).

Le operazioni di misura del livello della "falda" saranno effettuate da personale specializzato incaricato dalla Direzione della Discarica.

4- PARAMETRI, MODALITA' E FREQUENZE DI PRELIEVO DEI CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO

La Ditta deve in modo autonomo provvedere direttamente secondo le frequenze stabilite, ad effettuare la preparazione del pozzo al campionamento (p.e. procedure di spurgo) e provvedere nel caso all'estrazione dell'acqua sotterranea dallo stesso al fine di permettere al personale esperto del laboratorio chimico, deputato all'esecuzione delle analisi, il prelievo e confezionamento del campione d'acqua per l'esecuzione delle determinazioni previste nei controlli di tipo D1 – D2 – D3, o loro modifiche autorizzate da questa Amministrazione.

Eseguite le analisi prescritte, il laboratorio di Analisi emetterà un certificato redatto sullo schema del modulo dell'Allegato II alla specifica, che dovrà essere inviato all'Amministrazione Provinciale a cura dell'intestatario dell'autorizzazione all'esercizio della discarica. L'invio del certificato di analisi all'Amministrazione Provinciale deve avvenire entro 30 gg dal prelievo del campione. Il certificato di analisi deve essere inviato sia in forma cartacea che su supporto magnetico in formato compatibile con i software in uso presso l'Amministrazione Provinciale.

Su tale modulo sono riportati i valori soglia di guardia ed i valori soglia di attenzione definiti come segue:

- Il valore soglia di guardia per la concentrazione di un parametro è il valore limite minimo previsto dal DM471/99 e dal D.Lgs 31/2001 (sino al 25.12.2003 sono ancora da considerarsi validi i valori del DPR 236/88). Qualora nella citata normativa non siano espressi esplicitamente valori limite per uno specifico parametro, il valore soglia di guardia adottato per detto parametro sarà il valore di concentrazione limite riferito alla sostanza più affine tossicologicamente. Per alcuni parametri non è possibile indicare un valore limite in quanto si tratta di indicatori per i quali risultano fondamentali le loro variazioni e non tanto i valori assoluti in quanto tali.
- Il valore soglia di attenzione per la concentrazione di un parametro è il 70% del suo valore soglia di guardia.

A) PARAMETRI DA MONITORARE NEI CONTROLLI PERIODICI

1. INSIEME DI PARAMETRI STANDARD DA DETERMINARE E PERIODICITÀ DELLE ANALISI NONCHE' SOGLIE DI ATTENZIONE E DI GUARDIA - I controlli periodici delle acque di falda ai pozzi spia devono avere cadenza mensile (D1), quadrimestrale (D2) e annuale (D3) e dovranno prevedere i parametri riportati in tabella 1. Le frequenze ed i parametri in ogni caso potranno essere variati qualora vengano dichiarati lo stato di attenzione e guardia od ogni qualvolta l'Amministrazione Provinciale lo ritenga opportuno in relazione ai dati precedentemente raccolti.

E' fondamentale che le metodiche di misura ed analisi adottate dal laboratorio abbiano soglie di rilevabilità significativamente inferiori alla soglia minima imposta dalla normativa, pertanto per l'insieme di base le soglie di rilevabilità per i singoli parametri devono essere inferiori alle concentrazioni sotto indicate come limite di guardia oppure devono essere comparabili con i metodi indicati nella tabella 1). I metodi di analisi da adottare devono essere quelli previsti dalle normative di riferimento (DPR 236/88, D.Lgs 31/2001 e D.Lgs 27/2002, DM471/99, D.lgs. 152/99) e/o essere definiti da riconosciuti standard nazionali (CNR-IRSA, UNI) e/o internazionali (ISO-EPA-DIN etc.). In ogni caso la metodica impiegata dovrà chiaramente evincersi dal certificato analitico. La scrivente Amministrazione si riserva in ogni caso di apportare, previo l'esperimento del procedimento amministrativo, modifiche nel set introducendo eventuali parametri che possano essere significativi per ciascun singolo caso.

Tabella 1)

PERIODICITÀ	PARAMETRO	Unità di misura	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI GUARDIA
	MENSILE	Temperatura	°C	18
pH			6.5<pH<9	6.0<pH<9.5 *
Conducibilità elettrica		µS/cm		In caso di variazioni anomale ³
Materiale in sospensione				⁴
Redox				In caso di variazioni anomale
Ossidabilità Kübel		mg/LO ₂	4	5 °
Solfati		mg/L	175	250 * ⁺
Azoto Ammoniacale		µg/L	400	500 * [^]
Nitriti NO ₂ ⁻		µg/L	350	500 * ⁺
Nitrati NO ₃ ⁻		mg/L	35	50 * [^]
TON		µg/L		In caso di variazioni anomale
Boro		µg/L	700	1000 * ⁺
Ferro		µg/L	140	200 * [^]
Manganese		µg/L	35	50 * [^]
Calcio		µg/L		Senza variazioni anomale ⁵
QUADRIMESTRALE		Cromo Totale	µg/L	35
	Sodio	mg/L	140	200 * [^]
	Cloruri	mg/L	175	250 *
	Carbonio Organico Totale	µg/L		In caso di variazioni anomale *
	Cadmio	µg/L	3.5	5 * [^]
	Piombo	µg/L	7	10 * ⁺
	Arsenico	µg/L	7	10 * ⁺
	Fenoli Metodica almeno equivalente al metodo 5060-CNR-IRSA quaderno 100	µg/L		Soglia di rilevabilità (1 µg/L)
	Rame	µg/L	700	1000 * [^]
	Cianuri	µg/L	35	50 * [^]
	Mercurio	µg/L	0.7	1 * [^]
	Cromo esavalente	µg/L	3.5	5 *
	Zinco	µg/L	2100	3000 * [^]
	Nichel	µg/L	14	20 * ⁺
Potassio	µg/L		In caso di variazioni anomale ⁶	
Magnesio	µg/L		In caso di variazioni anomale	
Alcalinità come CaCO ₃	µg/L		In caso di variazioni anomale ⁷	

N.B.:

- * preso a riferimento il limite del D.Lgs 31/2001 e D.Lgs 27/2002
- ° preso a riferimento limite imposto dalle linee guida del gennaio 1991 aggiornate all'agosto 1997 Prov. Treviso
- +preso a riferimento il limite DM 471/99
- ^ preso a riferimento il limite DPR 236/88

³ Alla conducibilità che è frutto del molteplice contributo degli ioni disciolti in acqua, non può essere assegnata alcuna soglia di attenzione e/o di guardia anche se effettivamente il D.Lgs 31/2001 pone come limite per la potabilità 2500 µS/cm a 20°. Nel caso specifico delle discariche e del controllo di eventuali inquinamenti in atto sono molto più significativi dei valori assoluti gli andamenti anomali. Ciò considerato che sensibili incrementi della conducibilità sono da imputarsi a variazioni di uno o più sali presenti in acqua, i cui valori sono regolati da soglie di guardia e attenzione specifiche.

⁴ Nonostante la normativa sulle acque potabili (DPR 236/88) preveda l'assenza di materiale in sospensione ai fini delle presenti linee guida il parametro viene inserito per avere una indicazione sulla qualità del campionamento.

⁵ Al Calcio non può essere assegnata alcuna soglia di attenzione e/o guardia. Il controllo su tale parametro viene effettuato per verificarne eventuali variazioni nel tempo.

⁶ Al Potassio non può essere assegnata alcuna soglia di attenzione e/o guardia. Il controllo su tale parametro viene effettuato per verificarne eventuali variazioni nel tempo.

⁷ All'alcalinità come CaCO₃ non può essere assegnata alcuna soglia di attenzione e/o guardia. Il controllo su tale parametro viene effettuato per verificarne eventuali variazioni nel tempo

PERIODICITÀ	PARAMETRO	Unità di misura	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI GUARDIA
	ANNUALE	BOD5	µg/L	
Bario		µg/L		In caso di variazioni anomale
Idrocarburi ⁹ Metodiche almeno equivalenti al metodo EPA – 418.1/78		µg/L		Soglia di rilevabilità (10 µg/L)
IPA analiti previsti da DM. 471/99		µg/L		Limiti previsti nel DM 471/99
Pesticidi fosforati e totali Metodiche almeno equivalenti ai metodi 5080 e 5070 CNR-IRSA quaderno 100 nel certificato devono essere indicati i composti specifici ricercati e le rispettive concentrazioni nonché la sommatoria.		µg/L		Per la sommatoria 0.5 µg/L Per i singoli composti i limiti DM 471/99 ove compatibili con le soglie di rilevabilità, diversamente la soglia di rilevabilità stessa
Berillio		µg/L	2.8	4 ⁺
Selenio		µg/L	7	10 ^{*^}
Tallio		µg/L	1.4	2 ⁺
Alluminio		µg/L	140	200 ^{*^}
Antimonio		µg/L	3.5	5 ^{**}
Argento		µg/L	7	10 [^]
Cobalto		µg/L	35	50 ⁺
Fluoruri		µg/L	1050	1500 ^{*^}
Acido para-ftalico		µg/L		37000 e comunque variazioni anomale
p-toluen solfonammide		µg/L		In caso di variazioni anomale
Solventi Clorurati Metodica almeno equivalente al metodo 5130-CNR-IRSA quaderno 100 nel certificato devono essere indicati i composti specifici ricercati e le rispettive concentrazioni nonché la sommatoria.		µg/L		In caso di variazioni anomale per la sommatoria. Per i singoli composti i limiti DM 471/99 ove compatibili con le soglie di rilevabilità, diversamente la soglia di rilevabilità stessa
Solventi Aromatici Metodica almeno equivalente al metodo 5120-CNR-IRSA quaderno 100 nel certificato devono essere indicati i composti specifici ricercati e le rispettive concentrazioni nonché la sommatoria.		µg/L		In caso di variazioni anomale per la sommatoria. Per i singoli composti i limiti DM 471/99 ove compatibili con le soglie di rilevabilità, diversamente la soglia di rilevabilità stessa
Solventi organici azotati deve essere indicata la metodica utilizzata e nel certificato devono essere indicati i composti specifici ricercati e le rispettive concentrazioni nonché il totale.		µg/L		In caso di variazioni anomale per la sommatoria. Per i singoli composti i limiti DM 471/99 ove compatibili con le soglie di rilevabilità, diversamente la soglia di rilevabilità stessa
Ossigeno disciolto				In caso di variazioni anomale

⁸ Al BOD5 non può essere assegnata alcuna soglia di attenzione e/o guardia. Il controllo su tale parametro viene effettuato per verificarne eventuali variazioni nel tempo.

⁹ Nel caso delle discariche per inerti la determinazione sugli idrocarburi devono avere frequenza quadrimestrale.

2. MONITORAGGIO DIMENSIONATO SULLO SPECIFICO IMPIANTO (INSIEME DI PARAMETRI, PERIODICITA' E SOGLIE DI ATTENZIONE/GUARDIA) – Partendo dal concetto di “*Baseline*”, ciascun sito è dotato di determinate caratteristiche ambientali (nel caso specifico idrogeologiche, idrochimiche) di base. In funzione quindi delle potenzialità impattanti sul sistema tipiche di ogni singolo impianto, è possibile tarare l'insieme dei parametri da analizzare, la periodicità secondo cui eseguire le determinazioni e quali debbano essere le soglie di attenzione/guardia. In tale modo si esce da una logica di tipo tabellare (esempio: quanto previsto nella tabella 1) per entrare in una logica sito specifica. Un approccio sito specifico deve basarsi su di una puntuale ed approfondita analisi idrogeologica, idraulica, idrochimica ed una completa caratterizzazione chimica del percolato e del liquido di sottotelo. In questo modo i parametri, la periodicità delle determinazioni e le soglie di attenzione/guardia verranno definiti specificatamente per l'impianto in questione e saranno soggette a revisione periodica (da definire in sede di approvazione dello specifico protocollo di monitoraggio) ed eventuale aggiornamento in funzione degli stessi dati di monitoraggio che, mano a mano, saranno a disposizione. La richiesta di modifica dell'insieme di parametri, della periodicità e delle soglie di attenzione/guardia, opportunamente documentata, dovrà essere inoltrata all'Amministrazione Provinciale di Treviso.

B) PARAMETRI DA MONITORARE NEI CONTROLLI IN CONTINUO

Il monitoraggio in continuo di un ristretto insieme di parametri è una fondamentale ed importantissima integrazione al controllo periodico. Tale tipo di monitoraggio è da intendersi obbligatorio per le discariche, ad esclusione di quelle per inerti, ubicate in alta pianura veneta, per cui al di sopra del limite inferiore della zona delle risorgive (si prenda a riferimento la tavola Discariche Indicazioni di Tutela del Piano Provinciale Gestione dei Rifiuti Urbani novembre 2000), mentre sarà facoltativo per le discariche poste al di sotto di tale limite.

Per le discariche poste in bassa pianura, nel caso in cui la Ditta voglia avvalersi della possibilità di modificare l'insieme di parametri base, la periodicità dei controlli, le soglie di guardia definite al cap. 4 tabella 1), è necessaria una definizione delle modalità di monitoraggio che comprenda una valutazione tecnica sulla opportunità di installare un sistema di rilevazione in continuo.

In ogni caso il monitoraggio in continuo può essere espressamente imposto dalla scrivente Amministrazione nel caso di specifiche esigenze anche per le discariche poste al di sotto del limite inferiore delle risorgive.

Per il monitoraggio in continuo si ritiene che l'insieme minimo di parametri da monitorare ai pozzi spia debba essere costituito da:

- livello di falda,
- temperatura entro il pozzo (qualora la determinazione dei parametri sotto indicati non avvenga in pozzo tramite sonda multiparametrica ma in superficie in apposita unità dovrà essere determinata anche la temperatura in linea di analisi)
- pH
- conducibilità elettrica
- redox
- eventuale/i parametro/i che si rendesse/ro necessario/i monitorare in continuo in base alle esigenze idrogeologiche, idrochimiche, chimiche dei liquidi di percolazione e dello stato dell'impianto.

Di fondamentale importanza è la definizione del *deltaset*¹⁰. Per le nuove discariche e nei casi in cui i dati storici non siano statisticamente significativi dovrà essere adottato come *deltaset* quanto desumibile da bibliografia. Nel caso in cui i dati storici esistano dovrà essere svolta una elaborazione statistica che individui la devianza e questo costituirà il *deltaset* rispetto il quale

¹⁰ Variazione in positivo o negativo tollerata rispetto al valore medio rappresentativo per il parametro analizzato. Tale variazione è definita tramite metodi statistici.

definire andamenti anomali dei valori dei parametri monitorati in continuo. Tale dataset deve essere individuato dalla Ditta nel protocollo di monitoraggio e sarà approvato dall'Amministrazione Provinciale.

Non si scende nel particolare e nello specifico delle centraline, delle sonde e dei datalogger per il monitoraggio in continuo in quanto attualmente in commercio ve ne sono di diversi tipi e con diverse potenzialità pertanto l'Amministrazione Provinciale si riserva di verificare la validità della proposta di ciascuna Ditta.

I dati relativi al monitoraggio in continuo devono essere inviati mensilmente all'Amministrazione Provinciale in formato cartaceo e su supporto magnetico od ottico in formato compatibile con i software in uso presso l'Amministrazione Provinciale. I dati devono essere in formato tabellare e grafico.

C) TIPOLOGIE DI POZZI SPIA E METODICHE PER IL CAMPIONAMENTO.

C1) TIPOLOGIE DI POZZI SPIA

Tradizionalmente i pozzi spia delle discariche nel territorio della provincia di Treviso sono realizzati mediante tubi microfessurati con la tecnica del piezometro a tubo aperto. I motivi per cui si è affermato questo tipo di pozzo spia sono da ricercare in parte nello stato dell'arte di alcuni anni orsono relativamente alla realizzazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda, in parte all'ubicazione dei siti di discarica (sovente se non nella quasi totalità, nell'area dell'acquifero indifferenziato alloggiato in sedimenti sostanzialmente ghiaiosi e/o sabbiosi, per i quali tale tipo di manufatto assolve bene al proprio compito). Attualmente l'ubicazione delle nuove discariche si concentra al di sotto della fascia delle risorgive al fine di preservare l'importante risorsa idrica rappresentata dall'acquifero indifferenziato dell'alta pianura Veneta ed il sistema multifalda in pressione presente nelle media e bassa pianura Veneta che trae alimentazione dall'indifferenziato posto a nord. Inoltre nella media e bassa pianura Veneta più facilmente si riscontrano condizioni litostratigrafiche maggiormente favorevoli per la realizzazione di una discarica, orizzonti superficiali di materiali a bassa permeabilità e con spessori sufficientemente potenti (argille, limi con argilla, argille con limi e similari). Lo spostamento dei siti idonei all'ubicazione di una discarica in media e bassa pianura Veneta ha però introdotto notevoli problematiche in merito al monitoraggio delle acque di falda e più in generale delle acque sotterranee. Le problematiche che si aprono nella progettazione di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee nella media e bassa pianura Veneta sono varie ma riconducibili sostanzialmente alla bassa permeabilità dei materiali ivi presenti ed alla scarsa continuità degli orizzonti a permeabilità relativa più elevata e comunque alle notevoli eteropie di facies che obiettivamente sono di complessa interpretazione. Inoltre, le caratteristiche idrochimiche delle acque sotterranee della media e bassa pianura possono essere di scarsa qualità sia per ragioni di tipo geologico (l'esistenza nel sottosuolo di torbe può determinare la presenza di ferro ed ammoniaca, alcune argille possono rilasciare arsenico etc.) sia per ragioni antropiche legate a sorgenti estese o puntuali di inquinamento associate alla bassa soggiacenza della falda superficiale ed altre considerazioni di tipo sito specifico.

Quindi, i siti di discarica di media e bassa pianura presentano dal punto di vista del monitoraggio delle acque di falda delle oggettive complessità sia di tipo idrogeologico che idrochimico.

A questo si deve aggiungere che i pozzi a tubo aperto microfessurato nei materiali a bassa permeabilità presentano problemi relativi alle operazioni di spurgo nonché di campionamento, generando spesso delle perplessità sulla rappresentatività del campione prelevato.

Proprio per le ragioni sopra esposte ed in virtù dell'evoluzione dello stato dell'arte nelle tecniche di esecuzione di pozzi spia o comunque nel prelievo di acque dal sottosuolo a scopo analitico si rende necessaria una rivisitazione di quali possono essere i pozzi spia a seconda delle diverse condizioni idrogeologiche ed i metodi di campionamento.

POZZI SPIA A TUBO APERTO MICROFESSURATO – Previo opportuno dimensionamento l'ambito ottimale di utilizzo è sicuramente in terreni granulari incoerenti a medio-alta permeabilità., possono in ogni caso risultare efficienti ed efficaci anche in terreni a medio-basse permeabilità.

POZZI SPIA DIVERSI DA QUELLI A TUBO APERTO MICROFESSURATO - L'evoluzione tecnica dei sistemi di campionamento delle acque sotterranee ha portato all'ideazione di diversi campionatori da installare direttamente nel sottosuolo in sostituzione dei classici pozzi spia. Questi tipi di campionatori sono particolarmente indicati per terreni a grana fine e bassa permeabilità. Tali campionatori possono essere infissi a pressione (CPT, sonda) appositamente per la singola campagna di prelievi oppure posizionati stabilmente sui punti ed alle profondità previste. Tra questi campionatori si citano i seguenti tipi:

- tipo Hydro Punch® – Campionamento Direct Push
- tipo Open Standpipe Piezometer ®
- tipo Dual Tube 21 Groundwater Profiler®
- tipo GEON®

Tale elenco non deve intendersi esaustivo ma esemplificativo ed aperto alle eventuali innovazioni tecniche e ad altri tipi di campionatori.

I campionatori del tipo sopra menzionati a differenza del pozzo spia necessitano di spurghi assolutamente minimali, l'installazione avviene per semplice penetrazione del campionatore mediante pressione (esempio mediante penetrometro o sonda), non necessitano di cementazioni in quanto la funzione di isolamento idraulico viene assicurata dallo stesso terreno che si richiude sulle aste.

PUNTE CON SONDE MULTIPARAMETRICHE – Anche questo tipo di attrezzatura può essere infissa a pressione o alloggiata in foro specifico per rilevamenti appositi, oppure come rete di monitoraggio. Queste sonde multiparametriche permettono la misurazione dei classici parametri quali temperatura, pH, conducibilità elettrica e redox ed all'occorrenza permettono anche di ampliare, leggermente, l'insieme di parametri (ammoniaca etc.) oppure sostituirne all'occorrenza qualcuno.

Sia i campionatori ad infissione che le punte multiparametriche possono costituire in terreni particolarmente fini e poco permeabili la totalità della rete di monitoraggio oppure costituire un'importante integrazione sia per i campionamenti periodici che per il controllo in continuo automatizzato.

C2) METODICHE DI CAMPIONAMENTO.

Il campionamento di acque sotterranee da pozzi spia può avvenire in modo dinamico o statico.

Il campionamento dinamico se opportunamente dimensionato è sicuramente un metodo valido nel caso in cui si operi in falde dotate di una buona potenzialità e sfruttabilità. Queste condizioni permettono di effettuare lo spurgo del pozzo ed un campionamento tramite pompa, solitamente sommersa, di un campione rappresentativo della qualità delle acque all'intorno dello stesso. Nel caso in cui il campionamento dinamico avvenga entro terreni a bassa permeabilità lo spurgo risulta difficoltoso nei classici pozzi spia a tubo aperto microfessurato e le portate di emungimento sono alle volte eccessive, anche in fase di campionamento, rispetto alle condizioni idrogeologiche ed idrauliche, potendo arrecare eccessivo disturbo alla "falda". In quest'ultimo caso è opportuno adottare tecniche di spurgo con portate minime e campionamento low-flow oppure il campionamento mediante bailer (detto anche campionatore a sondina), campionatore a siringa, campionatore a pressione, campionatore continuo, campionatore a packer, campionatore a involucro flessibile. Meglio sarebbe utilizzare campionatori fissi oppure sonde multiparametriche (si veda punto C.1). Nel caso di condizioni estreme è possibile mutuare i campionatori adottati generalmente per la zona insatura o aerata. Questo tipo di campionatori sono dei lisimetri che

funzionano in aspirazione sulla base del vuoto creato al loro interno. In commercio ve ne sono di diversi tipi e possono essere alloggiati entro pozzi spia, nelle loro vicinanze oppure indipendentemente dall'esistenza dei pozzi spia. I rapporti reciproci tra lisimetri e pozzi spia sono legati all'esigenza o meno di effettuare spurghi al fine di permettere il prelievo di campioni d'acqua significativi. Pertanto il loro utilizzo deve essere opportunamente progettato in funzione delle condizioni idrogeologiche ed impiantistiche specifiche per il sito in questione.

A tal proposito di seguito verranno definite, in funzione delle condizioni idrogeologiche e del tipo di pozzo spia adottato, quali debbano essere le metodiche da seguire per le operazioni di campionamento. A scopo puramente introduttivo, si riporta di seguito cosa si intende per campionamento dinamico e statico.

- A) Campionamento statico - prelievo del campione mediante metodo manuale (bailer o altra strumentazione) con il pozzo non in emungimento e ripristinate le condizioni statiche indisturbate originali dell'acquifero nel caso in cui sia stato effettuato lo spurgo. Si possono annoverare tra le tecniche di campionamento statico i campionatori tipo Direct Push. Tale campionamento permette il prelievo di campioni a diverse profondità del tratto filtrato. Operando in opportune condizioni¹¹ può consentire di ottenere campioni che rappresentano tendenzialmente la composizione chimica delle acque di falda di coordinate (x,y,z) e pertanto a diversa profondità del pozzo spia (essendo per quest'ultimo x, y fisse). Inoltre, il campionamento statico è da utilizzarsi in corrispondenza di pozzi di monitoraggio poco produttivi e/o può essere utilizzato per verificare la presenza in fase separata di sostanze non miscibili. Il campionamento senza spurgo, soprattutto in pozzi artesiani ma anche freatici, può generare campioni non significativi a causa dell'acqua stagnante nello stesso e per fenomeni di rimescolamento legati all'introduzione della strumentazione. Per cui, privilegiando il basso flusso, è sempre consigliabile a scopo cautelativo eseguire lo spurgo. Nell'utilizzo dei Bailer e simili deve essere posta molta attenzione al fine di evitare fenomeni di rimescolamento delle acque all'interno del pozzo e movimentazione di eventuali sedimenti depositatisi al fondo dello stesso.
- B) Campionamento dinamico - emungimento di acqua dalla superficie per mezzo, generalmente, di pompa sommersa successivamente all'effettuazione dello spurgo e prelievo del campione secondo le procedure previste per esempio nel quaderno n° 100 CNR IRSA Metodi analitici per le acque; il campionamento dinamico genera, per sua stessa natura, un campione composito di acque provenienti da differenti profondità ed aree e, quindi, approssimativamente rappresentativo di un chimismo composito della porzione di falda all'interno dell'area di richiamo del pozzo in fase di pompaggio. Tale area di richiamo (da non confondere con l'area di influenza) è, a parità delle condizioni naturali, funzione delle condizioni di pompaggio imposte e come ben noto interessa tanto una zona a monte che a valle del pozzo stesso.

LE METODICHE DA SEGUIRE PER LE OPERAZIONI DI CAMPIONAMENTO

OPERAZIONI PRELIMINARI

- ✓ Prevedere la predisposizione di un verbale di campionamento come da allegato 1. Tale verbale dovrà essere allegato al referto analitico prodotto, compresi i grafici previsti nel citato allegato 1. Di tale verbale le pagine 1 e 2 devono essere inviate sia in formato cartaceo che informatizzate. Le pagine 3, 4 e 5 devono essere inviate insieme al referto analitico solo informatizzate.
- ✓ Definire la curva caratteristica del pozzo, al fine di individuare la portata critica ove inizia un moto turbolento anziché "laminare". Le portate di spurgo e di campionamento dovranno sempre ed in ogni caso essere inferiori alla portata critica.

¹¹ La rappresentatività del campione prelevato, nei confronti di una determinata profondità (z) della falda, è funzione dello spurgo eseguito in low-flow e del rapporto tra il volume campionato ed il volume della colonna d'acqua presente in pozzo in condizioni statiche.

- ✓ Misurare il livello statico (freatimetrico o piezometrico che sia) della falda prima di qualsiasi operazione di spurgo o di campionamento tramite opportuna strumentazione (freatimetro, trasduttore di pressione).
- ✓ Calcolare la quantità d'acqua contenuta nel pozzo in condizioni statiche.
- ✓ Se ignota, misurare la profondità del pozzo tramite scandaglio (es.: rotella metrica con piombo).
- ✓ Conoscere e definire a priori la quantità minima da prelevare in funzione del numero e della tipologia delle determinazioni analitiche da eseguire.
- ✓ Verificare l'integrità e la corretta identificazione del pozzetto di campionamento. Annotare eventuali anomalie o condizioni di non integrità.
- ✓ Verificare la funzionalità e la pulizia di tutte le apparecchiature da utilizzare ed utilizzate durante il campionamento.
- ✓ Eseguire la decontaminazione preventiva delle apparecchiature prima del loro utilizzo.
- ✓ Se possibile, identificare i pozzetti secondo un ordine di contaminazione e procedere al campionamento secondo un ordine crescente di contaminazione.

OPERAZIONI DI SPURGO DEL POZZO DI MONITORAGGIO

- Tale operazione consiste nell'asporto dell'acqua, presente nel pozzo di monitoraggio, che non costituisce una matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee per la quale si procede al campionamento stesso. Da un punto di vista puramente teorico quest'acqua sarebbe quella presente nei tratti ciechi al di sopra ed al di sotto dei filtri ed al di fuori dell'acquifero. In modo pragmatico e per semplificare le procedure tale acqua sarà considerata tutto il volume di fluido presente nel pozzo in condizioni statiche.
- Lo spurgo deve avvenire sempre mediante portate inferiori alla portata critica del pozzo, comunque minori di quella utilizzata per lo sviluppo del pozzo. E' vivamente consigliato uno spurgo alle minime portate possibili tendente a condizioni di low-flow qualora si voglia evitare trascinarsi di materiale fine con il rischio di intorbidimento dell'acqua, la volatilizzazione dei gas disciolti, nonché di taluni composti organici.
- E' tassativamente vietato effettuare lo spurgo del pozzo portandolo sino a prosciugamento.
- Nel corso dello spurgo deve essere misurato il livello di falda con opportuna strumentazione (freatimetro, trasduttori di pressione etc.).
- Per lo spurgo è possibile utilizzare bailers, pompe peristaltiche, aria o gas inerti compressi, pompe sommerse. Il metodo di spurgo è fortemente condizionato dalla "produttività" del pozzo, dal diametro, dalla profondità della falda etc.
- Lo spurgo dovrà essere protratto fino al conseguimento di almeno una delle seguenti condizioni:
 - i. Eliminazione di 4-6 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolare preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio).
 - ii. Venuta d'acqua chiarificata e stabilizzazione dei valori relativi a temperatura, pH, conducibilità elettrica, potenziale Redox, ossigeno disciolto e torbidità misurati in continuo durante lo spurgo. I parametri potranno essere intesi stabilizzati quando tre letture consecutive, effettuate ad un intervallo di tempo sufficiente, in funzione della portata di spurgo, ad eseguire le determinazioni in frazioni di liquido sufficientemente distinti, per esempio 3-5 minuti con portate di 0,1-0,5 l/min, mostreranno uno scostamento di:
 - +/- 10% per la temperatura,
 - +/- 0.1 per il pH,
 - +/- 3% per la conducibilità,
 - +/- 10 mV per i potenziale Redox

- +/- 10% per ossigeno e torbidità.
 - Nota bene: tutte e cinque le condizioni devono essere contemporaneamente verificate;
 - Quanto sopra esposto, in merito ai deltaset, offre una indicazione di base. Questi possono essere meglio tarati per ciascun sito in base ai dati a disposizione.
 - E' possibile adottare un set ridotto di indicatori. Gli indicatori comunque sempre presenti devono essere:
 - ✓ temperatura,
 - ✓ pH,
 - ✓ conducibilità elettrica,
 - ✓ ossigeno disciolto o torbidità.
- iii. Sia trascorso il tempo di emungimento determinato preventivamente in funzione delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero.
- Riportare sempre la procedura di spurgo ed il/i criterio/i adottato/i per la determinazione dell'avvenuto spurgo.

Se è necessario prelevare campioni a differente profondità entro pozzi spia già esistenti per il monitoraggio della discarica al fine di mettere in luce eventuali stratificazioni dell'inquinamento, la procedura, per ottenere campioni rappresentativi a diverse profondità, è di adottare campionatori specifici tipo quelli a packer. In quest'ultimo caso è di fondamentale importanza operare, sia in fase di spurgo che di emungimento per il campionamento, in condizioni di low-flow al fine di ottenere effettivamente campioni il più possibile rappresentativi del livello di interesse. Esistono altre tecniche per monitorare specifici livelli come l'utilizzo dei Direct Push visti nelle pagine precedenti oppure pozzi appositamente dimensionati in profondità e posizione dei filtri nonché l'utilizzo di campionatori tipo bailer, a siringa, etc.

PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO

Per poter procedere al campionamento è necessario che il pozzo sia opportunamente spurgato. Nel caso di campionamento dinamico il prelievo deve avvenire immediatamente dopo l'avvenuto spurgo, senza interruzione di pompaggio e ad una portata minore o uguale a quella di spurgo, mentre nel caso di campionamento statico si deve attendere che il livello di falda torni nella condizione antecedente le operazioni di spurgo, quindi all'originario livello statico indisturbato.

Il metodo e l'ora di campionamento saranno annotati sull'apposito modulo di lettura (allegato 1). Sullo stesso modulo dovranno essere riportate le misure in sito di temperatura, pH, conducibilità elettrica al momento del campionamento. Dovranno essere altresì riportati eventuali commenti o note alle attività svolte.

Nel corso dei primi campionamenti, soprattutto al fine di meglio tarare il protocollo di monitoraggio, oppure nelle verifiche periodiche di efficienza del pozzo è consigliabile eseguire campioni non filtrati e filtrati per valutare il carico di contaminanti legato al trasporto solido e il potenziale di trasporto nel sistema sotterraneo;

Successivamente alle operazioni di spurgo e/o di campionamento deve essere monitorato al pozzo il ripristino delle condizioni statiche della falda. I risultati andranno annotati sull'apposito modulo di lettura .

In caso di persistenti differenze tra le misure eseguite del livello di falda, prima e dopo le operazioni di spurgo del pozzo e/o di campionamento, si procederà ad attività di manutenzione dello stesso mediante lavaggio a flusso inverso, con acqua pulita, del tratto finestrato o altre tecniche di ripristino dell'efficienza del pozzo.

campionamento dinamico

Il campionamento dinamico presuppone una fase di emungimento dell'acqua di falda, con pompa sommersa o altri metodi, ed una di campionamento (prelievo del campione) in senso stretto. Per quest'ultima fase si rimanda alle procedure previste nel quaderno CNR IRSA n° 100

Metodi analitici per le acque o altre metodiche accettate a livello nazionale (DPR 236/88, D.Lgs 31/2001) e/o internazionale (EPA, etc.). Mentre, per quanto riguarda l'emungimento, è di fondamentale importanza che questo venga eseguito immediatamente dopo lo spurgo senza interruzione di pompaggio con portate minori o uguali a quella di spurgo. Quindi, deve essere eseguito un accurato studio sui parametri idraulici dell'acquifero e una attenta progettazione del completamento del pozzo (dal diametro ai filtri sino al tipo e potenza della pompa o altra attrezzatura di emungimento) per definire, nelle condizioni idrogeologiche medie di piena e di magra, quale sia l'area di richiamo, e individuare la significatività del dato, nonché per dimensionare l'emungimento ed ottenere campioni chimicamente rappresentativi.

campionamento statico nel caso di pozzi poco produttivi

- ❑ Il campionamento può essere eseguito mediante campionatori manuali (tipo bailer o altri) a corde di manovra pulite. Il campionamento in questo caso deve sempre partire dall'alto e l'attrezzatura deve essere decontaminata nei successivi campionamenti se non si utilizza materiale monouso.
- ❑ A seconda della presenza di liquidi di densità maggiore dell'acqua o minore dell'acqua saranno utilizzati rispettivamente campionatori di profondità o di superficie.
- ❑ In tutte le altre occasioni si farà ricorso a campionatori per il prelievo a profondità definite. In questo caso dovrà essere registrata la profondità di campionamento.
- ❑ Il numero di campioni, sempre tenendo conto della lunghezza del tratto filtrante deve essere come minimo almeno uno ogni due metri. Nel caso si proceda ad un unico prelievo (tratto finestrato minore o al massimo eguale a due metri) questo deve essere effettuato all'incirca alla metà del tratto fessurato.
- ❑ Poiché lo scopo di questo campionamento è quello di ottenere un campione medio rappresentativo della falda i campioni dovranno essere miscelati e ricampionati secondo le metodiche del quaderno CNR IRSA n°100 Metodi analitici per le acque o altri metodi riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale. Non si procede alla miscelazione come indicato in questo punto nel caso in cui il campione debba essere rappresentativo dell'acqua di falda di una determinata profondità (vedi punto C 2 A). In alternativa soprattutto in presenza di fasi liquide immiscibili con l'acqua, le analisi dovranno essere eseguite distintamente su ciascun campione. I risultati dovranno essere riprodotti sia per ciascun campione che come composizione media.
- ❑ In alternativa al campionamento entro classici pozzi spia possono essere adottati campionatori del tipo Direct Push (visti al punto C1).

D) MONITORAGGIO IN CONTINUO E PREPARAZIONE DEL POZZO ALLA MISURA

Il monitoraggio in continuo può avvenire eseguendo le determinazioni in superficie entro una centralina su acqua emunta dal pozzo, oppure tramite sonde multiparametriche alloggiato entro il pozzo spia, o ancora tramite punte speciali multiparametriche infisse direttamente nel terreno. Le soluzioni tecniche attualmente sono molteplici e quindi come già accennato saranno valutate di volta in volta. E' di fondamentale importanza comunque che, anche nel caso del monitoraggio in continuo, sia assicurata l'esecuzione della determinazione su acqua significativa e non stagnante all'interno della strumentazione. Per cui con le debite differenze, dovute alla specificità della strumentazione adottata nei monitoraggi in continuo, dovranno essere eliminati i volumi non significativi d'acqua. Al fine di definire ciò i criteri sono gli stessi adottati per il monitoraggio periodico visti ai punti precedenti. Le fasi di spurgo devono essere anch'esse registrate e conservate. A differenza però dei controlli periodici non dovrà, per ovvie ragioni, essere stilato un verbale di prelievo ma bensì dovrà essere accuratamente codificata ed automatizzata la procedura adottata alla stazione di monitoraggio in continuo.

La strumentazione del monitoraggio in continuo deve essere tarata secondo quanto prescritto dalle specifiche tecniche del costruttore.

E) FILTRAZIONE (liberamente tratto da EPA – GROUND WATER ISSUE DOCUMENTO EPA/540/S-95/504 – APRILE 1996
“Procedure di campionamento delle acque di falda di tipo low-flow e a minimo abbassamento del livello del pozzo)

Prima del campionamento in senso stretto può rendersi necessaria la filtrazione dell'acqua. La decisione se filtrare o no un campione deve essere dettata dagli obiettivi della campagna di campionamenti piuttosto che essere un'operazione di routine dovuta ad una scarsa tecnica di campionamento, e la filtrazione in campo non può essere un intervento di default. Bisogna fare delle considerazioni su cosa si vuole ottenere dalla filtrazione in campo. Per valutare le concentrazioni di elementi quali metalli in tracce realmente disciolti in acqua (in opposizione a quelli operativamente disciolti tramite per es. filtrazione a 0.45 µm) sono raccomandati filtri da 0.1 µm, anche se gran parte dei regolamenti prevedono quelli da 0.45 µm. Campioni alcalini devono anch'essi essere filtrati se si sospetta la presenza di particolato di carbonato di calcio, visto che questa sostanza ha un impatto sui risultati della titolazione (anche se la stessa filtrazione può alterare il contenuto di CO₂ e, di conseguenza, falsare i risultati).

Anche se la filtrazione può essere considerata una pratica appropriata, talvolta può causare una serie di inconvenienti (ossidazione, areazione ...) e, di conseguenza, una incertezza dei risultati. Alcune modifiche nello stato del campione sono inevitabili, ma i fattori che portano ad esse devono essere noti. Gli effetti deleteri possono essere minimizzati con la coerente applicazione di specifici protocolli di campionamento di tipo sito specifici da definire proprio in virtù delle problematiche di campionamento che si incontrano ai pozzi spia dell'impianto in questione di volta in volta. I protocolli di campionamenti devono indirizzare alla selezione del tipo di filtro, del diametro dei pori etc., in modo da identificare e minimizzare le potenziali fonti di incertezza durante la filtrazione del campione.

La filtrazione in linea è raccomandata perché porta ad una maggiore consistenza tramite una minor manipolazione del campione, oltre a minimizzare l'esposizione dello stesso all'atmosfera. I filtri in linea sono disponibili sia in formato usa e getta che riutilizzabile, oltre che in vari formati e dimensioni (0.1 – 5 µm). Quelli usa e getta hanno il vantaggio di avere una capacità superiore sui sedimenti rispetto ai tradizionali filtri a membrana. I filtri devono essere prelevati in accordo alle prescrizioni del produttore. Se la risciacquatura non è prevista, far scorrere un litro d'acqua di falda tra la raccolta del campione e la fine dello spurgo. Una volta iniziata la filtrazione, la massa filtrata può ostruire i passaggi a valori inferiori di quelli nominali del filtro e naturalmente diversi da quelli desiderati. Azioni correttive possono essere la prefiltrazione con filtri a maggior luce di passaggio o la riduzione del volume da campionare.

F) CAMPIONAMENTO CONTENITORI, CONSERVAZIONE E DECONTAMINAZIONE

(liberamente tratto da EPA – GROUND WATER ISSUE DOCUMENTO EPA/540/S-95/504 – APRILE 1996 “Procedure di campionamento delle acque di falda di tipo low-flow e a minimo abbassamento del livello del pozzo)

A fronte della stabilizzazione dei parametri indicatori (vedi punto C2) , il campionamento può avere inizio.

Se viene utilizzato uno strumento di analisi in linea, questo deve essere disconnesso o bypassato durante il prelievo del campione. La portata, durante la raccolta del campione, deve essere inferiore di quella utilizzata durante lo spurgo o, se tale operazione è stata eseguita in low-flow, può essere al massimo eguale. Adottare portate per il prelievo del campione inferiori a quelle di spurgo aiuta a minimizzare l'areazione, la formazione di bolle, il riempimento troppo turbolento del contenitore. Qualora siano da campionare sostanze volatili le portate adottate devono essere in grado di evitare la perdita di tali sostanze dovute a lunghi tempi di residenza nelle tubazioni. Nel

caso di campionamento mediante low-flow, portate inferiori a 0.5 l/min in genere sono appropriate. La stessa apparecchiatura utilizzata per lo spurgo deve essere utilizzata per il campionamento. La campagna di campionamenti deve avvenire partendo dal pozzo meno contaminato e passare man mano a quelli con livelli di contaminazione superiori. Generalmente, i campioni destinati alla determinazione delle sostanze volatili (ad esempio solventi e componenti di carburanti) e parametri sensibili ai gas (per es. Fe^{2+} , CH_4 , $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}$, alcalinità) devono essere campionati per primi. La sequenza con cui vengono raccolti i campioni per la maggior parte dei parametri inorganici non è importante, a meno che si desiderino campioni filtrati (sostanze in soluzione). La filtrazione deve avvenire alla fine e devono essere utilizzati, come discusso precedentemente, filtri in linea. Il contenitore del campione sarà preparato in precedenza e adatto agli analiti di interesse e includerà, quando necessario, le sostanze atte alla conservazione del campione. Il campione d'acqua deve essere versato direttamente nel contenitore dal tubo di mandata della pompa.

Immediatamente dopo essere stato riempito, il contenitore deve essere conservato come specificato dal protocollo di conservazione del campione. I protocolli di conservazione dei campioni sono basati sul tipo di analisi che deve essere effettuata. Può essere consigliabile aggiungere conservanti prima di arrivare al sito in modo da ridurre il rischio di conservare in modo inadatto i contenitori o di introdurre dei contaminanti presenti nel sito durante l'aggiunta di conservanti.

I conservanti devono essere trasferiti dal loro contenitore al contenitore del campione utilizzando pipette usa e getta di idoneo materiale. Il contenitore viene poi etichettato in conformità alle procedure del protocollo di conservazione del campione.

I protocolli di decontaminazione delle apparecchiature sono in qualche modo dipendenti dal tipo di strumento utilizzato e dal tipo di contaminante presente in sito. Si raccomanda particolare attenzione nell'identificare tutte le situazioni in cui si possano realizzare interazioni significative tra la superficie degli apparati di campionamento e determinate molecole contenute nelle acque di falda. Tali interazioni, infatti, possono costituire base di artefatti fuorvianti rispetto alla determinazione dell'effettivo contenuto di tali molecole nei campioni analizzati. Rispetto a ciò particolarmente critica appare la potenziale interazione tra molecole organiche e il materiale plastico di cui sono normalmente costituite le tubazioni degli apparati di campionamento.

Il concetto di Low-Flow (bassa portata) è riferito alla velocità con la quale l'acqua entra nell'aspirazione della pompa, e che proviene dalle immediate vicinanze del filtro del pozzo. Non si riferisce necessariamente alla portata d'acqua scaricata alla superficie, che può essere soggetta a regolazioni e restrizioni. L'abbassamento del livello dell'acqua dà la migliore indicazione dello stress derivato da una certa portata in una certa situazione idrogeologica. L'obiettivo è di estrarre l'acqua in modo tale da minimizzare lo stress (vedi abbassamento del livello) impartito al sistema tenendo conto, in ogni caso, degli obiettivi globali del programma di campionamento. Tipicamente, viene utilizzata una portata di 0.1-0.5 l/min anche se tale valore è legato alle condizioni idrogeologiche caratteristiche del sito. Alcune formazioni a granulometria grossolana sono state campionate con velocità anche di 1 l/min. L'efficacia di un campionamento low-flow è intimamente legato ad un corretto posizionamento della zona fenestrata, alla lunghezza della stessa e alle tecniche con cui il pozzo è stato installato e sviluppato. Il ristabilirsi dei percorsi naturali dell'acquifero in tutte le direzioni è importante per una corretta interpretazione dei risultati analitici. Se si desidera un'alta risoluzione nel campionamento, è necessario utilizzare zone fenestrate non superiori al metro. Si è visto che la necessità di effettuare lo spurgo del pozzo prima del campionamento è dovuta, nella gran parte dei casi, all'azione di disturbo durante il passaggio del mezzo utilizzato per il campionamento. Tale attività provoca la miscelazione degli strati della colonna d'acqua, in particolare tra le zone stagnanti superiori e quelle in movimento nella zona fenestrata. In aggiunta, si crea un'interferenza dovuta alla movimentazione dei sedimenti depositati sul fondo e una spinta di una certa massa d'acqua verso l'acquifero immediatamente adiacente alla parete del pozzo. Questi fattori di disturbo, così come l'impatto negativo sulla qualità del campionamento, possono essere evitati utilizzando apparecchiature dedicate. Tali strumenti permettono di evitare l'inserimento di "corpi estranei" prima di effettuare spurgo e campionamento.

Utilizzando le tecniche di campionamento Low- Flow è possibile isolare la zona fenestrata dalla colonna d'acqua stagnante che la sovrasta. Se l'aspirazione della pompa è posizionata all'interno dell'area fenestrata, la maggior parte dell'acqua verrà aspirata direttamente dall'acquifero, minimizzando così miscelazione ed interferenze con l'acqua stagnante del pozzo. In ogni caso, se il pozzo non è costruito a dovere, altre zone non previste possono venire accidentalmente campionate.

i. PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO LOW-FLOW

La seguente procedura è stata sviluppata sulla base di anni di esperienza nel campo del campionamento delle acque di falda per la determinazione di composti organici e inorganici e raccoglie le esperienze degli autori (e altri) nel corso degli anni (Barcelona et.al., 1984, 1994; Barcelona and Helfrich, 1986; Puls and Barcelona, 1989; Puls et. Al. 1990, 1992; Puls and Powell, 1992; Puls and Paul, 1995).

La raccolta di dati ad un elevato livello qualitativo è essenziale per il monitoraggio degli acquiferi e per la caratterizzazione del sito. Le maggiori limitazioni alla raccolta di campioni rappresentativi sono dovuti a: miscelazione tra acqua stagnante presente nel pozzo e acqua fresca dal filtro durante l'inserimento dell'apparecchiatura per il campionamento, disturbi e risospensioni di solidi sedimentati sul fondo del pozzo dovute all'utilizzo di pompe ad alta portata o alla movimentazione di bailers, introduzione di gas dall'atmosfera durante la produzione o la manipolazione del campione, un utilizzo non appropriato di sistemi di campionamento a vuoto, ecc...

ii. RACCOMANDAZIONI PER IL CAMPIONAMENTO

I campioni di fluido non devono essere presi immediatamente dopo le procedure di sviluppo (diverso dallo spurgo) del pozzo. Bisogna attendere un tempo sufficiente affinché si ristabilizzi il

naturale movimento dell'acquifero nelle vicinanze del pozzo di monitoraggio e che un nuovo equilibrio chimico con i materiali di costruzione venga raggiunto. Tale lasso di tempo dipende da vari fattori legati alle condizioni del sito e ai metodi di installazione, ma spesso supera la settimana.

Lo spurgo del pozzo è quasi sempre necessario per ottenere che un flusso di acqua di formazione attraversi la fenestratura del pozzo. Piuttosto che utilizzare la procedura generalizzata (ma arbitraria) di spurgare tre volumi di acqua prima del campionamento, è raccomandato l'utilizzo di strumenti di misura in linea (per esempio celle a deflusso) per identificare il tempo di stabilizzazione di alcuni parametri (temp, pH, conducibilità, redox, ossigeno disciolto, torbidità) di ogni pozzo. I dati relativi alla portata di estrazione, abbassamento di livello e volume richiesto per la stabilizzazione dei parametri possono essere usati come guida per le successive attività di campionamento.

Le seguenti sono raccomandazioni da tenere in considerazione prima, durante e dopo le attività di campionamento:

- utilizzare basse portate (in genere <0.5 l/min) durante lo spurgo e il successivo campionamento in modo da ottenere il minimo abbassamento nel livello del pozzo;
- massimizzare il diametro dei tubi e minimizzare la lunghezza;
- posizionare l'aspirazione della pompa nel punto di campionamento desiderato;
- minimizzare i fattori di disturbo sulla colonna d'acqua stagnante al di sopra dell'intervallo fenestrato durante le operazioni di misura del livello e l'inserimento del mezzo campionante
- effettuare gli aggiustamenti per stabilizzare la portata il più velocemente possibile;
- monitorare gli indicatori della qualità delle acque durante lo spurgo;

Nel corso dei primi campionamenti, soprattutto al fine di meglio tarare il protocollo di monitoraggio, oppure nelle verifiche periodiche di efficienza del pozzo è consigliabile eseguire campioni non filtrati e filtrati per valutare il carico di contaminanti legato al trasporto solido e il potenziale di trasporto nel sistema sotterraneo;

iii. CALIBRAZIONE DELL'EQUIPAGGIAMENTO.

Prima del campionamento, tutto l'equipaggiamento deve essere calibrato in accordo alle raccomandazioni dei produttori, del Piano di Gestione Qualità del Progetto e del Piano di Campionamento in situ. La calibrazione del pH deve essere effettuata con almeno due soluzioni buffer che includano l'intervallo previsto. La calibrazione per l'ossigeno disciolto deve essere corretta in funzione della pressione barometrica e del livello altimetrico.

iv. MISURA DEL LIVELLO DELL'ACQUA E MONITORAGGIO

Per quanto riguarda le misure freaticometriche si rimanda a quanto già descritto. In ogni caso si raccomanda che l'apparecchiatura utilizzata sia il meno possibile di disturbo all'acqua contenuta nel corpo pozzo. Si deve in particolare considerare che l'introduzione della strumentazione sino al fondo del pozzo porta in sospensione i solidi decantati e richiede un tempo di spurgo più lungo a causa della torbidità indotta. Per questi motivi la profondità del pozzo va rilevata a campionamento avvenuto.

v. TIPO DI POMPA

L'utilizzo di pompe a bassa portata (0.1 – 0.5 l/min) è consigliato per lo spurgo ed il campionamento di tutti i tipi di analiti. Tutte le pompe hanno dei limiti, e questi devono essere tenuti in considerazione rispetto all'applicazione in un determinato sito. I bailers sono strumenti inadeguati per i campionamenti Low-Flow.

1) Considerazioni generali

Non ci sono dei requisiti particolari rispetto alle apparecchiature da utilizzare con le tecniche di campionamento Low-Flow. La cosa più importante è che l'apparecchiatura dia risultati

consistenti e il minimo disturbo al sistema nell'intervallo di portate tipiche di questa tecnica (< 0.5 l/min).

E' chiaro che un'apparecchiatura che ottiene un abbassamento di livello minimo o nullo in un pozzo potrebbe essere causa di un significativo abbassamento in un altro con caratteristiche di trasmissività della formazione più basse. In questo senso, la pompa non deve causare modifiche nella pressione, temperatura o nelle altre caratteristiche fisiche del campione d'acqua in un ragionevole range di campionamenti. La costanza nelle operazioni è un fattore critico per ottenere risultati di accuratezza e precisione.

2) Vantaggi e svantaggi delle apparecchiature di campionamento

E' disponibile una varietà di strumenti per lo spurgo e campionamento Low – Flow, quali le pompe peristaltiche, le pompe "bladder", le elettriche sommergibili e le pompe a gas. Sono da preferirsi le apparecchiature che meglio si prestano sia ad essere strumenti dedicati (a posizionamento fisso) che a funzionare in modo consistente alle basse portate utilizzate nel Low-Flow.

E' anche auspicabile che si possa avere un buon controllo sui parametri operativi della pompa anche a portate molto basse. La pompa peristaltica è limitata ad applicazioni di bassa profondità, e può portare a degasaggio del campione con il risultato di alterare il pH e l'alcalinità e di perdita delle sostanze volatili. Le pompe a gas devono essere del tipo che non permetta il contatto tra il fluido e il gas stesso.

Chiaramente, i bailers e gli altri strumenti della stessa famiglia non sono assolutamente adatti per questa tecnica di campionamento, in quanto portano ad innalzare la torbidità del sistema e a miscelare le acque stagnanti con quelle di formazione. Allo stesso modo, anche sistemi a spinta inerziale con valvola di fondo causano troppi disturbi al pozzo. L'uso di questi strumenti porta inoltre ad introdurre dei fattori incontrollati dovuti alla variabilità nell'azione dell'operatore.

Sommari sui vantaggi e gli svantaggi dei vari strumenti di campionamento sono elencati in Herzog et al. (1991), U.S. EPA (1992), Parker (1994) e Thurnblad (1994).

vi. INSTALLAZIONE DELLA POMPA

Le apparecchiature di campionamento dedicate (fisse nel pozzo) che sono in grado di pompare e produrre campioni sono da preferirsi. Ogni strumento portatile deve essere calato lentamente e con attenzione fino al centro della zona fenestrata o leggermente più in alto (per es. 1 – 1.5 metri al di sotto del limite superiore della fenestratura di 3 metri). Ciò per minimizzare la miscelazione con la colonna di acqua stagnante superiore e, nello stesso tempo, ridurre al minimo gli effetti di una risospensione del particolato decantato sul fondo del pozzo. E' dimostrato come questi due effetti di disturbo incidano direttamente sui tempi di spurgo del sistema. Sembra inoltre che ci sia una correlazione diretta tra le dimensioni dell'apparecchiatura di campionamento in rapporto al diametro del pozzo ed il tempo di spurgo. La chiave è minimizzare i fattori di disturbo per l'acqua ed i solidi all'interno del corpo del pozzo.

vii. IL CONTROLLO DEL LIVELLO E DEI PARAMETRI INDICATORI DI QUALITA'

Controllare periodicamente l'abbassamento di livello dell'acqua del pozzo permette eventualmente di correggere la portata di spurgo. L'obiettivo è ottenere un abbassamento minimo del livello (< 0.1 m) durante lo spurgo. Ciò può essere difficile da ottenere in alcune circostanze a causa di formazioni geologiche particolarmente eterogenee incluse nella zona fenestrata, e può richiedere una regolazione del flusso particolare ed una certa esperienza. I parametri indicatori della qualità dell'acqua devono essere continuamente monitorati in linea durante lo spurgo. Tali indicatori devono includere temperatura, pH, potenziale redox, conducibilità, ossigeno disciolto e torbidità. Gli ultimi tre parametri sono spesso i più sensibili. I valori di portata, abbassamento di livello, tempo e volume di spurgo possono servire come indicatori per i successivi spurghi e campionamenti. I valori misurati devono essere registrati ogni 3-5 minuti quando vengono utilizzati i valori di portata suggeriti nei precedenti paragrafi. La stabilizzazione si può considerare raggiunta

quando tutti i parametri sono stabili per tre misure successive. Al posto della misura di tutti e sei i parametri citati precedentemente, può essere previsto un set minimo che deve comunque includere temperatura, pH, conducibilità e torbidità o ossigeno disciolto. Le tre letture consecutive dei parametri utilizzati per valutare la stabilizzazione devono avere uno scostamento massimo di:

- +/- 10% per la temperatura,
- +/- 0.1 per il pH,
- +/- 3% per la conducibilità,
- +/- 10 mV per i potenziale Redox
- +/- 10% per ossigeno e torbidità.

I trend di stabilizzazione di questi indicatori sono generalmente ovvi e seguono percorsi esponenziali asintotici verso la stabilizzazione. Ossigeno e torbidità richiedono solitamente il tempo più lungo prima della stabilizzazione. Quanto sopra esposto, in merito ai deltaset di stabilizzazione, offre una indicazione di base. Questi possono essere meglio tarati per ciascun sito in base ai dati a disposizione.

viii. FORMAZIONI A BASSA PERMEABILITÀ

Lo scopo finale dei programmi di campionamento o gli obiettivi dello stesso indirizzano le scelte di posizionamento dei punti di prelievo, le loro modalità di installazione e la scelta delle apparecchiature da utilizzare. Allo stesso modo, anche le condizioni idrogeologiche caratteristiche del sito hanno influenza su queste decisioni. Siti con basse permeabilità che causano dei percorsi discreti dell'acqua possono richiedere approcci ad hoc. Talvolta è necessario trovare soluzioni alternative, visto che le basse permeabilità possono richiedere spurghi a bassissima portata (<0.1 l/min) e la tecnologia può non essere di supporto. Dove non possano essere utilizzate apparecchiature che permettono di prelevare acqua a portate così basse, la considerazione principale è quella di cercare di evitare lo svuotamento dell'area fenestrata del pozzo. Ciò può richiedere ripetute fermate durante lo spurgo, per permettere al pozzo di ricaricarsi, lasciando la pompa immersa. L'uso delle tecniche low-flow può risultare poco pratico in queste condizioni, a seconda del tempo di ricarica. Si suggerisce in tal caso una comparazione tra i valori ottenuti tramite tecniche di low-flow e campionamenti passivi. La raccolta tramite campionamento passivo prevede l'acquisizione del campione senza effettuare o effettuando in quantità modeste lo spurgo del pozzo utilizzando un sistema di campionamento dedicato (fisso nel pozzo) o un sistema passivo di raccolta.

ix. FORMAZIONI A BASSA PERMEABILITÀ' (RICARICA <0.1 L/MIN)

Spurgo e campionamento low-flow tramite pompe

- a. “modalità portatile o non dedicata” – Calare la pompa (una in grado di erogare portate <0.1 l/min) fino al centro, o leggermente più in alto, della sezione fenestrata e lasciarla posizionata per un minimo di 48 ore (per ridurre il volume di spurgo). Passate 48 ore, utilizzare le procedure descritte alla sezione vii che riguardano la stabilizzazione dei parametri ecc., ma senza svuotare la parte fenestrata. Se il calo di livello eccessivo o la ricarica lenta diventano un problema, allora è meglio seguire gli approcci seguenti.
- b. “modalità dedicata” – Posizionare la pompa come nel modo precedente almeno una settimana prima del campionamento; ciò significa in pratica lavorare con apparecchiatura dedicata al pozzo. Con questo approccio i parametri indicatori dovrebbero stabilizzarsi molto più rapidamente, a causa del minor disturbo causato alla zona di campionamento.

Raccolta passiva del campione – La raccolta passiva del campione richiede l'inserimento del manufatto (lisimetri da insaturo) nell'intervallo fenestrato per un tempo tale da permettere di ottenere un certo equilibrio tra flusso sotterraneo e campione prima dell'estrazione e successiva analisi. Concettualmente, l'estrazione di acqua da un pozzo a bassa permeabilità si avvicina di più alla raccolta d'acqua da zone insature e le tecniche di campionamento passivo possono risultare più appropriate in termini di ottenimento di un

campione rappresentativo. Riuscire ad ottenere i volumi di campioni richiesti è normalmente un problema con questo tipo di approccio.

5 - DEFINIZIONE DELLO STATO QUALITATIVO DELLE ACQUE, PROCEDURE DI PRIMA GESTIONE DEGLI STATI SOPRA SOGLIA

Sulla base dei risultati delle analisi e dei risultati dell'eventuale monitoraggio in continuo saranno possibili tre diversi scenari:

- STATO NORMALE
- STATO DI ATTENZIONE
- STATO DI GUARDIA.

STATO NORMALE - Lo stato normale per una discarica si instaura qualora tutti i parametri analizzati nel tempo presentino costantemente valori di concentrazione inferiori al valore soglia di attenzione. In tal caso salvo diversa e specifica prescrizione, verrà conservato lo status quo per quanto concerne le procedure di autocontrollo delle acque sotterranee. Lo STATO NORMALE viceversa verrà ufficialmente dichiarato con apposita comunicazione scritta dall'Amministrazione Provinciale nel caso in cui si esca da uno stato di attenzione o guardia.

STATO DI ATTENZIONE – Nel caso di superamento della soglia di attenzione il laboratorio è tenuto a comunicare immediatamente il fatto alla Ditta, la quale dovrà a sua volta informare l'Amministrazione Provinciale senza attendere la scadenza dei termini di trasmissione dei referti (30 gg dal prelievo del campione). In tal caso la Direzione della Discarica, sulla base dei dati analitici in suo possesso, deve attivare le procedure di attenzione appositamente previste sia per la verifica della significatività dei dati che per le eventuali misure di sicurezza da adottare. Lo stato di attenzione per una discarica verrà ufficialmente dichiarato, con apposita comunicazione scritta, dall'Amministrazione Provinciale, qualora, dopo le verifiche sulla significatività dei dati a disposizione, anche un solo parametro tra quelli analizzati presenti ancora valori di concentrazione superiori a quello di soglia di attenzione, ma inferiore al valore di soglia di guardia. Lo stato di attenzione verrà quindi ufficialmente dichiarato e proseguiranno le già previste procedure di verifica e di sicurezza, se del caso ne verranno attivate altre maggiormente specifiche qualora l'Amministrazione Provinciale lo ritenga necessario sulla base dell'andamento e delle tendenze evolutive delle analisi di verifica eseguite.

STATO DI GUARDIA – Nel caso di superamento della soglia di guardia il laboratorio è tenuto a comunicare immediatamente il fatto alla Ditta, la quale dovrà a sua volta informare l'Amministrazione Provinciale senza attendere la scadenza dei termini di trasmissione dei referti (30 gg dal prelievo del campione). In tal caso la Direzione della Discarica, sulla base dei dati analitici in suo possesso, deve attivare le procedure di guardia appositamente previste sia per la verifica della significatività dei dati che per le eventuali misure di sicurezza da adottare. Lo stato di guardia per una discarica verrà ufficialmente dichiarato, con apposita comunicazione scritta, dall'Amministrazione Provinciale, qualora, anche dopo le verifiche sulla significatività dei dati a disposizione, anche un solo parametro tra quelli analizzati presenti ancora valori di concentrazione superiori a quello di soglia di guardia. Lo stato di guardia verrà quindi ufficialmente dichiarato e proseguiranno le già previste procedure di verifica e di sicurezza, se del caso ne verranno attivate altre maggiormente specifiche qualora l'Amministrazione Provinciale lo ritenga necessario sulla base dell'andamento e delle tendenze evolutive delle analisi di verifica eseguite.

Le frequenze caratteristiche delle analisi in condizioni di STATO NORMALE potranno essere reintrodotte, a seguito di uno stato di Attenzione o di Guardia, su specifica comunicazione

dell'Amministrazione Provinciale, una volta che si sia accertata l'assenza di persistenti contaminazioni indotte dalle attività della discarica.

Prima dell'avvio dell'impianto dovrà essere eseguita una campagna di monitoraggio, in almeno tre date distinte consistente in prelievi nei quali dovranno essere misurati i parametri del monitoraggio continuo se presente e prelevati campioni d'acqua ed eseguite le analisi di qualità per tutti i parametri elencati nella tabella 1 o entro il protocollo di analisi stilato ad hoc per l'impianto in questione. Dovrà in pratica essere eseguita almeno una terna di controlli per ogni pozzo spia, al fine di poter definire uno stato ambientale di riferimento (stato zero) eventualmente da confrontare con quanto presentato in fase di progetto, che consentirà la corretta interpretazione dei risultati delle analisi successive. Lo stato ambientale di riferimento includerà anche i parametri previsti nell'eventuale monitoraggio in continuo.

6 - ELABORAZIONI MINIME DA PRODURRE PER LA RICHIESTA DI MODIFICA DEL SET DI PARAMETRI, DELLA FREQUENZA DELLE ANALISI PERIODICHE E DELLE SOGLIE DI ATTENZIONE/GUARDIA

L'insieme di parametri, la periodicità e le soglie di attenzione e guardia previsti al punto A) del capitolo 4 possono essere variati per il singolo impianto se ne sussistono le condizioni in funzione delle caratteristiche idrogeologiche, idrochimiche del sito ove è ubicata la discarica ed in funzione delle caratteristiche chimiche del potenziale inquinante (sostanzialmente, anche se non esclusivamente percolato e liquido di sottotelo). Perché venga presa in considerazione l'istanza di ottenere quanto sopra la Ditta deve produrre formale richiesta corredata da una serie di elaborati minimi, di seguito meglio specificati, che siano in grado di evidenziare le condizioni per la variazione del set di parametri da determinare, la frequenza delle determinazioni, ed i valori soglia. In tali elaborati dovranno inoltre essere indicati il nuovo set di parametri le nuove periodicità e le nuove soglie. Le variazioni proposte potranno essere applicate dalla Ditta solo dopo formale approvazione dell'Amministrazione Provinciale.

ELABORATI MINIMI

- a) **CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA** – La caratterizzazione idrogeologica deve prevedere:
- un'accurata **ricostruzione litostratigrafica** del sito, basata su specifiche indagini geognostiche, ed esplicitata tramite la produzione di **sezioni litostratigrafiche e carte ad isobate ed isopache delle unità litologiche**. Le unità litologiche potranno essere individuate secondo vari parametri tecnici-sedimentologici, geologici in genere al fine di definirne i reciproci rapporti spaziali tra i sedimenti presenti nel sottosuolo ma vi dovrà, alla fine di tutto lo studio, **sempre essere una individuazione e suddivisione del sottosuolo in funzione dei parametri idraulici (conducibilità idraulica ed eventualmente altri)**.
 - l'individuazione delle **unità acquifere di dettaglio** del sito (orizzonti acquiferi, aquitard e acquiclude) rappresentando la situazione tramite **profili e carte ad isobate ed isopache**. In base alla normativa vigente (DM 471/99) è di fondamentale importanza il monitoraggio della matrice ambientale, acque sotterranee, astraendola dal concetto di sfruttabilità della risorsa in quanto ciò che deve risultare dal monitoraggio è se l'impianto, nel caso specifico la discarica, stia inquinando o meno, pertanto alterando o

meno lo stato chimico-fisico delle matrici ambientali. Quindi, è necessario estendere i concetti di acquifero ad un più ampio insieme di orizzonti del sottosuolo anche effimeri ed a bassa permeabilità e produttività (es: acque contenute in sabbie limose, in limi sabbiosi e similari) ma che sono in grado di evidenziare, tramite lo stato delle acque in essi contenute, eventuali influenze della discarica sullo stato chimico-fisico delle acque sotterranee medesime e più in generale del sottosuolo del sito in questione. Pertanto allo scopo devono essere individuate tutte quelle zone di sottosuolo dove può esserci una direzione preferenziale di migrazione di inquinanti per gradienti che possono essere sia idraulici che chimico-fisici (concentrazione, temperatura etc) o zone di accumulo dello stesso. Queste zone del sottosuolo e queste acque vengono a costituire le acque sotterranee, da monitorare. Questo concetto deve essere ben chiaro soprattutto nell'ottica del dimensionamento della rete di monitoraggio (numero di pozzi spia, geometria della distribuzione degli stessi e tipi di pozzo spia, classico pozzo fenestrato a tubo aperto oppure altri metodi quali campionatori stazionari o mobili o altri espedienti tecnici risultanti dall'evoluzione dello stato dell'arte). Tutto questo deve inoltre essere sempre tenuto in debita considerazione qualora si progetti una rete di monitoraggio nella pianura trevigiana, ma maggiormente deve essere considerato nella zona al di sotto del limite delle risorgive, in virtù del fatto che spesso in questo territorio le differenze tra orizzonti acquiferi, aquiclude ed aquitard non sono particolarmente evidenti, le differenze di conducibilità idraulica sono modeste ed inoltre l'estensione di tali orizzonti è estremamente variabile.

- redazione di **carte ad isofreatiche e/o isopieziche di dettaglio e territoriali** per ciascun orizzonte acquifero - falda di rilievo nel monitoraggio delle acque sotterranee. Tali carte dovranno essere redatte sulla base di specifiche campagne di misura e dovranno coprire sia periodi di magra che di piena all'interno di uno o più anni idrogeologici. Dall'elaborazione statistica dei dati e tramite modellizzazione dovranno essere prodotte **carte ad isofreatiche e/o isopieze dello stato medio relativo al periodo di magra e di piena della falda. La significatività delle elaborazioni** medie prodotte deve essere verificata e valutata perlomeno in base alla **devianza di quest'ultime** dalle rispettive situazioni puntuali spazio temporali. Il dimensionamento della rete di monitoraggio dovrà essere effettuato sullo stato medio dei deflussi di falda di piena e di magra.
 - dovranno essere indicati i valori specifici e medi nonché la significatività statistica del dato medio del gradiente idraulico, della velocità darcyana e della velocità effettiva,
- b) **CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA E DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI IDRODISPERSIVI.** Come **indicazioni minime** dovranno essere forniti valori puntuali e medi sulle seguenti grandezze idrauliche ed idrodispersive sottolineando quale sia la valenza statistica del valore medio suggerito ed adottato nelle elaborazioni.
- Conducibilità idraulica, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento
 - Coefficiente di diffusione, dispersività longitudinale e trasversale, coefficiente di dispersione,
- c) **CARATTERIZZAZIONE IDROCHIMICA DELLA FALDA** – deve essere definito il punto zero (bianco) di tutti i parametri previsti al punto A capitolo 4 e di quelli addizionali o sostitutivi ricavati dalla caratterizzazione chimica del percolato e del liquido di sottotelo. La caratterizzazione deve avvenire possibilmente mediante metodi statistici che indichino i valori medi e le varianze, possibilmente definendole anche nel ciclo idrogeologico se questo è possibile o comunque calandole nel contesto di eventuali contaminazioni in atto e quindi prevedere un sistema dinamico di valutazione dei valori significativi. La caratterizzazione deve avvenire quindi su dati relativi ai pozzi spia della discarica ma possibilmente anche su dati riguardanti pozzi esterni.

- d) **CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEL PERCOLATO-COLATICCI E DEL LIQUIDO DI SOTTOTELO (per semplicità nel seguito indicati percolati)** – Devono essere ricercati gli analiti di base (si veda tabella riportata di seguito) più quelli che in funzione delle caratteristiche dei rifiuti potrebbero essere significativi anche se non normati in quanto comunque utilizzabili in qualità di marker (traccianti). La caratterizzazione dei percolati deve avvenire a ciascun pozzo di captazione o al massimo per gruppi di pozzi di captazione (confezionando un campione medio tra i pozzi del gruppo) afferenti a vasche in cui sono stati conferiti rifiuti chimicamente omogenei dal punto di vista della produzione di ipotetici liquidi di percolazione oppure in funzione delle caratteristiche costruttive della discarica e della rete di monitoraggio. Qualora il numero di determinazioni lo consenta deve essere fornita la caratterizzazione su base statistica evidenziando le devianze. In questo tipo di analisi ed elaborazione del dato deve essere tenuto in debito conto che il chimismo dei percolati è dinamico, si evolve nel tempo e pertanto le medie e le devianze dovranno tenere conto di ciò e storicizzare i valori medi e le devianze attribuite ai percolati, poiché i tempi di risposta dei sistemi, discarica e sottosuolo per citarne due, possono essere differenti ed accentuare o mascherare gli effetti legati a diverse cause.

Considerata la normativa di settore di recente emanazione (D.lgs. 13/03/2003 n. 36, DM. 13 marzo 2003), nel caso di discariche per rifiuti inerti per le quali sia possibile una caratterizzazione dei percolati, deve essere adottata la procedura sopra descritta. Viceversa, in assenza di un sistema di captazione dei percolati, cosa tra l'altro prevista dalla normativa e storicamente realizzata nelle discariche 2A, la caratterizzazione dei colaticci deve essere eseguita per via indiretta mediante test di cessione sui rifiuti con le metodiche previste nella normativa in vigore. Sulle risultanze dei test di cessione la Ditta potrà proporre il protocollo di monitoraggio (definizione dell'insieme dei parametri, valori di attenzione/guardia, periodicità delle determinazioni)

PARAMETRO
Temperatura
pH
BOD5
COD
TOC
Conducibilità elettrica
Solfati
Azoto Ammoniacale
Azoto nitroso
Azoto nitrico
TON
Cadmio
Piombo
Arsenico
Boro
Ferro
Manganese
Calcio
Cromo Totale
Sodio
Cloruri
Fenoli
Solventi Clorurati
Rame
Cianuri
Mercurio
Cromo esavalente
Zinco
Solventi Aromatici
Nichel
Potassio
Magnesio
Alcalinità come CaCO3
Bario
Idrocarburi
IPA
Pesticidi fosforati e totali
Berillio
Selenio
Tallio
Alluminio
Antimonio
Argento
Cobalto
Fluoruri
Acido para-ftalico
p-toluen solfonammide
Solventi organici azotati

- e) **MONITORAGGIO IN CONTINUO** – Il monitoraggio in continuo deve prevedere i seguenti parametri minimali, eventualmente integrabili, livello di falda, temperatura, pH, conducibilità elettrica, redox. Di fondamentale importanza è la definizione del deltaset. Per le nuove discariche e nei casi in cui i dati storici non siano statisticamente significativi dovrà essere adottato come deltaset quanto desumibile da bibliografia. Nel caso in cui i dati storici esistano dovrà essere svolta una elaborazione statistica che individui la devianza e questo costituirà il deltaset.
- f) **MODELLIZZAZIONE** – Le ricostruzioni idrogeologiche, idrochimiche, idrauliche ed idrodisperse dovranno essere confrontate con i parametri chimici del potenziale inquinante (percolato) al fine di creare un modello dispersivo di potenziale inquinamento e proporre un dimensionamento della rete di monitoraggio definendone geometria, distanze, periodicità dei prelievi, completamento dei pozzi, attrezzature di emungimento ed altre caratteristiche tecniche. Tale dimensionamento dovrà garantire la massima intercettazione possibile del flusso di falda passante sotto la discarica, la massima probabilità di intercettazione di eventuali inquinamenti derivanti dalla discarica, garantendo tempi di risposta del sistema di monitoraggio compatibili con la protezione di eventuali bersagli e tali da non inficiare il reale rilevamento dell'inquinamento e la tempestività dell'attivazione delle relative procedure di attenzione e guardia.

Il lavoro può essere suddiviso in diversi stadi di avanzamento ed il risultato finale può essere raggiunto per successive approssimazioni ed affinamenti in un sistema dinamico di definizione del migliore sistema di monitoraggio per ciascun impianto.

Di seguito viene proposta un tipo di suddivisione per stadi di avanzamento lavori, le Ditte in ogni caso possono avanzare altre proposte di segmentazione dei lavori.

FASE 1

In questa fase sono previste le elaborazioni per ottenere la sola revisione dei parametri da determinare mensilmente, quadrimestralmente ed annuale sulle acque di falda prelevate ai pozzi spia. Dovranno quindi essere caratterizzati i percolati ed in base ai risultati ottenuti sulle acque di falda dovranno essere determinati:

- con frequenza mensile tutti quei parametri che nei percolati hanno valori maggiori/uguali ai limiti di guardia per le acque di falda,
- con frequenza quadrimestrale tutti quei parametri la cui concentrazione nei percolati sono comprese tra la soglia di attenzione e di guardia delle acque di falda,
- con frequenza annuale tutti quei parametri che nei percolati sono al di sotto della soglia di attenzione.

FASE 2

Con gli elaborati prodotti in questa fase è possibile iniziare il procedimento per un'ulteriore revisione dei parametri da determinare per ciascuna scadenza temporale, una verifica per la variazione della periodicità nonché delle soglie di attenzione e di guardia.

Quindi fatte salve le determinazioni previste nella **FASE 1** dovrà essere:

- revisionata ed eventualmente progettata una rete di monitoraggio, sia in continuo che periodica, sulla base di un modello idrogeologico-idrodispersivo.
- progettato un sistema di monitoraggio in continuo.

Quindi la Ditta sulla base degli elaborati prodotti per soddisfare ai due punti di cui sopra dovrà proporre l'insieme di parametri da determinare e le relative periodicità.

Tale revisione in funzione dell'approfondimento sulle caratteristiche idrogeologiche, idrauliche, idrochimiche del sito del chimismo dei percolati e dello stato dell'impianto potrà svolgersi in **SOTTOFASI (FASE 2-a, FASE 2-b, etc)** che verranno a determinarsi nel corso del procedimento in funzione delle richieste avanzate dalla Ditta.

ALLEGATO 1 – SCHEMA VERBALE DI CAMPIONAMENTO

ANAGRAFE POZZO SPIA

Pozzo spia N°		Data
Punto quotato di riferimento (m slm)		Comune
Ditta		Località
Discarica (nome)		Via
Tipo	Categoria	Civico

CONDIZIONI POZZETTO DI PROTEZIONE

NORMALI

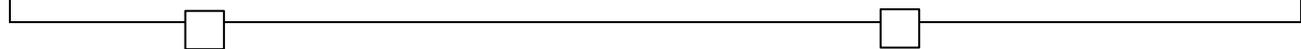
ANOMALE

DESCRIZIONE DELLE ANOMALIE

OPERAZIONI DI SPURGO

Addetto alle operazioni di spurgo e prelievo
Addetto al campionamento
Presenti

Attrezzatura utilizzata per lo spurgo (tipo, modello e profondità (m) dell'attrezzatura da p.q. di riferimento)



Condizioni atmosferiche
Temperatura Aria

Range portata critica (mc/h)

Portata di spurgo (mc/h)

Profondità (m) falda da p.q. di riferimento in
condizioni statiche antecedente le operazioni di spurgo

Massima profondità (m) falda da p.q. di riferimento
raggiunta nel corso delle operazioni di spurgo

Quantità d'acqua contenuta nel pozzo (mc)

Volume di spurgo (mc)

Tempo di spurgo (min)

Da ore a ore del

Tempo atteso per la ristabilizzazione livello statico antecedente lo spurgo

Spurgo protratto sino a (barrare il/i criterio/i utilizzato/i):

	Eliminazione di 4-6 volumi di acqua contenuta nel pozzo (indicare precisamente il volume eliminato)
	Venuta d'acqua chiarificata e stabilizzazione dei valori relativi a pH, temperatura, conducibilità elettrica etc., misurati in continuo (allegare dati in formato tabellare e graficati con indicato il valore del +/- Δ)
	Trascorso il tempo di emungimento determinato preventivamente in funzione delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero (allegare determinazione del tempo)

OPERAZIONI DI CAMPIONAMENTO

Attrezzatura utilizzata per l'emungimento (tipo, modello e profondità (m) dell'attrezzatura da p.q. di riferimento)

Profondità (m) falda da p.q. di riferimento antecedente le operazioni di campionamento

Portata di campionamento (mc/h)

Prelievo campione ore:

Temperatura acqua al prelievo:

pH acqua al prelievo:

conducibilità acqua al prelievo:

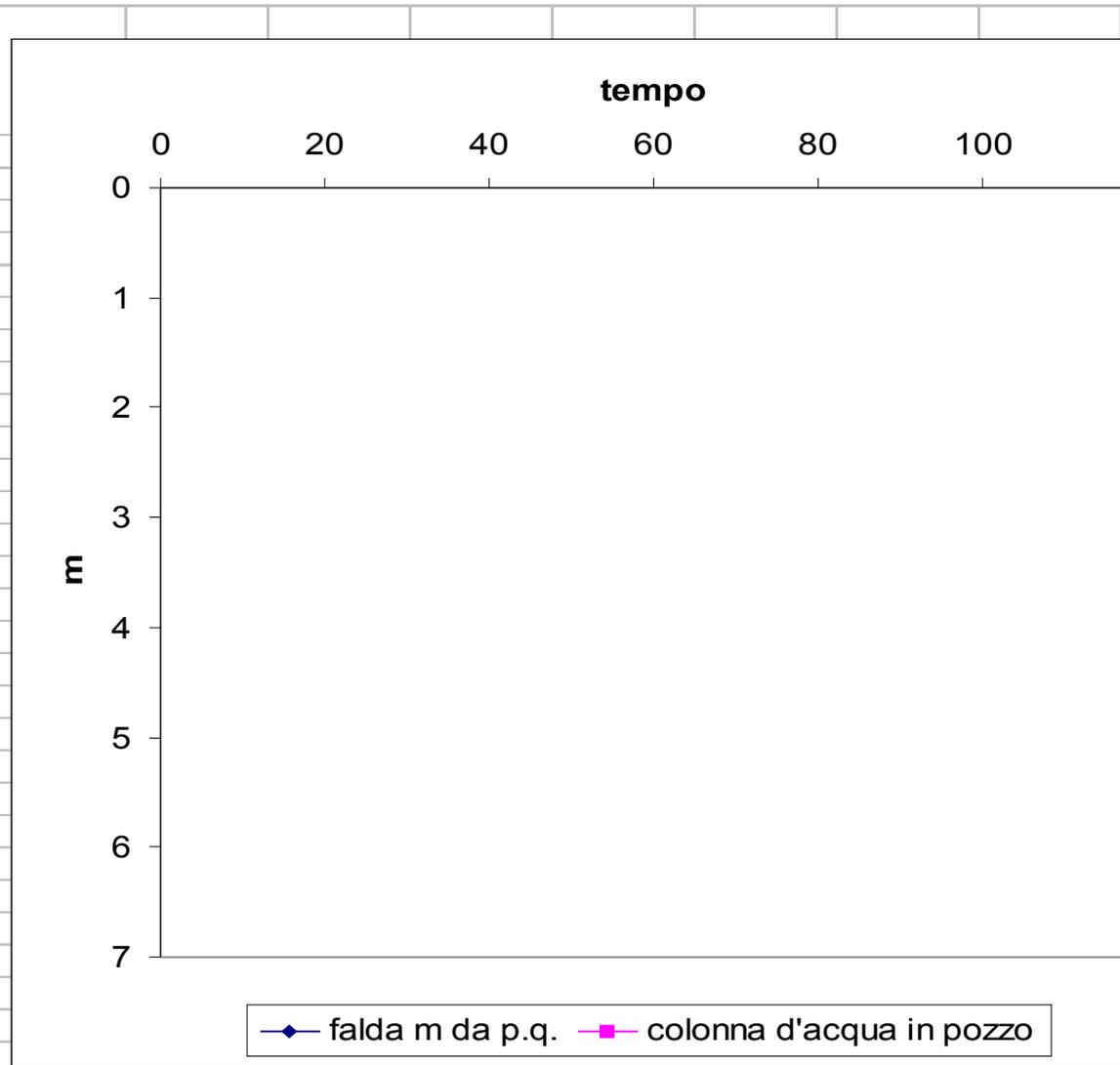
Indicare metodo di prelievo campione utilizzato (da CNR-IRSA 1994 o altro)

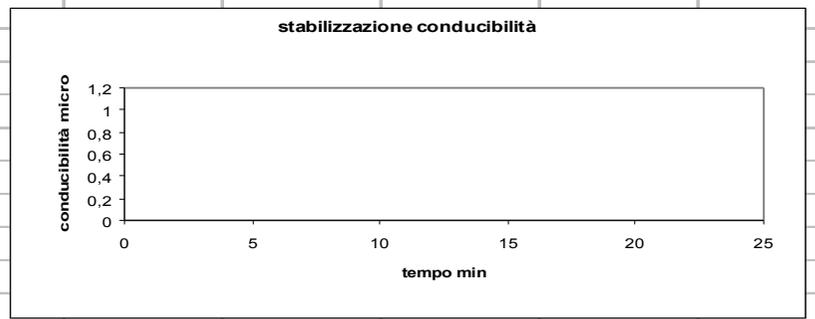
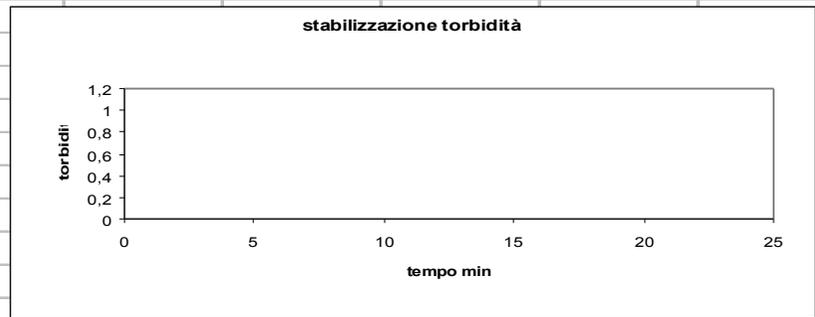
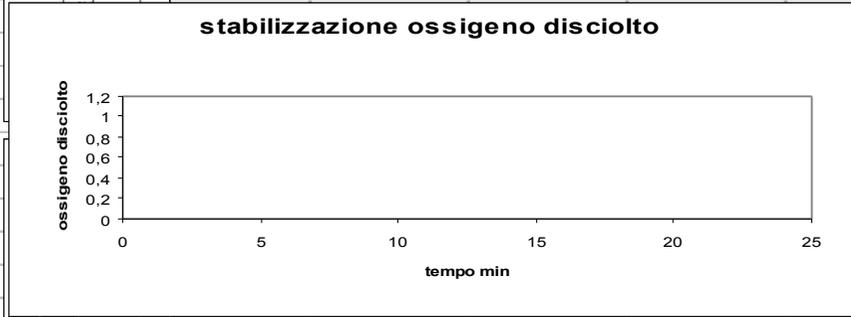
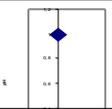
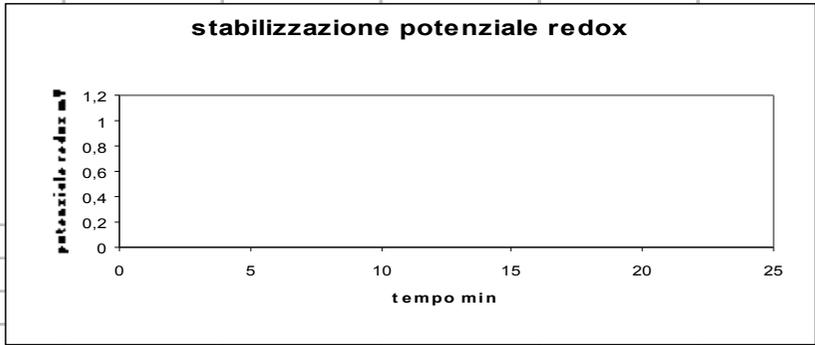
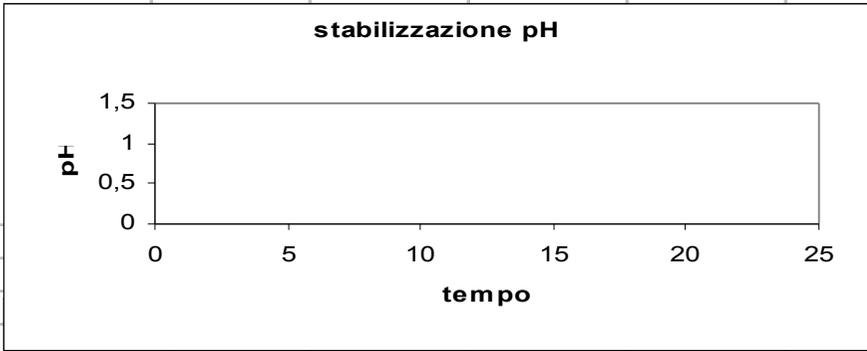
NOTE:

IL TECNICO

PROFONDITÀ FALDA DA P.Q. DI RIFERIMENTO NEL CORSO DELLE OPERAZIONI DI SPURGO

tempo min	prof. Falda m da p.q.	colonna d'acqua in pozzo-m
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		
70		
75		
80		
85		
90		
95		
100		

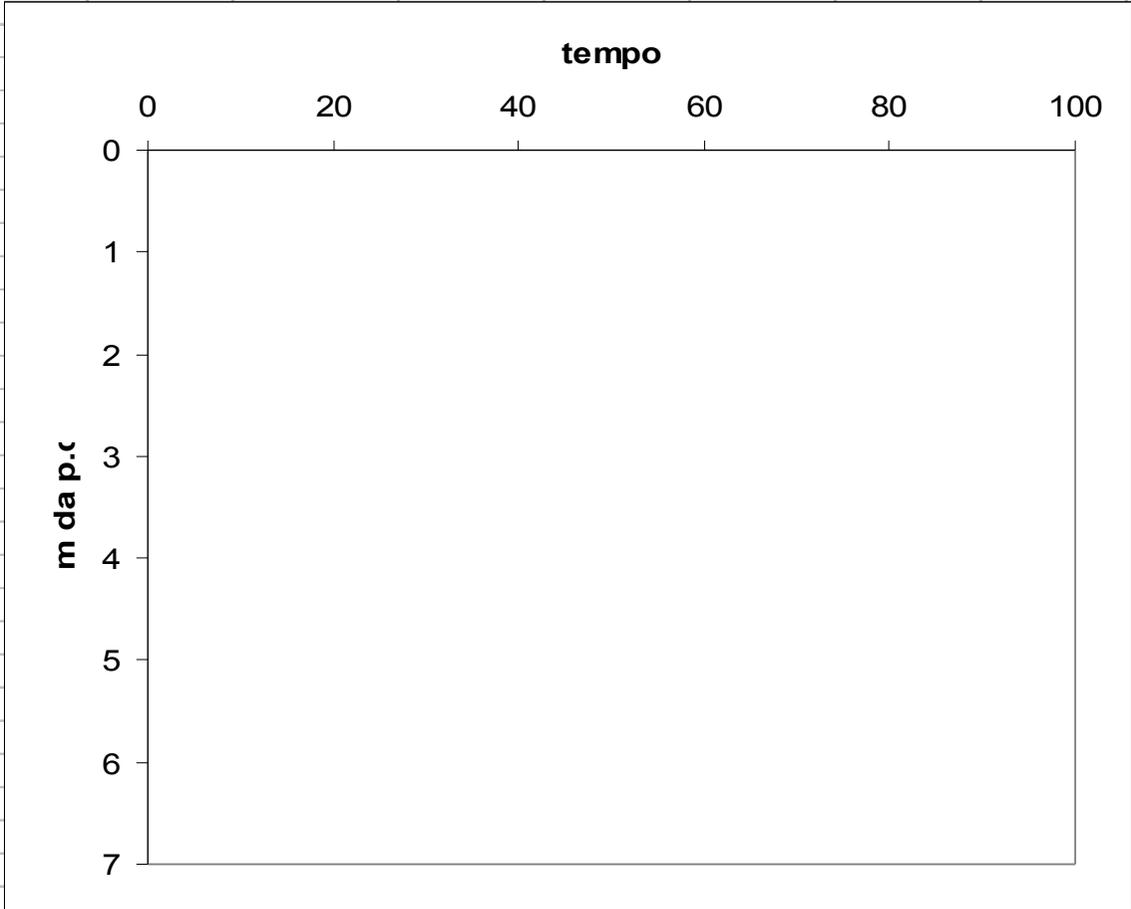




IPRISTINO DELLE CONDIZIONI STATICHE DELLA FALDA ANTECEDENTI LO SPURGO E/O CAMPIONAMNETO

Profondità falda da p.q. di riferimento

tempo min	m da p.q.	prof. Falda da p.q. antecedente l'emungimento
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		
70		
75		
80		
85		
90		
95		
100		



DISCARICA:

LOCALITA':

COMUNE:

DITTA:

DATA DI PRELIEVO:

NOMINATIVO TECNICO DITTA:

NOMINATIVO TECNICO LABORATORIO:

CERTIFICATO DI ANALISI N° DEL

CAMPIONI D'ACQUA N°

CAMPIONI RICEVUTI IN DATA:

CAMPIONE N°1

N°2

N°3

N°4

N°5

RISULTATI ANALITICI

PERIODICITA'	PARAMETRO	Unità di misura	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI GUARDIA	METODICA DI ANALISI
ANNUALE	BOD5	µg/L								
	Bario	µg/L								
	Idrocarburi	µg/L								
	IPA analiti previsti da DM. 471/99	µg/L								
	Pesticidi fosforati e totali	µg/L								
	Berillio	µg/L								
	Selenio	µg/L								
	Tallio	µg/L								
	Alluminio	µg/L								
	Antimonio	µg/L								
	Argento	µg/L								
	Cobalto	µg/L								
	Fluoruri	µg/L								
	Acido para-ftalico	µg/L								
	p-toluen solfonammide	µg/L								
	Solventi Clorurati	µg/L								
	Solventi Aromatici	µg/L								
	Solventi organici azotati	µg/L								
	Ossigeno disciolto									

GIUDIZIO:

IL CHIMICO ANALISTA