

**Sogliano Ambiente S.p.A**

Piazza Garibaldi, 12  
47030 Sogliano al Rubicone (FC)  
Tel. 0541 948910  
Fax 0541 948909  
e-mail: [info@soglianoambiente.it](mailto:info@soglianoambiente.it)  
sito web: [www.soglianoambiente.it](http://www.soglianoambiente.it)

**Sogliano  
Ambiente**

# **DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATA "GINESTRETO 3"**

Località Ginestreto - Comune di Sogliano al Rubicone (FC)

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale

L.R. 4/18 e D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

## **PROGETTO DEFINITIVO**

### **VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA SALUTE UMANA E PER L'AMBIENTE**

*Allegato:*

**4**

*Elaborato:*

**1**

Progettazione:

ing. Maurizio Carbone - Sogliano Ambiente S.p.A.

Collaboratori alla progettazione:

dott. Nicholas Lazzarini - Sogliano Ambiente S.p.A.  
ing. Maurizio Migliori - Sogliano Ambiente S.p.A.

Timbro e firma:

Consulenti per la progettazione:

ing. F. Forlani - Studio Sgai s.r.l., Morciano di R. (RN)  
dott. geol. A. Ricci - S. Piero in Bagno (FC)  
geom. R. Galeotti - Studio Geo-exe, Forlì (FC)  
ing. D. Neri - Ingegneria ambientale, Forlì (FC)  
dott. for. G. Grapeggia - Studio Verde, Forlì (FC)  
ing. M. Orlati - Studio Tema, Forlì (FC)  
ing. S. Bagli - Gecosistema, Rimini (RN)  
ing. P. Bernabini - Cober S.r.l., S. Piero in Bagno (FC)

*Codice documento: Ara G3 PD AR 04.01\_rev.1*

<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Redatto</i>	<i>Controllato</i>	<i>Approvato</i>
0	set-22	SB	MC	MC
1	nov-23	SB	MC	MC



## INDICE

<b>1</b>	<b><u>PREMESSA</u></b>	<b><u>3</u></b>
1.1	Procedura di Human Health Risk Assessment.....	10
1.2	RBCA: Standard ASTM E17935-95 e ASTM PS 104-98 .....	13
<b>2</b>	<b><u>Analisi di Rischio RBCA Tier II – Discarica Sogliano Ambiente Ginestreto G1,G2,G4 e nuovo lotto in progetto G3</u></b>	<b><u>17</u></b>
2.1	Definizione del Modello Concettuale del Sito.....	17
2.1.1	Inquadramento territoriale dell'area di interesse .....	21
2.1.2	Caratterizzazione della Sorgente (discarica) di Contaminazione.....	26
2.1.2.1	Caratteristiche geometriche discarica .....	27
2.1.2.2	Caratterizzazione delle Emissioni (Biogas).....	28
2.1.2.3	Stima Emissioni di Biogas in atmosfera .....	29
2.1.3	Identificazione e caratterizzazione dei potenziali Chemical of Concerns (COCs) presenti nel biogas	32
2.1.4	Caratterizzazione dei Media Ambientali .....	37
2.1.4.1	Falda sotterranea .....	38
2.1.4.2	Atmosfera .....	38
2.1.4.3	Conclusioni Modello Concettuale MCS .....	40
2.1.5	Individuazione dei Potenziali Recettori .....	40
2.1.6	Percorsi di Esposizione .....	44
2.1.7	Caratterizzazione dei Potenziali Recettori.....	46
2.2	Modellistica di Fate and Transport – Stima dei fattori di trasporto (VALUTAZIONE RISCHIO AMBIENTALE/RISCHIO FALDA).....	50
2.2.1.1	Dispersione in atmosfera delle emissioni diffuse da percolato e Biogas. ....	53
2.3	Valutazione dell'Esposizione .....	59
2.4	Valutazione della Relazione Dose-Risposta .....	63
<b>3</b>	<b><u>Caratterizzazione del rischio</u></b>	<b><u>66</u></b>
3.1	Stima del Rischio per le popolazioni esposte .....	66
3.1.1	Rischio Cancerogeno.....	67
3.1.2	Pericolo Tossico .....	68
3.2	Risultati Analisi Rischio Cancerogeno e Pericolo Tossico.....	69
3.3	Criteri di Accettabilità .....	73
<b>4</b>	<b><u>Conclusioni</u></b>	<b><u>74</u></b>
<b>5</b>	<b><u>Bibliografia</u></b>	<b><u>75</u></b>

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	2	di	78	1	08	11	23	

## 1 PREMESSA

Il presente rapporto tecnico riguarda la Valutazione del Rischio per la Salute Umana e per l'Ambiente (EHHRA- Environmental Human Health Risk Assessment) di secondo livello (Tier II) per la realizzazione della Discarica per rifiuti speciali non pericolosi denominata "Ginestreto 3" in Località Ginestreto - Vallecchia G3 in Comune di Sogliano al Rubicone (FC).

Contestualmente, il presente documento ottempera alle richieste di integrazioni dell'Autorità Competente pervenute in data 22/06/2023 con atto prot. n. 109446/2023 tra cui la decisione di inserire il nuovo sito di G3 all'interno del comparto esistente delle discariche di G1, G2 e G4 (punto 53). Pertanto, è da ritenersi come attività integrativa in riferimento ai seguenti punti:

A. La presente Analisi di Rischio è stata integrata considerando ulteriori analisi di dettaglio volte a identificare la presenza del Biogas di tutti i composti tossici e cancerogeni elencati nell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV D. Lgs. 152/2006 e nella banca dati, elaborata dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e dall'Istituto Nazionale per la Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL). Le recenti analisi condotte sul biogas per la fase gassosa e particellare hanno evidenziato la presenza, al di sopra dei limiti di rilevabilità, per i seguenti contaminanti che saranno oggetto della presente ADR:

- Cloruro di vinile
- Benzene
- Toluene
- Etilbenzene
- p-Xilene
- m-Xilene
- o-Xilene
- Stirene
- Cromo totale
- Rame
- Nichel
- Piombo
- Zinco
- Antimonio
- Arsenico

Le polveri come PM10 e PM2,5 sono state escluse nella presente ADR in quanto le analisi sul biogas hanno evidenziato valori inferiori ai limiti di rilevabilità.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	3	di	78	1		08	11	23	

- B. L'analisi di rischio viene condotta considerando il contributo di tutti i lotti esistenti G1, G2, G4 e del nuovo lotto in progetto G3
- C. Per i recettori "lavoratori" si ipotizza la sola inalazione di gas e polveri nel biogas, per i recettori residenziali limitrofi si considera una esposizione diretta per inalazione di polveri e vapori e l'ingestione di cibo vegetale contaminato da deposizione di polveri.
- D. Si sono riviste le portate massiche di emissione diffusa di biogas per i 4 lotti oggetto dell'ADR
- E. Per gli areali emissivi sono considerate superfici emissive pari ai valori massimi attesi nei prossimi 30 anni
- F. Le emissioni di biogas rilasciate in atmosfera sono state considerate in condizioni altamente conservative, pari ai massimi attesi dai 4 corpi discarica nei prossimi 30 anni; questa ipotesi conservativa si ritiene anche esaustiva di una ipotetica fuoriuscita laterale di biogas dal corpo delle discariche, ipotesi non realizzabile vista la presenza di un sistema di captazione e di impermeabilizzazione. La dispersione del biogas verso il substrato geologico costituisce un evento alquanto improbabile, poiché ci troviamo in presenza di un ammasso di rifiuti confinato da un sistema di impermeabilizzazione e da un substrato costituito da marne argillose a bassissima permeabilità; l'intero volume è poi integralmente drenato e posto in depressione grazie alla presenza all'interno dell'ammasso di una rete di drenaggi orizzontali collegati ai pozzi di estrazione, che sono costantemente posti in depressione essendo collegati alle soffianti di aspirazione. Il sistema discarica, pertanto, garantisce che il percorso del biogas che si forma all'interno dell'ammasso sia in direzione dei pozzi di aspirazione, dove è costantemente captato, e non disperso in atmosfera né tantomeno in direzione delle formazioni geologiche o del suolo. Saranno comunque previsti specifici monitoraggi di dispersione laterale del biogas

Si premette inoltre che ai fini delle integrazioni richieste sono stati eseguiti approfondimenti analitici come richiesto specificamente nel punto 25 A) della richiesta di integrazioni; le concentrazioni riscontrate nell'approfondimento analitico eseguito sul biogas prodotto dalla discarica di G4 in esercizio, sono rappresentative della situazione di una discarica (G4) che utilizza le deroghe vigenti e delle quali si richiede conferma. Infatti, tra i rifiuti conferiti nella discarica di G4, alcuni di questi hanno, seppur temporaneamente e occasionalmente, usufruito delle deroghe autorizzate. Premettiamo inoltre che, dagli esiti analitici di approfondimento, è emerso il fatto che tutti i metalli previsti dalla tabella 5 del Dlgs n. 36/03 e s.m.i. e oggetto di deroga, ad esclusione del mercurio, non rappresentano, sia in forma elementare sia in forma di composti, un rischio concreto di migrazione nel biogas a causa della bassissima tensione di vapore che rende impossibile il passaggio alla forma gassosa e conseguentemente al biogas. Per quanto riguarda invece il mercurio, che potrebbe presentarsi in forma gassosa sia come forma elementare che come composti organici, l'analisi ha evidenziato concentrazioni al di sotto del limite di rilevabilità.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	4	di	78	1	08	11	23	

In conclusione, è chiaro e dimostrato che l'utilizzo delle deroghe non incide sulla composizione del biogas che dipende, invece, ma solo in termini di idoneità al recupero, dal contenuto biodegradabile del rifiuto.

Recependo le considerazioni riportate nel Piano di Caratterizzazione dei suoli e delle acque sotterranee condotte per i siti G1 e G2 e G4, confermate dalle indagini sviluppate sul sito G3, si considera, ai fini della presente Analisi di Rischio, la totale assenza di falda acquifera e l'impossibilità che il percolato prodotto dai lotti esistenti (G1, G2, G4) e dalla futura discarica G3 entri in contatto con i seguenti media ambientali: acque sotterranee e atmosfera.

La discarica risulta pertanto interessata da una sorgente primaria potenzialmente responsabile del rischio per la salute umana, ovvero il biogas (emissione diretta).

L'analisi di rischio per la salute umana e per l'ambiente viene condotta ipotizzando che il nuovo sito di Ginestreto, denominato G3, sia caratterizzato da una produzione di biogas con caratteristiche chimiche del tutto simili a quelle presenti nei siti denominati G2 e G4, in particolare si ipotizzano i seguenti valori di concentrazione degli inquinanti nel biogas pari ai seguenti:

- valori massimi rilevati nel periodo 2018-2023 per i siti esistenti G2 e G4

Al fine di integrare le analisi con un numero maggiore di COC presenti nel biogas, sia in forma gassosa che in fase particellare, sono state condotte delle analisi specifiche nei giorni dal 28/08/23 al 01/09/23, per ricercare i seguenti parametri elencati in tabella seguente:

<b>Composti inorganici</b>	
<b>Polveri totali</b>	MI15 2018+UNI EN 13284-1 2017
<b>Sostanze organiche volatili</b>	
<b>Cloruro di vinile</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Clorometano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,1-Dicloroetano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Diclorometano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Tricloroetilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Tetracloroetilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Triclorometano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,2-Dicloropropano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,2-Dicloroetano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,2-Dicloroetilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,4-Diclorobenzene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,1-Dicloroetilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>trans-1,2-Dicloroetilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,1,1-Tricloroetano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,1,2-Tricloroetano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>1,1,2,2-Tetracloroetano</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Idrocarburi aromatici e alifatici</b>	
<b>Benzene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Toluene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>Etilbenzene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>p-Xilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>m-Xilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015
<b>o-Xilene</b>	UNI CEN/TS 13649:2015

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	5	di	78	1	08	11	23	

<b>Composti organici semivolatili</b>	
1,2,4-Triclorobenzene	MP2085 rv.0 2012+EPA8270 E 2018
Pentaclorobenzene	MP2085 rv.0 2012+EPA8270 E 2018
Fenolo	MP2085 rv.0 2012+EPA8270 E 2018
<b>Metalli sulle polveri</b>	
Antimonio	UNI EN 14385 2004
Arsenico	UNI EN 14385 2004
Bario	UNI EN 14385 2004
Cadmio	UNI EN 14385 2004
Cromo totale	UNI EN 14385 2004
Rame	UNI EN 14385 2004
Nichel	UNI EN 14385 2004
Piombo	UNI EN 14385 2004
Selenio	UNI EN 14385 2004
Zinco	UNI EN 14385 2004
<b>Altri metalli</b>	
Mercurio	Niosh 6009 1994

Al fine di stimare anche il contributo alle emissioni in atmosfera con relativo rischio da inalazione, sono state condotte analisi sul materiale particellare in sollevamento nell'area di coltivazione, analizzando, nei giorni dal 28/08/23 al 01/09/23, i seguenti parametri:

1,2,4-TRIMETILBENZENE	OSHA 07 2000(*)
1,2-DIBROMOETANO	OSHA 07 2000(*)
1,2-DICLOROBENZENE	OSHA 07 2000(*)
1,2-DICLOROETANO	OSHA 07 2000(*)
1,2-DICLOROPROPANO	OSHA 07 2000(*)
1,3,5-TRIMETILBENZENE	OSHA 07 2000(*)
1,3-DICLOROBENZENE	OSHA 07 2000(*)
1,3-DIISOPROPILBENZENE	OSHA 07 2000(*)
1,4-DICLOROBENZENE	OSHA 07 2000(*)
1,4-DIISOPROPILBENZENE	OSHA 07 2000(*)
1-OTTENE	OSHA 07 2000(*)
3-ETILTOLUENE	OSHA 07 2000(*)
4-ETILTOLUENE	OSHA 07 2000(*)
4-ISOPROPIL TOLUENE	OSHA 07 2000(*)
4-VINILCICLOESENE	OSHA 07 2000(*)
ACETONE	OSHA 07 2000(*)
ALCOL BENZILICO	OSHA 07 2000(*)
alfa-METILSTIRENE	OSHA 07 2000(*)
BENZENE	OSHA 07 2000(*)
BENZILCLORURO	OSHA 07 2000(*)
BROMODICLOROMETANO	OSHA 07 2000(*)
CICLOESANONE	OSHA 07 2000(*)
cis-1,2-DICLOROETILENE	OSHA 07 2000(*)
CLOROBENZENE	OSHA 07 2000(*)
CLOROFORMIO	OSHA 07 2000(*)
DIBROMOCOLOROMETANO	OSHA 07 2000(*)
DIBROMOMETANO	OSHA 07 2000(*)

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	6	di	78	1	08	11	23	



DICICLOPENTADIENE	OSHA 07 2000(*)
DICLOROMETANO	OSHA 07 2000(*)
EPICLORIDRINA	OSHA 07 2000(*)
ESACLOROETANO	OSHA 07 2000(*)
ETILACETATO	OSHA 07 2000(*)
ETILBENZENE	OSHA 07 2000(*)
ISOBUTILACETATO	OSHA 07 2000(*)
ISOPRENE (METIL-BUTADIEN	OSHA 07 2000(*)
ISOPROPILBENZENE	OSHA 07 2000(*)
METILETILCHETONE	OSHA 07 2000(*)
METILISOBUTILCHETONE	OSHA 07 2000(*)
METILISOPROPILCHETONE	OSHA 07 2000(*)
METIL-n-PROPILCHETONE	OSHA 07 2000(*)
m-XILENE	OSHA 07 2000(*)
n-BUTIL BENZENE	OSHA 07 2000(*)
n-BUTILACETATO	OSHA 07 2000(*)
n-ESANO	OSHA 07 2000(*)
N-METIL-2-PIRROLIDONE	OSHA 07 2000(*)
n-PENTANO	OSHA 07 2000(*)
n-PROPIL BENZENE	OSHA 07 2000(*)
o-XILENE	OSHA 07 2000(*)
PENTACLOROETANO	OSHA 07 2000(*)
PROPILACETATO	OSHA 07 2000(*)
p-XILENE	OSHA 07 2000(*)
STIRENE	OSHA 07 2000(*)
ter-BUTILACETATO	OSHA 07 2000(*)
TETRACLOROETILENE	OSHA 07 2000(*)
TETRACLOROMETANO	OSHA 07 2000(*)
TETRAIDROFURANO	OSHA 07 2000(*)
TOLUENE	OSHA 07 2000(*)
trans-1,2-DICLOROETILENE	OSHA 07 2000(*)
TRICLOROETILENE	OSHA 07 2000(*)
XILENI	OSHA 07 2000(*)
Altri composti organici (n-esan	OSHA 07 2000(*)
Particolato PM10	UNI EN 12341:2014[PM10]

L'aggiornamento dell'AR si rende necessario in quanto si intendono confermare le attuali deroghe ai limiti normativi fissati dalla tabella 5, paragrafo 2, Allegato 4 del D.lgs. 36/03 e s.m.i. riportate nella tabella seguente, al fine di garantire il proseguimento dell'operatività della futura discarica

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	7	di	78	1	08	11	23	



di G3 per rifiuti comunque non pericolosi, considerando il contributo anche dei lotti esistenti (G1, G2 e G4) e adeguando il documento ai requisiti imposti dall'allegato 7 del medesimo decreto.

L'obiettivo dell'analisi di rischio condotta è quello di confermare l'assenza di rischio sanitario ed ambientale connesso al conferimento, nell'attuale discarica di G4 e nella futura discarica G3, di rifiuti comunque non pericolosi, con concentrazioni dei parametri dell'eluato superiori ai rispettivi limiti di legge fissati in via generale per le discariche della medesima tipologia.

Le concentrazioni dei COC considerate come rappresentative dei media di esposizione (inalazione di biogas (polveri e gas) ed ingestione di cibo vegetale contaminato) sono considerate rappresentative anche in condizione di deroga ai limiti generali fissati in Tabella 5 "Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi", già autorizzata presentino sui parametri Fluoruri, Nichel, Rame, Arsenico, Selenio, Molibdeno, Antimonio, Piombo, Cromo Totale, mercurio, cadmio, bario, piombo non determina alcun rischio ambientale o sanitario.

Questa ipotesi è giustificata dal fatto che le concentrazioni dei COC ipotizzate come rappresentative dell'analisi di rischio corrispondono ai valori massimi rilevati durante il monitoraggio del biogas dai lotti esistenti G2 e G4 che attualmente trattano rifiuti con le deroghe elencate.

In tabella si riporta l'elenco delle deroghe di ammissibilità richieste per i diversi parametri chimici autorizzate, dal 2012, con la precedente versione dell'Analisi di Rischio relativa al sito di G2.

Parametri	Tab.5, D.lgs. n.36/03 e s.m.i. mg/L	Deroghe G2 autorizzate 2012 mg/L
<b>Arsenico</b>	2.000E-01	6.000E-01
<b>Cadmio</b>	1.000E-01	3.000E-01
<b>Cromo totale</b>	1.000E+00	3.000E+00
<b>Mercurio</b>	2.000E-02	6.000E-02
<b>Nichel</b>	1.000E+00	3.000E+00
<b>Piombo</b>	1.000E+00	3.000E+00
<b>Rame</b>	5.000E+00	1.000E+01
<b>Selenio</b>	5.000E-02	1.500E-01
<b>Zinco</b>	5.000E+00	1.500E+01
<b>Molibdeno</b>	1.000E+00	3.000E+00
<b>Antimonio</b>	7.000E-02	2.100E-01
<b>Bario</b>	1.000E+01	3.000E+01
<b>Fluoruri</b>	1.500E+01	4.500E+01
<b>Cloruri</b>	2.500E+03	7.500
<b>Solfati</b>	5.000E+03	15.000

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	8	di	78	1	08	11	23	

DOC

1.000E+02

2.500

Tabella 1 Deroche ammissibilità oggetto dell'AR per il sito G2 e G4

Si ritiene opportuno fin d'ora sottolineare come alcuni dei parametri per i quali si intende confermare il regime di deroga non presentano effetti tossici e cancerogeni per la salute umana (ad esempio i Fluoruri, Cloruri, Solfati e DOC non sono neppure elencati in Allegato 5 al Titolo V Parte IV D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. che, in materia di bonifica di siti contaminati, riporta le concentrazioni soglia di contaminazione per suoli, sottosuoli e acque sotterranee per tutti i diversi inquinanti).

Peraltro, si sottolinea il fatto che un metallo in concentrazione pari ai limiti derogati non raggiunge mai i valori di concentrazione necessari perché la sostanza corrispondente superi i valori limite di concentrazione necessari perché la sostanza corrispondente superi i valori limite di cui al Reg. UE 1357/2014.

Con tali presupposti e sulla base di tali motivazioni, è stata pertanto sviluppata un'analisi di rischio considerando quei composti chimici pericolosi per la salute umana presenti nel biogas, le cui caratteristiche chimico-fisiche risultano essere state definite in modo da essere rappresentative per tutte le tipologie di rifiuto che si prevede di conferire.

L'analisi di rischio di TIER II viene redatta facendo riferimento ai seguenti standard internazionali:

- D.Lgs 152/2006 e successive modifiche (Parte IV)
- ASTM E1739-95 "Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites", comunemente noto come RBCA (Rebecca) ed ampiamente utilizzato nell'ambito dei siti contaminati di origine industriale con contaminazioni da idrocarburi.
- ASTM PS-104-98 "Standard Provisional Guide for Risk-Based Corrective Action"
- ISPRA Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio alle discariche rev. 0 Giugno 2005 (ISPRA 2005)
- ISPRA Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati Revisione Marzo 2008 (ISPRA 2008)
- ISPRA Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati Revisione 2 Marzo 2008 (ISPRA 2008)
- Banca dati ISS-INAIL;
- IRIS (Integrated Risk Information System);
- HEAST (Health Effects Assessment Summary Tables);
- IUS EPA 1999. IRIS (Integrated Risk Information System) database;
- US EPA 1997. HEAST (Health Effects Assessment Summary Tables);

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	9	di	78	1	08	11	23	

- OMS 1993. Drinking Water Quality Guidelines;
- Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group, 1996;
- NCEA (National Center for Environmental Assessment), US EPA;
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 1999;
- McClure, 1966. Evaluation of a Component-Based Relative Potency Approach to Cancer Risk Assessment for Exposure to PAHs. Poster Presented at the Annual Meeting of the Society of Toxicology, Anaheim, California, March 11, 1996;
- US EPA 1997. TRI (Toxics Release Inventory);
- Californian EPA Office of Environmental Health Hazard Assessment;
- Criteria for Carcinogens 11, 1994;
- Risk Assessment Program – Superfund.

La procedura di Analisi di Rischio per la Salute Umana (HHRA) descritta nel documento procede nella quantificazione del rischio cancerogeno (Cancer Risk) e del pericolo tossico (Hazard Quotient) determinato dai potenziali rilasci di biogas dal corpo di discarica.

Si tratta di una analisi di tipo multi-percorso di esposizione (ingestione, inalazione e contatto dermale) e multi-contaminante per diversi recettori umani che si trovano o si troveranno ad essere esposti nell'area limitrofa al comparto della discarica in esame.

La quantificazione del rischio secondo la metodologia RBCA Tier II viene condotta utilizzando il **Software Risk-Net 3.1.1. pro** (Reconnet, settembre 2019), che permette di calcolare il rischio, in modalità diretta ed inversa, legato alla presenza di contaminanti all'interno di un sito e gli obiettivi di bonifica, applicando la procedura APAT di analisi di rischio sanitaria ("Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"; APAT 2008) in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D.Lgs. 152/06 e s.m.i., D.Lgs. 04/08, D.M. 31/2015 e D.M. 46/2019).

## 1.1 PROCEDURA DI HUMAN HEALTH RISK ASSESSMENT

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	10	di	78	1	08	11	23	

Per analisi del rischio, Risk Assessment, in generale si intende il processo di determinazione della magnitudo e della probabilità di accadimento degli effetti negativi in seguito ad esposizione ad attività antropiche o ad eventi naturali.

Nell'ambito specifico della valutazione del rischio per l'ambiente e la salute umana (Environmental and Human Health Risk Assessment EHHRA), denominato anche come rischio sanitario, il rischio è definito come la frequenza attesa del manifestarsi di eventi indesiderati che determinano danni agli ecosistemi ed alla salute umana risultati dall'esposizione a determinate dosi di agenti chimici, ovvero il rischio è funzione della quantità di sostanza chimica in contatto con l'individuo esposto.

L'obiettivo della procedura è la stima della probabilità che un evento avverso di data magnitudo si manifesti sull'uomo, sugli ecosistemi e sull'ambiente ad un fissato livello d'esposizione di una sostanza chimica.

L'applicazione della procedura di valutazione del rischio per l'ambiente e per la salute umana (EHHRA Environmental and Human Health Risk Assessment) all'interno dei processi di decision-making è stata formalizzata per la prima volta negli Stati Uniti attraverso la pubblicazione da parte del National Academy of Science del documento Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process, (NRC, 1983).

In questo rapporto il NRC definisce una metodologia (Risk Assessment Paradigm) strutturata in quattro step ai fini di valutare quantitativamente i rischi cancerogeni ed i pericoli tossici per le popolazioni imputabili ai rilasci (sorgenti antropiche e naturali) e alla presenza di composti chimici cancerogeni e tossici nell'ambiente.

## 1. Hazard Assessment:

La prima fase della procedura ha i seguenti obiettivi:

- identificazione dei contaminati che potenzialmente possono determinare pericoli per la salute umana, definiti come Chemicals of Concerns (COCs),
- quantificazione delle concentrazioni dei COCs presenti nelle diverse matrici ambientali,
- descrizione delle forme specifiche di tossicità (neurotossicità, cancerogenicità) dei composti,
- valutazione delle condizioni sotto cui tali forme possono manifestarsi nelle popolazioni esposte.

Le principali informazioni necessarie in questa fase sono reperibili da banche dati, da monitoraggi ed analisi in sito, e da studi epidemiologici e tossicologici.

## 2. Exposure Assessment

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	11	di	78	1	08	11	23	

Riguarda la valutazione quantitativa dell'esposizione (dose) umana alle sostanze tossiche o cancerogene presenti nell'ambiente. La dose è funzione di una serie di fattori che riguardano l'età, lo stile di vita, attività, la durata, i percorsi di esposizione, e le caratteristiche delle popolazioni esposte.

### 3. Dose-Response Assessment

Analizza ed interpreta le informazioni disponibili sulle potenzialità dei composti chimici di causare effetti negativi sulle popolazioni esposte, valutando la relazione esistente tra la probabilità di avere effetti negativi e i livelli di esposizione quantificati. Gli effetti negativi sulla salute sono distinti in effetti cancerogeni e tossici.

Si tratta di studiare approfonditamente le condizioni sotto cui le proprietà tossiche di un composto potrebbero manifestarsi negli organismi, con particolare enfasi alla determinazione della relazione quantitativa tra la dose e la risposta tossica. Lo sviluppo di tale relazione coinvolge l'utilizzo di modelli matematici necessari per l'estrapolazione dei dati tossicologici condotti su animali da laboratorio.

### 4. Risk characterization

É la fase in cui sono integrate e analizzate tutte le informazioni degli step precedenti. I dati che caratterizzano i pericoli sono integrati con le quantificazioni delle esposizioni e le analisi sulle relazioni esistenti tra dose e probabilità di avere effetti negativi, si ottengono stime quantitative del rischio cancerogeno e del pericolo tossico per le popolazioni esposte. Ai fini di trasferire i risultati delle valutazioni del rischio nelle fasi di gestione e decisionali, è necessario includere anche una completa descrizione e discussione delle ipotesi assunte e delle incertezze degli output.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	12	di	78	1		08	11	23	

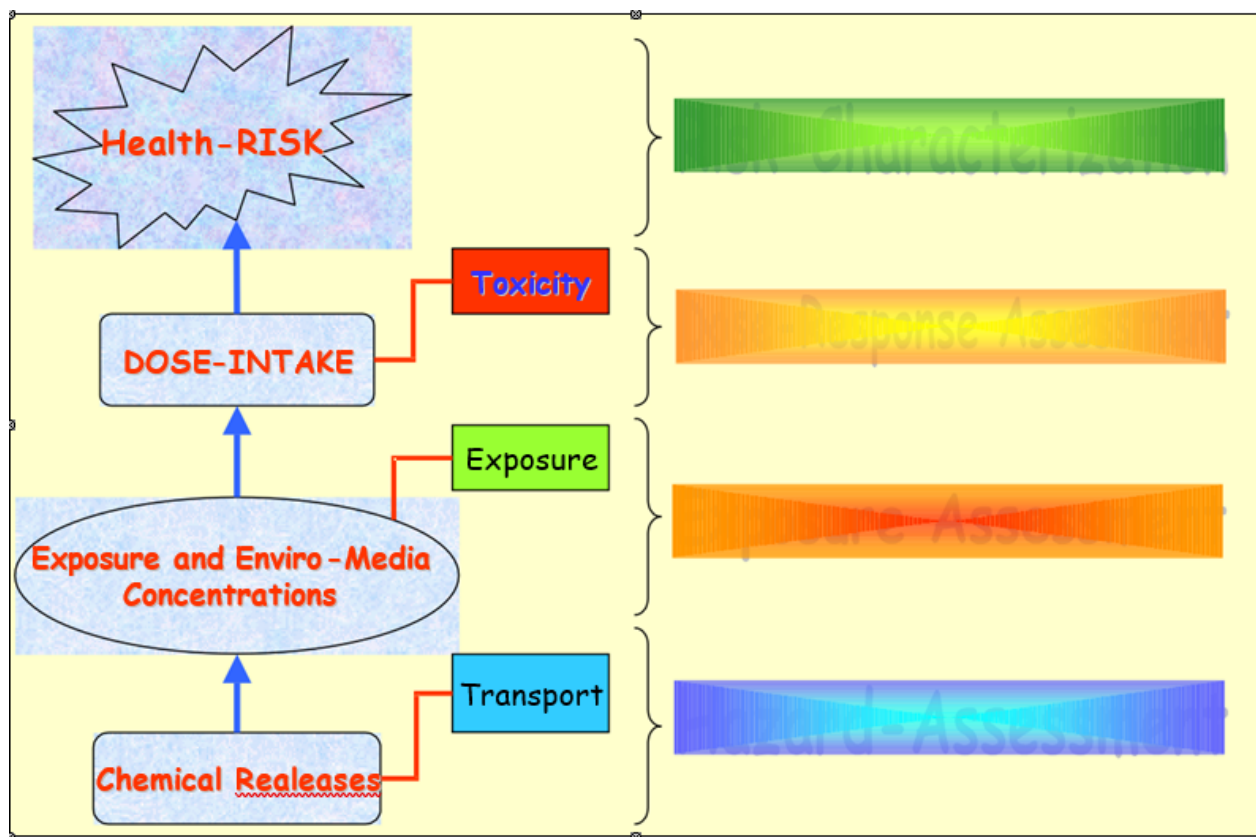


Figura 1: Risk Assessment Paradigm

Nell'ambito dei siti contaminati, si è affermata con successo la metodologia di valutazione del rischio (Risk- Assessment) con l'obiettivo di quantificare chiaramente quale sia l'effettivo rischio per le popolazioni esposte, e individuare le azioni di bonifica economicamente e tecnicamente più efficaci secondo criteri risk-based, con il comune denominatore di proteggere la salute umana.

Numerose sono state le metodologie, le procedure e gli strumenti informatici sviluppati da diverse figure, sia amministrative che scientifiche, nel corso dell'ultimo decennio, qui di seguito ne sono descritte alcune:

La procedura di analisi di rischio sanitario ambientale (Human Health Risk Assessment) applicata ai siti contaminati è stata introdotta negli USA alla fine degli anni '80 e successivamente standardizzata nel 1995.

## 1.2 RBCA: STANDARD ASTM E17935-95 E ASTM PS 104-98

Tra le diverse procedure di Risk Assessment sviluppate specificatamente per i siti contaminati e quindi anche per le discariche, nel presente studio si fa riferimento alla nota procedura RBCA (Rebecca) ormai accettata come standard internazionale.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	13	di	78	1	08	11	23	

Lo standard E1739-95 *“Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites”* definito nel 1995 dalla American Society of Testing Materials (ASTM) delinea una nuova filosofia per il Risk Assessment.

La Risk-Based Corrective Action (RBCA o Rebecca, come è amichevolmente indicata dagli americani) è un processo di valutazione del rischio potenziale, presente e futuro, per l'uomo e l'ambiente dovuto a siti contaminati.

La definizione formale di RBCA data dall'EPA è la seguente:

*“A streamlined approach in which exposure and risk assessment practices are integrated with traditional components of the corrective action process to ensure that appropriate and cost-effective remedies are selected, and that limited resources are properly allocated”.*

Gli obiettivi di una RBCA sono:

1. Proteggere la salute umana e l'ambiente
2. consentire una applicazione pratica e economicamente attuabile circa i processi di risk-based decision-making
3. garantire processi amministrativi difendibili dal punto di vista tecnico

L'articolazione in fasi rappresenta lo sviluppo della procedura attraverso il percorso logico che va dalle indagini per la valutazione del sito alle scelte di gestione del rischio.

Tale percorso può essere suddiviso nelle seguenti fasi:

- definizione del modello concettuale del sito
- quantificazione della possibile percolazione in falda di inquinanti mediante tecniche di bilancio idrologico
- determinazione delle concentrazioni nel punto di esposizione:
- modellazione della percolazione attraverso la zona insatura
- modellazione della dispersione in falda del contaminante
- stima dell'esposizione e del rischio sui recettori.

L'analisi di rischio può essere approfondita a vari livelli, secondo un approccio graduale di valutazione: in particolare, lo Standard ASTM PS 104 (ASTM, 1998), che ha perfezionato il precedente ASTM E 1739, prevede una procedura, definita con l'acronimo RBCA (Risk-Based Corrective Action), articolata in tre livelli di analisi di rischio.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	14	di	78	1		08	11	23	

Il **primo livello** consiste essenzialmente nel confrontare la contaminazione del sito con dei valori di screening (Risk Based Screening Levels RBSL) riportati stimati sotto ipotesi conservative. È fondamentalmente finalizzato a determinare eventuali urgenze di intervento, ed in particolare di messa in sicurezza provvisoria, e si concretizza in una raccolta dei valori di concentrazione già esistenti sul sito, messi a confronto con i valori di concentrazione limite, individuati in maniera conservativa come quei valori che non danno luogo a rischi per la salute umana e per l'ambiente. Sulla base di questa impostazione sono stati determinati i Risk-Based Screening Levels (RBSLs) dall'ASTM ed i Soil Screening Levels (SSLs) dall'USEPA; un approccio di questo tipo è stato recentemente sviluppato anche in Italia dall'A.N.P.A. (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), che ha definito i così detti LAG (Limiti di Accettabilità Generici). I LAG sono derivati nell'ottica di una validità a scala nazionale, in relazione ai diversi usi del territorio, al comportamento ambientale e tossicologico delle sostanze, alle vie di esposizione più critiche secondo i principi dell'analisi di rischio. Nel caso non si rilevi alcun superamento delle concentrazioni limite previste, si può procedere ad un eventuale monitoraggio, ma non sono richieste specifiche azioni di risanamento. Per contro, nell'eventualità che alcuni valori di riferimento siano superati, il sito viene definito "inquinato" e si determina l'obbligo di intervento con un approfondimento della procedura di valutazione del rischio.

In questo livello si ipotizza che il punto di esposizione (Point of Exposure POE) sia localizzato in corrispondenza della sorgente di contaminazione.

Il **secondo livello** consiste in un'analisi di rischio con codici analitici semplificati, in cui i dati di input sono in parte ricavati da indagini specifiche condotte sul sito, mentre per i parametri non noti si ricorre a dati validati ed aggiornati da banche dati presenti in letteratura, massimizzando la conservatività dei valori in gioco, in modo da sbilanciare, sempre in favore della tutela dell'ambiente e della salute umana, qualsiasi elaborazione di calcolo. Oltre all'impiego di dati site-specific, il livello 2 di analisi di rischio prevede di localizzare il punto di esposizione (o punto di conformità) al di fuori della sorgente di inquinamento e non immediatamente al di sopra di essa, come invece previsto nel livello 1.

Le concentrazioni limite derivanti da un'analisi di rischio di secondo livello (Site Specific Target Levels **SSTL**) saranno evidentemente meno conservative e più vicine alla realtà, grazie all'impiego di dati propri dello scenario di rischio in esame.

Nella analisi di rischio di secondo livello si ipotizza che il POE sia localizzato in corrispondenza dell'effettivo o potenziale punto in cui il recettore umano può entrare in contatto con le sostanze contaminate.

Il **terzo livello** rappresenta uno stadio più approfondito di analisi di rischio, in cui vengono utilizzati codici di calcolo più sofisticati (per lo più modelli numerici e probabilistici), la cui applicabilità è

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	15	di	78	1	08	11	23	



consentita grazie alla disponibilità di dati chimici, fisici e biologici specifici del sito e sufficienti ad una completa caratterizzazione sperimentale del sistema.

Oltre a definire il rischio conseguente alla presenza di una sorgente di rilascio, nel secondo e terzo livello possono essere definiti i limiti di accettabilità, ossia la concentrazione massima tollerabile di ciascun contaminante presente nella sorgente, affinché non venga superato il valore di rischio ritenuto accettabile. In questo caso detti limiti di accettabilità, definiti all'interno della procedura RBCA "Site-Specific Target Levels" (SSTLs), a differenza dei limiti di accettabilità definiti nel primo livello (es. RBSLs), sono specifici del sito in quanto sono calcolati sulla base dei parametri propri dello scenario di inquinamento in esame. Trattasi in definitiva dei valori di concentrazione che definiscono gli obiettivi di bonifica di un sito contaminato. È chiaro che ulteriori approfondimenti non possono essere esclusi e conseguono ad un progressivo miglioramento della caratterizzazione sperimentale del sito, che può consentire una valutazione del rischio in termini sempre meno conservativi e maggiormente vicini alla realtà.

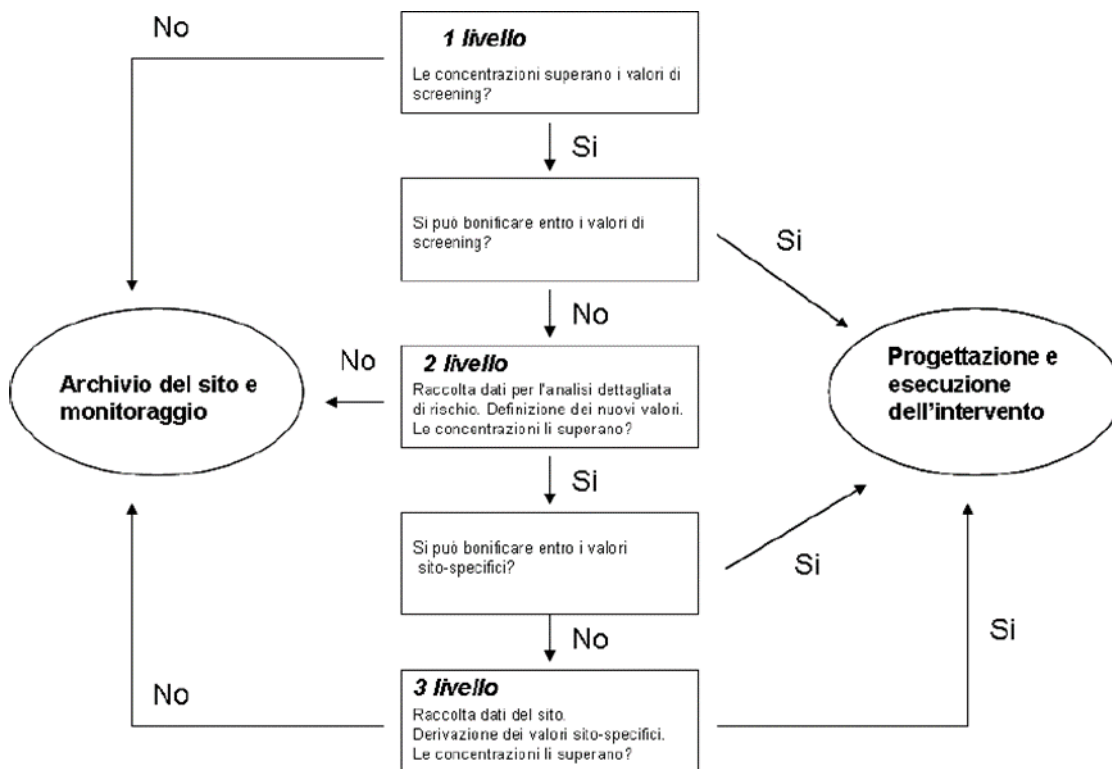


Figura 2 - Procedura RBCA ASTM

A livello normativo nazionale l'applicazione dell'analisi di rischio alle discariche risulta prevista dai seguenti testi:

- D.lgs 152/2006 e s.m.i., Titolo V in caso di contaminazioni del suolo/sottosuolo con livelli di concentrazione superiori ai CSC (Concentrazioni Soglia, Art.240)

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	16	di	78	1	08	11	23	

- D.lgs n. 36/03 e s.m.i. (art.16-ter) valutazione del rischio finalizzata a consentire l'innalzamento dei limiti di accettabilità dei rifiuti in discarica. Si deve verificare che non vi siano rischi per la salute umana risultanti dalle discariche di rifiuti durante l'intero ciclo di vita della discarica (art. 1 D.lgs. 36/2003 e s.m.i.)

## 2 ANALISI DI RISCHIO RBCA TIER II – DISCARICA SOGLIANO AMBIENTE GINESTRETO G1, G2, G4 E NUOVO LOTTO IN PROGETTO G3

In questo paragrafo sono descritte le diverse fasi della procedura di RBCA Tier II per il sito della discarica Sogliano Ambiente Ginestreto, l'analisi di rischio viene condotta considerando i 3 lotti esistenti ed in nuovo lotto in progetto G3 redatta prendendo in considerazione le recenti linee guida ISPRA (ISPRA 2005, ISPRA 2006, ISPRA 2008).

Come evidenziato nel capitolo 2 (pag. 25) delle linee guida ISPRA(2) (ISPRA 2005) per l'AR applicate alle discariche si osserva come tutte le fasi di applicazione dell'Analisi di Rischio che vengono descritte in seguito debbano prendere in considerazione la variabile tempo in quanto la sorgente primaria di rischio rappresentata dalla discarica è soggetta nel proprio ciclo di vita a variazioni (geometriche, tipologia di emissioni, etc.) delle proprie caratteristiche che si riflettono sui valori del rischio per i recettori.

Tuttavia, dovendo in una analisi di rischio di secondo livello procedere nella definizione ed assegnazione di parametri univoci e costanti per il sito, si procederà nel caso in esame ad una caratterizzazione dei parametri che rappresentano la situazione maggiormente conservativa per il ciclo di vita della discarica.

### 2.1 DEFINIZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

Il primo step di una Analisi di Rischio è rappresentato dalla definizione del modello concettuale. Il modello concettuale del sito (CSM) non è altro che una rappresentazione semplificata che descrive in modo chiaro e sintetico la situazione di contaminazione in esame e tutte le caratteristiche necessarie per la procedura di valutazione del rischio.

In una analisi di rischio di secondo livello occorre procedere nella semplificazione della realtà mediante la costruzione di un modello concettuale semplificato che permetta di descrivere e simulare il trasporto dei contaminanti mediante modelli di tipo analitico.

Il CSM comprende quindi la descrizione del sistema:

discarica (sorgente) –acquifero/atmosfera (trasporto)– recettori (pozzi, residenti):

- le sorgenti di contaminazione: geometria e volumi della discarica;
- l'ubicazione delle potenziali sorgenti di rilascio inquinanti;

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	17	di	78	1	08	11	23	

- i percorsi di migrazione dei contaminanti (dispersione atmosferica, volatilizzazione, percolamento, lisciviazione, ruscellamento.);
- i soggetti recettori potenzialmente esposti all'azione del contaminante.

È possibile rappresentare graficamente il legame tra i dati necessari per la costruzione del CSM nel modo seguente:

sorgente (discarica)  $\Rightarrow$  percorso del contaminante (insaturo e acquifero)  $\Rightarrow$  recettore (popolazioni che ingeriscono acqua contaminata)

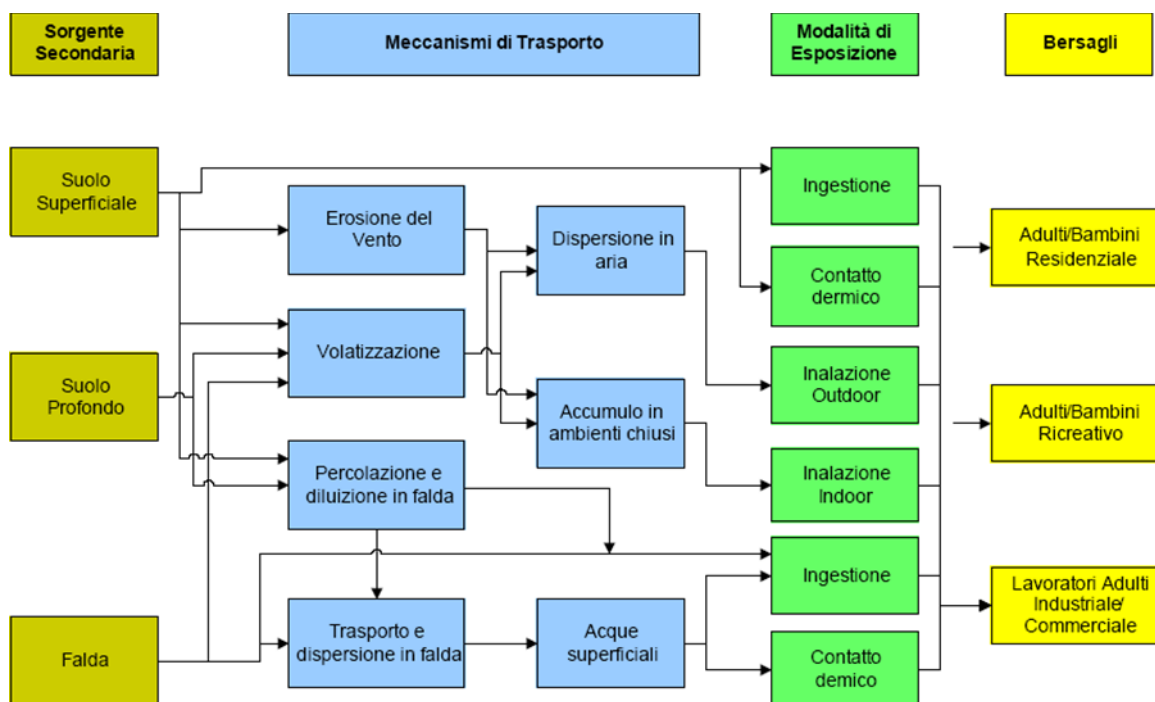


Figura 3: Modello Concettuale (ISPRA 2006)

L'individuazione dei possibili soggetti recettori e delle vie di esposizione deve tener conto dell'uso attuale del suolo come anche delle future destinazioni, essendo il fenomeno di rilascio di contaminanti da una sorgente inquinante un fenomeno di tipo dinamico.

Una volta individuati i soggetti recettori e le possibili vie di esposizione, il modello concettuale richiede di definire tutte le vie (o percorsi) di effettiva migrazione, attraverso la quale gli inquinanti possono raggiungere i punti di esposizione.

I percorsi di trasporto dei contaminanti interessati da uno studio di analisi di rischio possono essere sintetizzati nei seguenti: acque sotterranee, acque superficiali, aria, suolo e catena alimentare.

In funzione del particolare contesto ambientale in cui il sito si colloca, non necessariamente tutti i percorsi risultano di fatto "attivi". Va osservato che lo scenario acque sotterranee- ingestione di

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	18	di	78	1	08	11	23	

acqua potabile si presenta, nella maggioranza dei casi, come quello di maggior gravità, soprattutto allorquando siano presenti rilasci di sostanze inquinanti mobili.

L'esecuzione di una dettagliata valutazione del rischio estesa a tutte le sostanze chimiche comunque rinvenute su un'area potenzialmente contaminata richiederebbe un processo di elaborazione dei dati molto oneroso, complicando inutilmente i risultati della valutazione.

Si ritiene pertanto opportuno focalizzare lo studio sui contaminanti indice, ovvero su un gruppo di sostanze che si stima possano essere ritenute le responsabili dell'impatto totale della sorgente inquinante, in termini di rischio tossico e cancerogeno.

La scelta dei contaminanti indice del sito costituisce uno degli aspetti fondamentali di una metodica di valutazione del rischio, soprattutto quando la situazione di degrado nasce dalla contemporanea presenza di più specie chimiche.

Generalmente la scelta tiene conto dei seguenti fattori:

- superamento della concentrazione limite accettabile definita dalla normativa vigente in una o più delle matrici interessate del fenomeno di inquinamento;
- superamento dei valori di fondo naturali;
- presenza, in una o più delle matrici ambientali, di sostanze direttamente collegabili all'attività svolta sul sito;
- livello di tossicità;
- grado di mobilità e persistenza.

La costruzione del modello concettuale richiede la raccolta e l'analisi di tutti i dati e gli studi disponibili per la discarica e nel caso siano necessarie la programmazione di piani di monitoraggio ed investigazione specifici.

Nel caso della discarica in esame si sono reperite le seguenti fonti:

- Studi e relazioni allegati alla Autorizzazione Ambientale Integrata ex D.lgs. 59/2005 e L.R. 21/2004 relativa all'impianto di Discarica Ginestreto 2;
- Studi e relazioni predisposti in seno alla procedura di VIA per il progetto di costruzione di una discarica controllata per rifiuti urbani e speciali non pericolosi con una potenzialità di 1.500.000 mc localizzata a Ginestreto – Sogliano al Rubicone (Delibere Provincia di Forlì-Cesena del 29 luglio 2003 n. 358/55284 e 365/56089)
- Studi idrologici disponibili presso la competente Autorità di Bacino per la caratterizzazione dei corsi d'acqua superficiali.
- Studio di Impatto ambientale per il progetto di ampliamento di Ginestreto 2 fino ad una potenzialità di 2.500.000 mc.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	19	di	78	1		08	11	23	

- Relazione Geologica e Geotecnica allegate al SIA del sito G4 anno 2015 – allegato E Elaborato 1
- Caratterizzazione chimica dei terreni e delle acque sotterranee presso le discariche G1 e G2 – Sviluppata conformemente al Piano di caratterizzazione approvato con Delibera di G.P. n 508/13
- Discarica per rifiuti non pericolosi denominata G3 – Relazione Tecnica Generale
- Relazione Geologica e Geotecnica allegate al SIA del sito G3 anno 2022 – allegati E Elaborato 1 e 3.1.

### **IPOTESI CONSERVATIVA**

**Il modello concettuale MCS che verrà sviluppato per i lotti della discarica Sogliano Ambiente Ginestreto fa riferimento alle condizioni maggiormente conservative determinate dalla geometria della discarica e dalle caratteristiche delle emissioni di biogas.**

**In particolare, si considerano le emissioni in atmosfera di biogas e polveri determinate dai 3 lotti di discarica esistenti e dal nuovo lotto in progetto G3**

**Per quanto concerne la geometria e il volume della discarica G3 si prende in esame la condizione di massimo sfruttamento del sito mentre per le caratteristiche chimiche delle emissioni si ipotizza che lo stato di coltivazione della discarica determini emissioni di biogas con concentrazioni che sono da ritenersi altamente conservative rispetto all'intero ciclo di vita dell'impianto.**

Il modello concettuale non prevede la presenza di falda in quanto, come evidenziato dalle indagini geognostiche condotte sul sito, i terreni interessati dall'intervento sono impermeabili o scarsamente permeabili, e pertanto non sussistono condizioni fisiche nel sottosuolo che possano presumere potenziali deflussi idrici nei terreni del substrato.

Conformemente ai criteri ISPRA si procede nella stima dei parametri in ingresso alla procedura di AR utilizzando un unico valore, così come richiesto dalle analisi di TIER II, corrispondente al valore massimo o minimo che rende l'analisi di rischio maggiormente conservativo, ad es. valori massimi di concentrazione contaminanti o valori minimi delle velocità di biodegradazione. In questo modo l'analisi di rischio risulta essere maggiormente conservativa rispetto all'ipotesi di utilizzo delle metodologie probabilistiche descritte in Appendice H dalla linea guida ISPRA (ISPRA 2008).

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	20	di	78	1	08	11	23	

### 2.1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERESSE

Il sito rappresentato dalla discarica Sogliano Ambiente Ginestreto 3 (denominata G3) oggetto della presente analisi è localizzato lungo il percorso della strada Provinciale 13 di fondovalle dell'Uso; poco dopo l'abitato di Masrola, parte dalla strada provinciale, che dopo circa quattro chilometri raggiunge il sito di Ginestreto.

Il contesto territoriale del sito è circoscritto nell'ambito del bacino imbrifero il Rio Morsano, il corso d'acqua che ha inciso la valle principale ed il cui corso, scorrendo in direzione nord-est, confluisce nel fiume Uso, immediatamente ad ovest dell'abitato di Masrola.

L'assetto morfologico è caratterizzato dal susseguirsi di vallecole con assi all'incirca paralleli tra loro, che si sottendono dagli spartiacque e si innestano nel fondovalle secondo direttrici ad esso perpendicolari

Il prevalere delle litologie argillose impermeabili non consente lo sviluppo di attività idrogeologica significativa; caratteristica quest'ultima che determina la specifica vocazione del sito di contenere una discarica; infatti, l'impermeabilità del substrato costituisce da sola elemento di sicurezza per la dispersione di eventuali inquinanti che si potrebbe avere dal fondo dell'invaso.

La discarica è situata in vicinanza dei centri abitati di Ponte Uso, Masrola in Comune di Borghi, e Montebello in Comune di Torriana.

Il sito destinato a discarica è completamente disabitato, l'utilizzazione del suolo nell'intera area circostante è il pascolo, il seminativo semplice e il bosco, nelle aree circostanti sono presenti alcuni allevamenti di suini e di ovini.

Nella vallecola gravita esclusivamente l'acqua meteorica che cade sul sito, inoltre non esistono sul Rio Morsano pozzi di uso pubblico o privato, né altri punti di prelievo per acque destinate all'uso idropotabile.

L'intervento in progetto è ubicato interessa l'intera vallecola denominata G3 avente una potenzialità complessiva pari a circa 6.000.000 mc.

Si riporta nella figura che segue la localizzazione della discarica rispetto alla strada provinciale n°13 dell'Uso; nella figura si identificano altresì il tratto stradale che compone la viabilità di accesso all'impianto e le altre discariche.

Il sito in progetto è inserito nella cartografia provinciale di settore (PTCP e PPGR) come sito disponibile, all'interno del polo di trattamento e smaltimento dei rifiuti denominato Ginestreto. Attualmente nel polo integrato di Ginestreto sono presenti i seguenti impianti:

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	21	di	78	1		08	11	23	



1. Impianto di stabilizzazione per la frazione organica di rifiuti urbani e speciali proveniente da raccolte differenziate;
2. Impianto di cernita e valorizzazione della frazione secca dei rifiuti;
3. Discarica per rifiuti non pericolosi denominata G4 in fase di gestione
4. Discarica per rifiuti non pericolosi denominata G2 in fase di post- gestione;
5. Discarica per rifiuti non pericolosi denominata G1 in fase di post-gestione.

La viabilità di accesso al polo di Ginestreto e quindi al sito in oggetto si dirama dalla rotonda lungo la S.P. 13 Fondovalle dell'Uso, poco dopo l'abitato di Masrola, per una distanza di circa quattro chilometri.

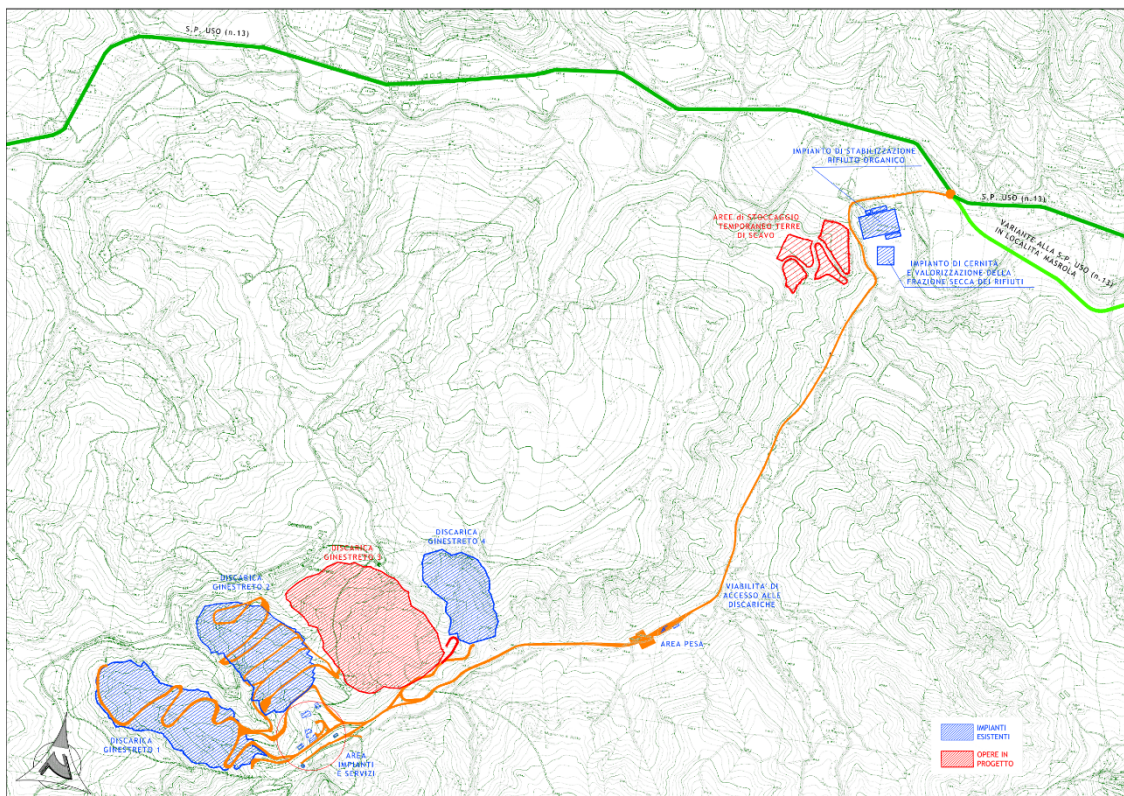


Figura 4: Inquadramento territoriale del sito di Ginestreto su base CTR.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	22	di	78	1	08	11	23	

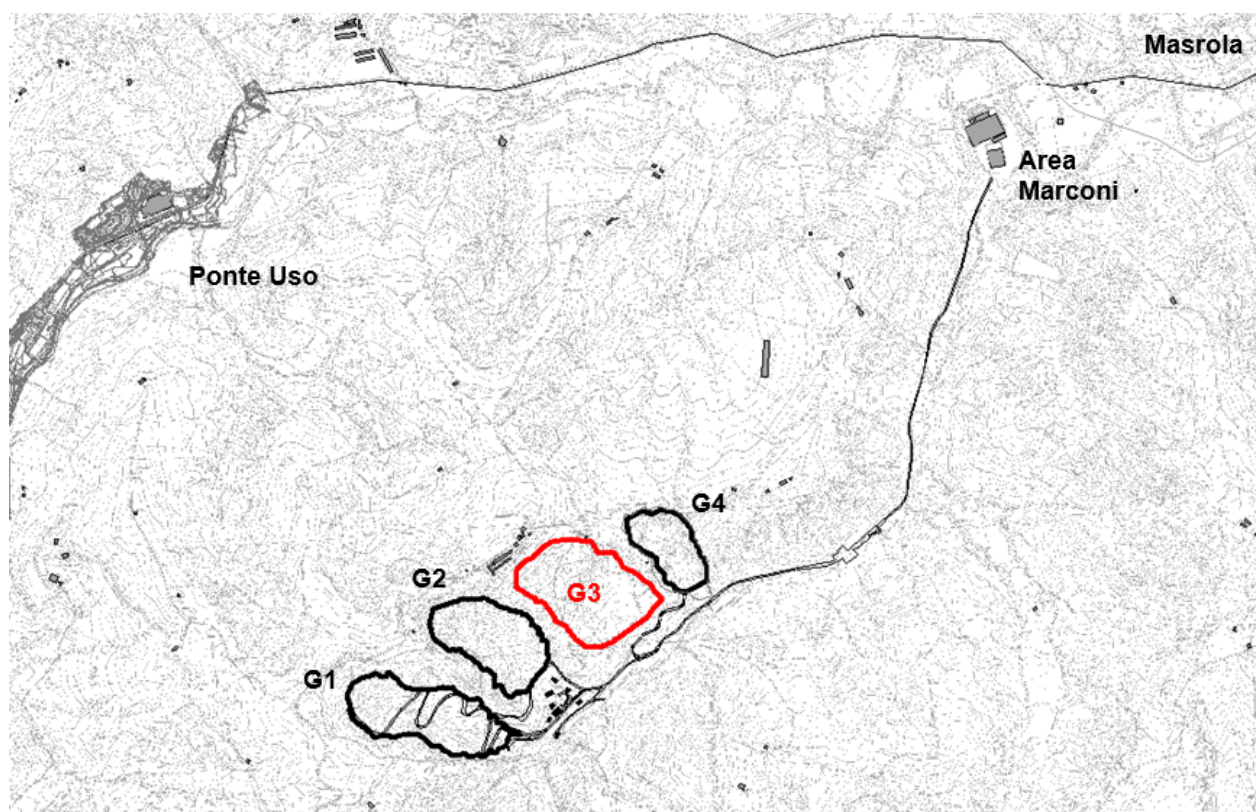


Figura 5: Ubicazione della discarica G3 all'interno del sito di Ginestreto.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	23	di	78	01	08	11	23	



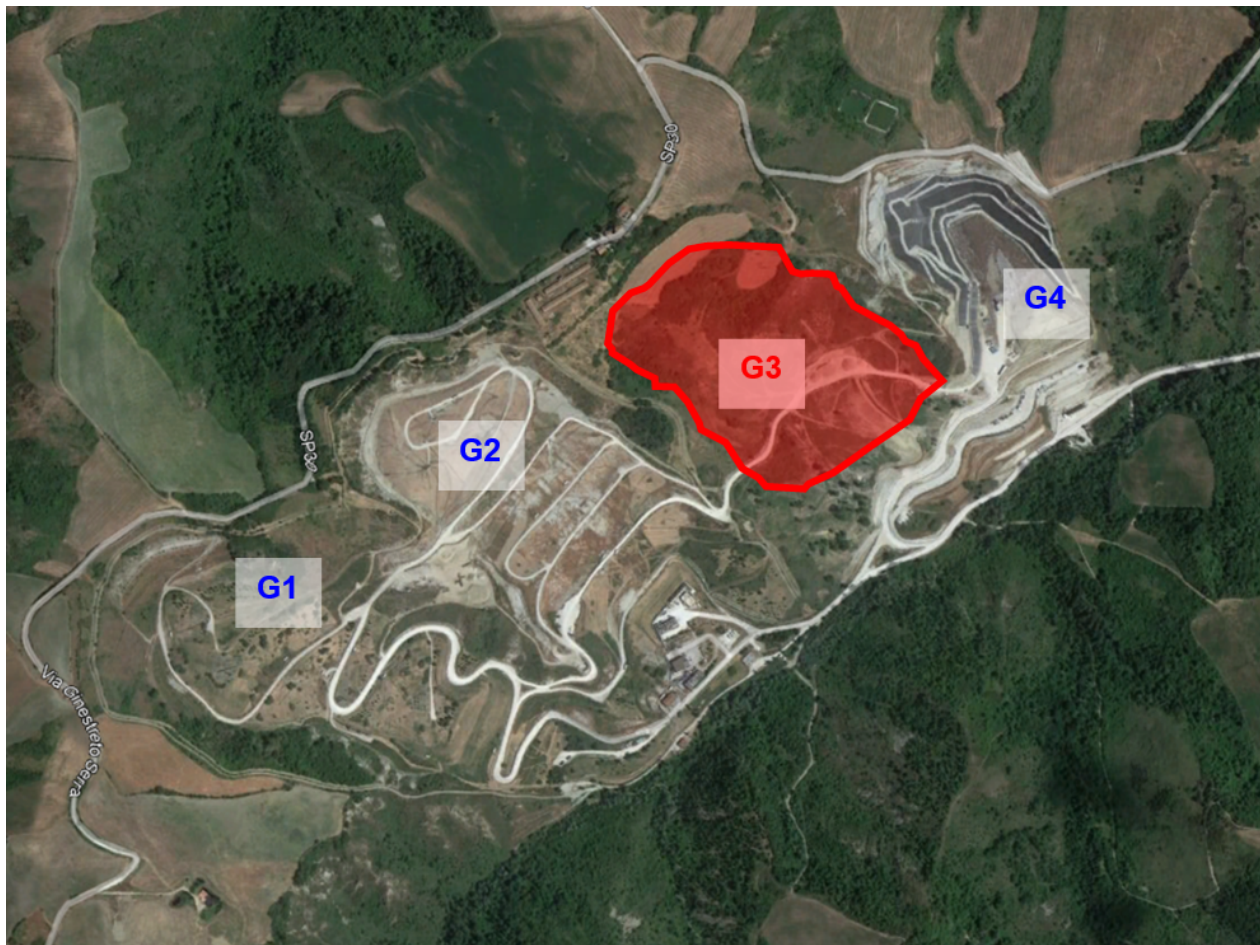


Figura 6: Immagine aerea del sito di Ginestreto con indicazione delle discariche esistenti, G1 e G2 in fase di post- gestione e G4 in fase di coltivazione e della discarica G3 in progetto.

La previsione di utilizzo della discarica, fino alla chiusura, deve necessariamente portare in conto l'utilizzo dei volumi in termini di potenzialità reale, quantificando l'impiego dell'impianto nel tempo in funzione delle quantità che saranno smaltite, calcolate tenendo conto dell'indice di utilizzo finale.

La volumetria di progetto della discarica G3 è pari a circa 6.000.000 mc, considerando che si tratta di una discarica per rifiuti speciali, l'indice di abbancamento previsto è pari a 1.00 ton/mc, che corrisponde ad una previsione di abbancamento di circa 6.000.000 ton, considerando una media di smaltimento di 200.000 ton/anno, la durata prevista per la discarica G3 è pari a circa 30 anni.

La tabella seguente riporta la previsione di conferimento in discarica indicata da Sogliano Ambiente

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	24	di	78	1	08	11	23	



ANNO	QUANTITÀ SMALTITE ANNUALMENTE (ton)	QUANTITÀ SMALTITE PROGRESSIVE (ton)
2028	200.000	200.000
2029	200.000	400.000
2030	200.000	600.000
2031	200.000	800.000
2032	200.000	1.000.000
2033	200.000	1.200.000
2034	200.000	1.400.000
2035	200.000	1.600.000
2036	200.000	1.800.000
2037	200.000	2.000.000
2038	200.000	2.200.000
2039	200.000	2.400.000
2040	200.000	2.600.000
2041	200.000	2.800.000
2042	200.000	3.000.000
2043	200.000	3.200.000
2044	200.000	3.400.000
2045	200.000	3.600.000
2046	200.000	3.800.000
2047	200.000	4.000.000
2048	200.000	4.200.000
2049	200.000	4.400.000
2050	200.000	4.600.000
2051	200.000	4.800.000
2052	200.000	5.000.000
2053	200.000	5.200.000
2054	200.000	5.400.000
2055	200.000	5.600.000
2056	200.000	5.800.000
2057	200.000	6.000.000

Tabella 1: Previsione di conferimento discarica Sogliano Ambiente G4

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	25	di	78	1	08	11	23		

## **IPOTESI CONSERVATIVA**

**Ai fini della procedura di Analisi di Rischio si ipotizza che le sorgenti dei 4 lotti della discarica GINESTRETO siano caratterizzati da una estensione geometrica (superficie e volume) corrispondente alla condizione completamente esaurita**

**(Scenario al 2057) secondo l'ipotesi progettuale e da emissioni (biogas) caratterizzate da portate di emissione pari ai massimi attesi e da concentrazioni dei composti chimici COC scelti tra i più conservativi tra le seguenti fonti:**

- **Analisi chimico-fisiche del biogas per il periodo 2018-2023 relativi alla discarica GINESTRETO 2.**
- **Analisi chimico-fisiche del biogas per il periodo 2021-2023 relativi alla discarica GINESTRETO 4.**

**Per i lotti G1, G2 e G4 si ipotizzano portate di emissione di biogas pari ai valori massimi attesi nei prossimi 30 anni e concentrazioni dei COC pari ai massimi di cui sopra.**

### **2.1.2 CARATTERIZZAZIONE DELLA SORGENTE (DISCARICA) DI CONTAMINAZIONE**

Nell'ambito dell'analisi di rischio occorre distinguere tra sorgente primaria, ovvero l'elemento che determina il rilascio (discarica, serbatoio), e la sorgente secondaria ovvero il comparto ambientale oggetto della contaminazione (insaturo, saturo, aria, etc.).

In accordo con gli standard internazionali l'analisi di rischio va applicata caratterizzando esclusivamente la **sorgente secondaria**, pertanto, tutti i parametri della sorgente si riferiscono al comparto ambientale soggetto alla contaminazione.

Tuttavia, nel caso specifico delle discariche occorre per potere caratterizzare i parametri dei media ambientali interessati, in questo caso esclusivamente l'atmosfera, occorre disporre di dettagliate informazioni circa la sorgente primaria ovvero la discarica.

Per una caratterizzazione dettagliata della discarica GINESTRETO3 si rimanda ai seguenti capitoli del SIA:

- Elaborati di Progetto Definitivo
- Studio di Impatto Ambientale – Relazione di SIA, capitolo E – Descrizione della fase di esercizio.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	26	di	78	1	08	11	23		

Di seguito si procede invece nella caratterizzazione degli elementi fondamentali per l'AR che riguardano la sorgente discarica.

**L'analisi di rischio di secondo livello per la discarica in esame viene condotta ipotizzando come sorgenti secondaria l'emissione di contaminanti in atmosfera associati al biogas emesso in atmosfera dalla sorgente primaria discarica.**

Tutti gli elementi geometrici e fisici del modello concettuale verranno di seguito discussi.

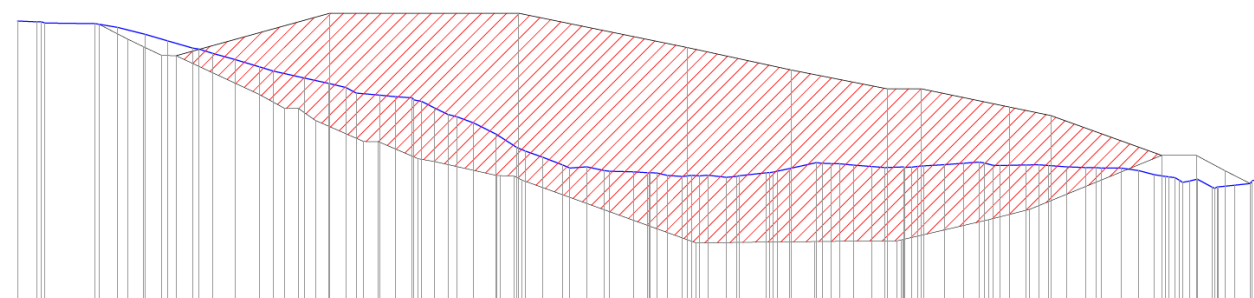
#### 2.1.2.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DISCARICA

La caratterizzazione geometrica dei volumi è di fondamentale importanza per le analisi successive relative al bilancio idrologico della discarica e alla modellizzazione della dispersione degli inquinanti nell'acquifero.

La discarica GINESTRETO 3 viene caratterizzata nella condizione maggiormente conservativa considerando l'ipotesi di progetto ed ipotizzando lo scenario di conferimento all'anno 2057 dove si prevede l'esaurimento volumetrico del sito.

La discarica in oggetto è progettata per un volume totale utile al fine dello smaltimento rifiuti pari a 6.000.000 mc.

La massima superficie di progetto della copertura responsabile delle emissioni diffuse di biogas in atmosfera è pari a 175.000 m<sup>2</sup>.



° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	27	di	78	1	08	11	23	

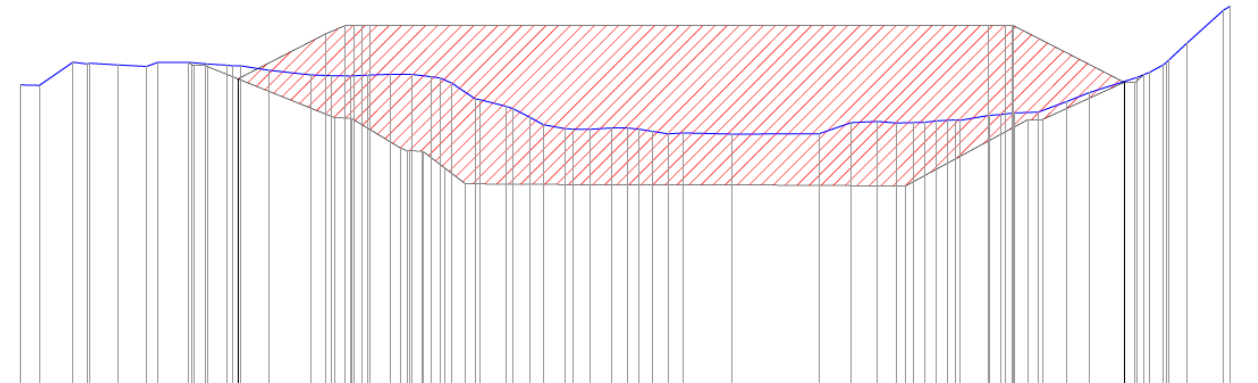


Figura 7: Sezione Longitudinale e trasversale progetto G3

### **IPOTESI CONSERVATIVA**

**La sorgente primaria di emissione di inquinanti tossici e cancerogeni in atmosfera è costituita dall'intera superficie di progetto della copertura della discarica pari a circa 175000 mq.**

L'estensione della sorgente nella direzione principale del vento (principalmente proveniente dal quadrante W-SW, così come riportato nella caratterizzazione meteorologica dello studio modellistico di dispersione degli inquinanti odorigeni) è pari a 400 m.

Le estensioni reali delle sorgenti di discarica responsabili delle emissioni diffuse di biogas per i lotti esistenti G1, G2 e G4 sono invece riportate nella tabella che segue:

- G1 = 113000 mq
- G2 = 101600 mq
- G3 = 175000 mq
- G4 = 47100 mq

#### **2.1.2.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI (BIOGAS)**

Come descritto la principale emissione della sorgente discarica è il biogas, che viene definito come sorgente secondaria in quanto sono potenzialmente presenti in esso sostanze chimiche con effetti tossici e cancerogeni per l'uomo e l'ambiente.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	28	di	78	1	08	11	23	

La determinazione delle quantità e caratteristiche chimico fisiche del biogas prodotto dal corpo della discarica viene affrontato analizzando in dettaglio i numerosi dati a disposizione provenienti dai monitoraggi ed analisi condotte periodicamente dal gestore sul sito della discarica.

Nel caso in esame, facendo seguito a quanto evidenziato nel Piano di Caratterizzazione dei suoli e delle acque sotterranee condotte per i siti G1 e G2 nel giugno del 2014, per il sito G4 nel 2015 e a quanto confermato dalle indagini geognostiche sviluppate sul sito G3, non essendo presente una falda acquifera significativa, si considera l'atmosfera come unico media ambientale interessato dalle emissioni della discarica, in particolare dalle emissioni di biogas.

Non vengono considerate emissioni dovute alla volatilizzazione di COC dal percolato in quanto tale prodotto viene immediatamente captato e raccolto dal sistema di drenaggio interno alla discarica e opportunamente trattato o smaltito, senza che questo possa dar luogo a emissioni significative in atmosfera.

#### 2.1.2.3 STIMA EMISSIONI DI BIOGAS IN ATMOSFERA

Il biogas prodotto dalla discarica sarà captato dal corpo dei rifiuti mediante una rete di pozzi verticali di aspirazione che collegano a vari livelli sistemi orizzontali di drenaggio del gas. Le reti orizzontali di drenaggio, costituite da trincee drenanti in ghiaia, saranno realizzate ad intervalli di 5 metri di spessore di rifiuto abbancato.

I pozzi, da costruirsi in fase di coltivazione della discarica, avranno un diametro non inferiore a 600 mm ed il diametro del tubo di captazione è previsto non inferiore a 140 mm rigorosamente con finestratura a fessura che si sviluppa su tre direttici. Il riempimento dei pozzi sarà realizzato con ghiaia drenante a bassa componente carbonatica, di granulometria media 16-32 mm. I pozzi di captazione in fase di gestione sono collegati alle condotte di aspirazione che convogliano il gas all'impianto di aspirazione e recupero.

La presenza del sistema di drenaggio e captazione del percolato sul fondo della discarica garantisce il mantenimento al minimo del livello del percolato all'interno dei pozzi di captazione del biogas, consentendone la continua funzionalità, anche nella fase post-operativa.

Sebbene sia presente un sistema di captazione del biogas, l'intera superficie del corpo discarica è potenzialmente responsabile dell'emissione diffusa di una portata di biogas.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	29	di	78	1	08	11	23	

Per ciascun lotto esistente G1, G4, G4 e per il lotto in progetto G3 si sono stimate le portate di emissione diffusa di biogas in condizioni di massimo rilascio nei prossimi 30 anni oggetto delle valutazioni della presente ADR.

	Area Emissiva mq	Biogas Flusso Superficiale (Nmc/mq-sec)	Portata Biogas in atmosfera Nmc/h
<b>G1</b>	113000	1.15536E-07	47
<b>G2</b>	101600	3.3902E-07	124
<b>G3</b>	175000	6.38095E-07	402
<b>G4</b>	47100	1.03208E-06	175

Tabella 2: Parametri emissivi di biogas in atmosfera rilasciati dai lotti di Sogliano

I valori indicati nella tabella precedente sono stati stimati dalle stime previsioni di produzione di biogas da ciascun lotto G1-G2-G3-G4 secondo le seguenti ipotesi:

Si sono misurate le emissioni dalle diverse tipologie di superficie della singola discarica attiva (G4), che sono di seguito elencate:

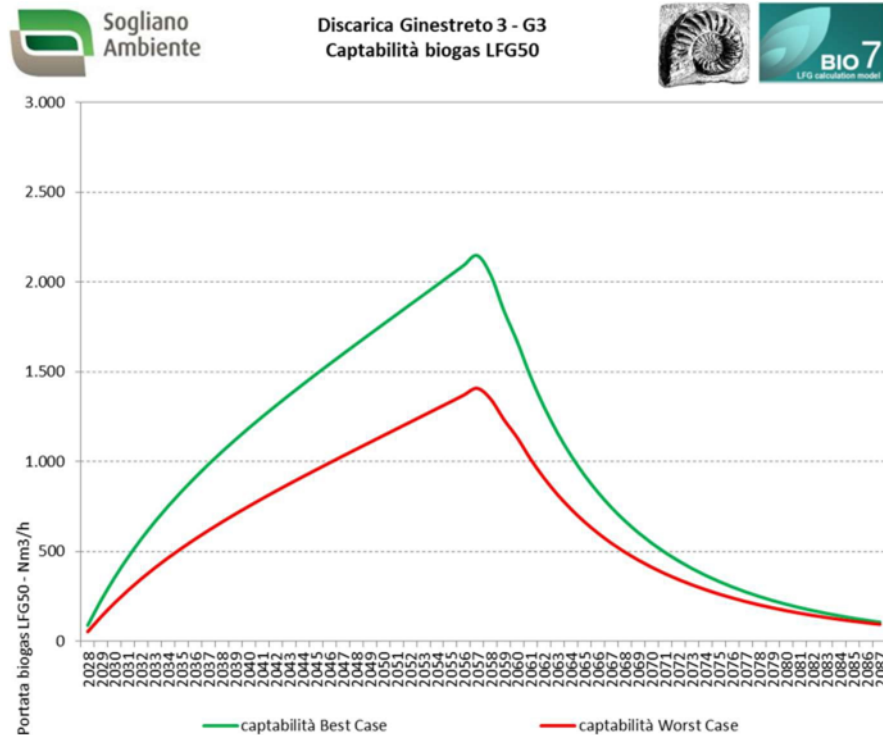
- Superficie di rifiuto scoperto per la coltivazione, mediamente 2.000 mq al giorno e soltanto in fase di coltivazione;
- Superficie di copertura temporanea circa 10 cm di copertura;
- Superficie di copertura di medio termine avente spessore pari a 70/80 cm.

La dispersione del biogas è parametrata per ogni anno di coltivazione dal 2028 al 2057 (vedi integrazione 25 e alla superficie di abbancamento prevista ed alle relative coperture identificando la portata).

Per la discarica G3, i valori determinati sulla base delle emissioni misurate sono stati confrontati con i valori calcolati con il modello previsionale di produzione del biogas, che prevede una percentuale del biogas prodotto pari al 15% del totale, ipotizzando che l'emissione totale coincida con il massimo valore di dispersione calcolato che si verificherà nel 2057 come è evidente dal diagramma riportato nella figura successiva.

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	30	di	78	1	08	11	23		





L'emissione ipotizzata sulla base della produzione non captata risulta mediamente di un ordine di grandezza maggiore di quella parametrata sulle misure reali; pertanto, ai fini delle analisi di rischio essendo un'ipotesi molto più conservativa si utilizza la prima.

$$\text{Dispersione max} = 2683 \text{ Nmc/h} \cdot 0.15 = 402 \text{ Nmc/h}$$

Uguualmente, per quanto concerne le emissioni dalla superficie dalle discariche G1, G2 e G4, che durante la gestione di G3 saranno in diverse fasi della post gestione e quindi saranno in diversi periodi della loro capacità produttiva, ai fini dell'analisi di rischio, essendo come chiarito un'ipotesi più conservativa, si utilizza il 15% del valore di produzione calcolata.

Pertanto, a partire dalla data odierna, i massimi contributi alla dispersione stimati per le singole discariche saranno i seguenti:

- Per G1, Dispersione max nel 2023 = 47 Nmc/h;
- Per G2 Dispersione max nel 2024 = Nmc/h  $828 \cdot 0.15 = 124$  Nmc/h;
- Per G4 Dispersione max nel 2027 = Nmc/h  $1171 \cdot 0.15 = 175$  Nmc/h;

L'ipotesi conservativa è che il contributo massimo di tutte le discariche avvenga contestualmente

La composizione del Biogas in termini di concentrazione viene definita sulla base dei dati storici delle concentrazioni presenti nel biogas emesso dal sito G2 e dal sito G4 fino all'anno 2023.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	31	di	78	1	08	11	23	



### 2.1.3 IDENTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI POTENZIALI CHEMICAL OF CONCERNS (COCS) PRESENTI NEL BIOGAS

L'identificazione dei Chemical of Concerns COCs rappresenta una fase cruciale dell'approccio risk-based occorre infatti valutare tutti i potenziali composti chimici presenti nel sito contaminato che possono avere caratteristiche tossiche o cancerogene.

Ai fini dell'applicazione della metodologia HHRA si distinguono due classi di COCs sulla base delle proprietà tossicologiche:

- Sostanze Tossiche;
- Sostanze Cancerogene.

Per quanto riguarda le sostanze tossiche va sottolineato che ciascun individuo può ben tollerare l'esposizione in un intervallo che va da zero sino ad un valore finito di SOGLIA della dose assorbita senza subire danni alla salute. Il valore di SOGLIA dipende dal tipo di composto e varia da soggetto a soggetto a seconda della sensibilità.

In generale si osserva come le sostanze tossiche (non vale per le cancerogene) non determinano nessun effetto se la loro concentrazione è inferiore ad un livello di soglia (NOEL No Observed Effect Level, LOAEL lowest observed adverse effect levels).

Un significato importante riveste invece l'RfD (Reference Dose), che è la stima del livello di esposizione giornaliera per la popolazione umana che non comporta rischi apprezzabili, essa viene stimata mediante la seguente espressione:

$$RfD(\frac{mg}{kg} - BW * day) = \frac{NOAEL}{UF * MF} \text{ or } \frac{LOAEL}{UF * MF}$$

Dove UF (Uncertainty Factor) ed MF (Modifying Factor) sono fattori di incertezza relativamente all'estrapolazione dei dati dall'animale all'uomo ed alle incertezze legate agli studi tossicologici.

Per quanto riguarda le sostanze cancerogene, si utilizza la classificazione USEPA basata su una metodologia a tre passi, sotto riportata, del grado di potenza cancerogena delle sostanze.

Gruppo	Descrizione	Esempio
A	Cancerogeno per l'uomo, con sufficiente evidenza da studi epidemiologici	Benzene

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	32	di	78	1	08	11	23	

B1 o B2	Probabile cancerogeno per l'uomo: B1-con limitate evidenze da studi epidemiologici; B2-con sufficiente evidenza da studi su animali e non adeguata evidenza o in assenza di dati da studi epidemiologici	Benzo(a)pirene
C	Possibile cancerogeno per l'uomo, con limitate evidenze da studi su animali in assenza di studi sull'uomo	PCE
D	Non classificabile come cancerogeno per l'uomo, in possesso di inadeguate evidenze sull'uomo e sugli animali	Etilbenzene Toluene Xileni
E	Evidenze di non cancerogenicità per l'uomo.	

Tabella 3: Classificazione cancerogenicità composti chimici

Per le sostanze cancerogene, a differenza delle tossiche, non esiste una SOGLIA al di sotto della quale una esposizione anche prolungata non comporta effetti (avversi) sulla salute; in questo caso la relazione dose-effetto si manifesta a qualsiasi concentrazione.

In pratica si può dire che non esiste una dose soglia; se la dose è maggiore di zero (anche piccolissima) allora vi è una risposta sulla salute dell'organismo.

La relazione dose-risposta non è facilmente ottenibile da studi epidemiologici sull'uomo, mentre la si può ricavare da studi su roditori pianificati a tre dosaggi, il più elevato dei quali è la dose massima tollerabile dall'animale.

La relazione dose-risposta si ottiene pertanto per estrapolazione dai risultati ottenuti da studi tossicologici sugli animali da cavia, dalle alte dosi somministrate alle basse dosi dell'esposizione ambientale per l'uomo.

La scelta dei COCs nel caso in oggetto viene fatta analizzando lo storico delle analisi chimico-fisiche dei campioni di percolato e biogas rilevati nella discarica G2, in particolare si procede nella determinazione del valore della concentrazione iniziale CLO per ciascuna delle specie chimiche presenti nel percolato e nel biogas.

### IPOTESI CONSERVATIVA

**La definizione dei valori di concentrazione rappresentativa per il biogas per ciascun COC viene determinato ipotizzando un biogas con concentrazioni dei COC pari ai valori massimi rilevati nella serie di analisi chimiche per il periodo 2018-2023 nel sito G2 e per il periodo 2021-2023 nel sito G4.**

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	33	di	78	00	1	11	23		

**Nell'Agosto 2023 sono state condotte analisi estese sul biogas volte a determinare la presenza di una lista estesa di COC in fase gassosa e particellare, questi nuovi valori sono stati integrati nell'analisi dei massimi storici.**

Si procede nella identificazione dei Chemical of Concerns COCs attraverso il confronto delle analisi chimiche con l'elenco dei composti potenzialmente tossici e cancerogeni pubblicati dai diversi organismi internazionali.

La produzione del biogas è soggetta a monitoraggi mensili che prevedono l'analisi dei principali parametri chimico-fisico riportati in Tabella 4.

Il Piano di monitoraggio delle discariche (Punto 5 Allegato 2 del D.lgs. 36/2003 e s.m.i.), presentato insieme alla domanda di Autorizzazione Ambientale Integrata, prevede analisi chimico-fisiche del biogas con cadenza mensile. I parametri che vengono analizzati periodicamente riguardano la determinazione delle concentrazioni di microinquinanti di origine organica presenti nel gas, tali analisi si rendono necessarie al fine di monitorare e gestire il problema dell'odore per i recettori vicini.

In Tabella 4 sono elencati i parametri fisico-chimici monitorati per il biogas come indicato nel PIANO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO Punto 5 - Allegato 2, D.lgs. 36/2003 e s.m.i., Rev. 5 di marzo 2023.

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	34	di	78	1	08	11	23		

Parametri di analisi e/o misura	
Metano	(% V/V)
Ossigeno	(% V/V)
Anidride carbonica	(% V/V)
H <sub>2</sub> S	(% V/V)
H <sub>2</sub>	(% V/V)
NH <sub>3</sub>	(mg/Nm <sup>3</sup> )
CVM	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Polveri totali	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Somma cloro	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Somma fluoro	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Somma zolfo	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Altre sostanze volatili (non alogenate e non solforate)	(mg/Nm <sup>3</sup> )
azoto sul secco	(% V/V)
potere calorifico inferiore sul secco (kJ/ m <sup>3</sup> )	
dimetil solfuro	(mg/Nm <sup>3</sup> )
dimetil disolfuro	(mg/Nm <sup>3</sup> )
alfa pinene	(mg/Nm <sup>3</sup> )
o-cimene	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Limonene	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Toluene	(mg/Nm <sup>3</sup> )
etil benzene	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Xileni	(mg/Nm <sup>3</sup> )
alchil benzeni	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Acetone	(mg/Nm <sup>3</sup> )
2-butanone	(mg/Nm <sup>3</sup> )
idrocarburi alifatici fino a C10 (mg/Nm <sup>3</sup> )	
acido cloridrico	(mg/Nm <sup>3</sup> )
acido fluoridrico	(mg/Nm <sup>3</sup> )
acido solfidrico	(mg/Nm <sup>3</sup> )
cloro organico	(mg/Nm <sup>3</sup> )
fluoro organico	(mg/Nm <sup>3</sup> )
zolfo organico	(mg/Nm <sup>3</sup> )
altre sostanze organiche volatili (non alogenate e non solforate)	(mg/Nm <sup>3</sup> )
esametil silossano	(mg/Nm <sup>3</sup> )
Etanolo	(mg/Nm <sup>3</sup> )
metil isobutil chetone	(mg/Nm <sup>3</sup> )
acido butanoico etil etere	(mg/Nm <sup>3</sup> )

Tabella 4: parametri chimico-fisici monitorati per il Biogas

I composti chimici rilevati nelle analisi di biogas delle discariche Ginestreto2 e Ginestreto4 disposti dal Piano di Sorveglianza e Controllo e presenti nel database ISS-INAIL 2018 (<https://www.minambiente.it/bonifiche/gruppi-e-tavoli-di-lavoro->), e quindi aventi potenzialmente effetti tossici e cancerogeni nel caso di inalazione sono i seguenti:

#### Fase Vapore

- Benzene
- Etilbenzene
- Stirene
- Toluene
- m-Xilene
- o-Xilene
- p-Xilene

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	35	di	78	1	08	11	23	

- Cloruro di Vinile

#### Fase Particellare

- Cromo totale
- Rame
- Nichel
- Piombo
- Zinco

La verifica della presenza di potenziali COCs associati alla emissione e rilascio in atmosfera di biogas che sfugge ai sistemi di captazione, avviene confrontando le analisi chimiche con i valori delle concentrazioni limite CREL (Chronic Inhalation REL) per le sostanze tossiche e le UR (Unit Risk) per le sostanze cancerogene definite dall'agenzia californiana per la protezione dell'ambiente (Office of Health Hazard Environmental Assessment).

Nella tabella che segue si riporta il confronto tra i valori massimi rilevati nel periodo 2008-2023 ed i limiti per gli inquinanti con effetti tossici e/o cancerogeni desunti dal database OEHHHA (fonte: <https://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-chronic-reference-exposure-level-rel-summary> ).

Parametro	U. M.	Max	Chronic	Acute
			Inhalation REL	Inhalation REL
			(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )
<u>Benzene</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	14.6	0.003	0.027
<u>Etilbenzene</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	69.1	2	-
<u>Stirene</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	20.8	0.9	21
<u>Toluene</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	278.1	0.42	5
<u>m-Xilene</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	78.5	0.7	22
<u>o-Xilene</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	32.7	0.7	22
<u>p-Xilene</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	36.3	0.7	22
<u>Cloruro di Vinile</u>	mg/Nm <sup>3</sup>	2.3	-	180

Tabella 5: Confronto tra i COCs in fase vapore del biogas e gli standard internazionali

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	36	di	78	1	08	11	23		

Parametro	U. M.	Max	Chronic	Acute
			Inhalation REL	Inhalation REL
			(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )
Cromo totale	mg/Nm <sup>3</sup>	0.00131	0.06	0.48
Rame	mg/Nm <sup>3</sup>	0.00175	nd	100
Nichel	mg/Nm <sup>3</sup>	0.00201	0.014	0.2
Piombo	mg/Nm <sup>3</sup>	0.00032	nd	nd
Zinco	mg/Nm <sup>3</sup>	0.00665	nd	nd

Tabella 6: Confronto tra i COCs del biogas in fase particolato e gli standard internazionali

Confrontando i valori di concentrazione dei composti chimici individuati come potenziali COCs e i limiti definiti da OEHHa per l'inalazione cronica ed acuta si rileva il superamento delle soglie per tutti i composti presenti nel biogas.

Si procede quindi nella presente analisi di rischio per la discarica Ginestreto con la valutazione del pericolo tossico e del rischio cancerogeno associato alla inalazione cronica di Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xileni e CVM emessi con il biogas di discarica insieme ai metalli associati alle polveri Cromo Totale, Rame, Nichel, Piombo e Zinco.

In aggiunta ai contaminanti presenti sia in fase vapore che in fase particellare rilasciati dal Biogas in atmosfera si considerano anche le emissioni di COC associate alle polveri durante la fase di coltivazione.

#### 2.1.4 CARATTERIZZAZIONE DEI MEDIA AMBIENTALI

In questa fase della formulazione del modello concettuale si descrivono i media ambientali interessati, sia direttamente che indirettamente, dal rilascio delle sorgenti definite al punto precedente.

La caratterizzazione dei media ambientali si rende necessaria per potere procedere nelle valutazioni modellistiche di Fate&Transport delle sostanze nell'ambiente.

In generale nel caso di una discarica i media ambientali potenzialmente interessati dalla contaminazione sono il suolo (suolo superficiale e profondo), l'acquifero (zona satura) e l'atmosfera (indoor ed outdoor).

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	37	di	78	1	08	11	23		

Per ciascun media ambientale coinvolto vengono descritti di seguito tutti i parametri necessari per il calcolo dei fattori di trasporto e quindi stimare le concentrazioni dei COCs in corrispondenza dei punti di esposizione POE dove sono localizzati i bersagli/recettori.

#### 2.1.4.1 FALDA SOTTERRANEA

Nel caso del sito della nuova discarica in progetto G3 risultano valide le conclusioni del recente Piano di Caratterizzazione dei suoli e delle acque sotterranee condotte per i siti G1 e G2 nel Giugno del 2014, confermate dalle indagini geognostiche sviluppate sul sito G4. Lo studio ha evidenziato i seguenti elementi caratteristici per G1, G2 e G4 e di conseguenza vista la localizzazione limitrofa ed i risultati degli approfondimenti effettuati in fase di progetto da ritenersi validi anche per G3:

*L'idrogeologia è significativa solo in corrispondenza dei materassi alluvionali prevalentemente limoso-sabbiosi e ghiaiosi in aderenza all'alveo torrentizio posto a valle della discarica, mentre risulta praticamente inesistente nei terreni argillosi di interesse per la zona oggetto di intervento.*

*I terreni interessati dall'intervento sono impermeabili o scarsamente permeabili.*

*Infatti, come evidente dalle sezioni geologiche, dai dati rilevati in superficie ed in profondità e dalla caratterizzazione dei terreni interessati come conseguenza del modello geologico-stratigrafico descritto, non sussistono condizioni fisiche nel sottosuolo che possano presumere potenziali deflussi idrici nei terreni del substrato e con i quali la realizzazione della discarica possa venire in interferenza.*

**Ai fini della definizione del modello concettuale per la valutazione del rischio per G3 risulta pertanto evidente come non sia presente una potenziale comunicazione fondo della discarica falda e rio Morsano.**

#### 2.1.4.2 ATMOSFERA

Il rilascio di contaminanti in atmosfera da parte dei lotti esistenti G1, G2, G4 e del lotto in progetto Ginestreto 3 può essere connesso ad un rilascio diretto di biogas ovvero ad un rilascio indiretto di sostanze volatili dal percolato.

Per quanto concerne il rilascio diretto di contaminanti mediante il biogas, come descritto in precedenza si valuta il rischio associato alla potenziale inalazione dei COCs presenti nelle emissioni di biogas che sfugge ai sistemi di captazione della discarica.

Il rilascio indiretto di contaminanti in atmosfera per effetto della volatilizzazione dei composti presenti nel percolato rilasciato nel sottosuolo è escluso in quanto il sistema di drenaggio,

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	38	di	78	1	08	11	23	

raccolta, trattamento e smaltimento è in grado di ridurre al minimo ogni emissione significativa in atmosfera dovuta alla volatilizzazione dei composti presenti all'interno del percolato.

Al fine di stimare le concentrazioni attese degli inquinanti con caratteristiche tossiche e/o cancerogene presenti nel Biogas dei lotti della discarica di Sogliano Ambiente, si fa riferimento ai risultati dello studio modellistico di dispersione degli inquinanti odorigeni riportata nel documento Allegato B1-El.1 *Relazione di impatto da inquinamento atmosferico* (Ara G3 SIA IA 02 01) del SIA e successive integrazioni a cura dell'Ing. Neri

Nelle tabelle che seguono si riportano i flussi di emissione per gli inquinanti oggetto dell'analisi di rischio stimati a partire dalla ipotizzata emissione diffusa di Biogas per il sito in progetto G3 e considerando i valori massimi di concentrazione rilevati nel biogas di G2 e di G4.

	Max Conc µg/mc	Flusso_COC_G 1 (µg/mq-sec)	Flusso_COC_G 2 (µg/mq-sec)	Flusso_COC_G 3 (µg/mq-sec)	Flusso_COC_G 4 (µg/mq-sec)
<b>CVM</b>	2.3	2.66E-04	7.80E-04	1.47E-03	2.37E-03
<b>benzene</b>	14.6	1.69E-03	4.95E-03	9.32E-03	1.51E-02
<b>toluene</b>	278.1	3.21E-02	9.43E-02	1.77E-01	2.87E-01
<b>etilbenzen e</b>	69.1	7.98E-03	2.34E-02	4.41E-02	7.13E-02
<b>p-xilene</b>	36.3	4.19E-03	1.23E-02	2.32E-02	3.75E-02
<b>m-xilene</b>	78.5	9.07E-03	2.66E-02	5.01E-02	8.10E-02
<b>o-xilene</b>	32.7	3.78E-03	1.11E-02	2.09E-02	3.37E-02
<b>stirene</b>	47.6	5.50E-03	1.61E-02	3.04E-02	4.91E-02
<b>Cromo totale</b>	0.00131	1.51E-07	4.44E-07	8.36E-07	1.35E-06
<b>Rame</b>	0.00175	2.02E-07	5.93E-07	1.12E-06	1.81E-06
<b>Nichel</b>	0.00201	2.32E-07	6.81E-07	1.28E-06	2.07E-06
<b>Piombo</b>	0.00032	3.70E-08	1.08E-07	2.04E-07	3.30E-07
<b>Zinco</b>	0.00665	7.68E-07	2.25E-06	4.24E-06	6.86E-06

Tabella 7: flussi di emissione dei COC nel biogas per unità di superficie

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	39	di	78	1	08	11	23		



In aggiunta alla esposizione di polveri e vapori associate alle emissioni diffuse di biogas dai corpi delle discariche si considerano anche le emissioni determinate dal sollevamento delle polveri in seguito alle attività di coltivazione della discarica.

Specifiche analisi sulle polveri rilevate in prossimità dell'area di coltivazione sono state condotte in data 29/08/2023 di seguito si riportano i valori massimi di concentrazione per i metalli in fase particolato associate alle polveri.

Parametro	µg/mc
<b>Cromo totale</b>	0.000209067
<b>Rame</b>	0.000731267
<b>Nichel</b>	0.000178733
<b>Piombo</b>	0.000374267
<b>Zinco</b>	0.0018368
<b>Antimonio</b>	0.000178733
<b>Arsenico</b>	0.000131133

Tabella 8: Concentrazioni massime di COC nelle polveri in prossimità dell'area di coltivazione

#### 2.1.4.3 CONCLUSIONI MODELLO CONCETTUALE MCS

Sulla base delle ipotesi discusse nei capitoli precedenti si procede nella descrizione del Modello Concettuale per il sito della discarica di Ginestreto 3 che sta alla base delle valutazioni del rischio che seguono.

Il modello concettuale è così caratterizzato dalle seguenti assunzioni conservative:

- **Nessun potenziale rilascio di percolato in falda (perché inesistente) e nel corpo idrico superficiale (assenza di collegamento)**
- **Il percolato che potenzialmente viene rilasciato dai difetti e/o fori della geomembrana rimane confinato nell'insaturo e non interessa la falda in quanto inesistente**
- **Emissione diffusa di biogas (polveri e vapori) dalla superficie areale massima costituita dalla copertura della discarica, questa ipotesi è conservativa e anche di potenziali ma non credibili emissioni diffuse dai confini laterali dei singoli lotti.**
- **Emissione di polveri in seguito alle attività di coltivazione della discarica**

#### 2.1.5 INDIVIDUAZIONE DEI POTENZIALI RECETTORI

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	40	di	78	1	08	11	23		

In questa fase si procede nella identificazione e localizzazione di tutte le categorie di potenziali recettori umani che attualmente sono o potranno in un futuro essere esposti alle contaminazioni determinate dai rilasci di biogas in atmosfera.

Occorre valutare anche la presenza di future tipologie di recettori per effetto di potenziali cambiamenti di destinazione d'uso del sito in oggetto.

Allo stato attuale il sito ha una destinazione d'uso del tipo industriale/discardica, inoltre non sono presenti recettori di tipo residenziale in quanto l'area circostante è caratterizzata da un uso del suolo di tipo misto agricolo/boscoso, come riportato in Figura 8.

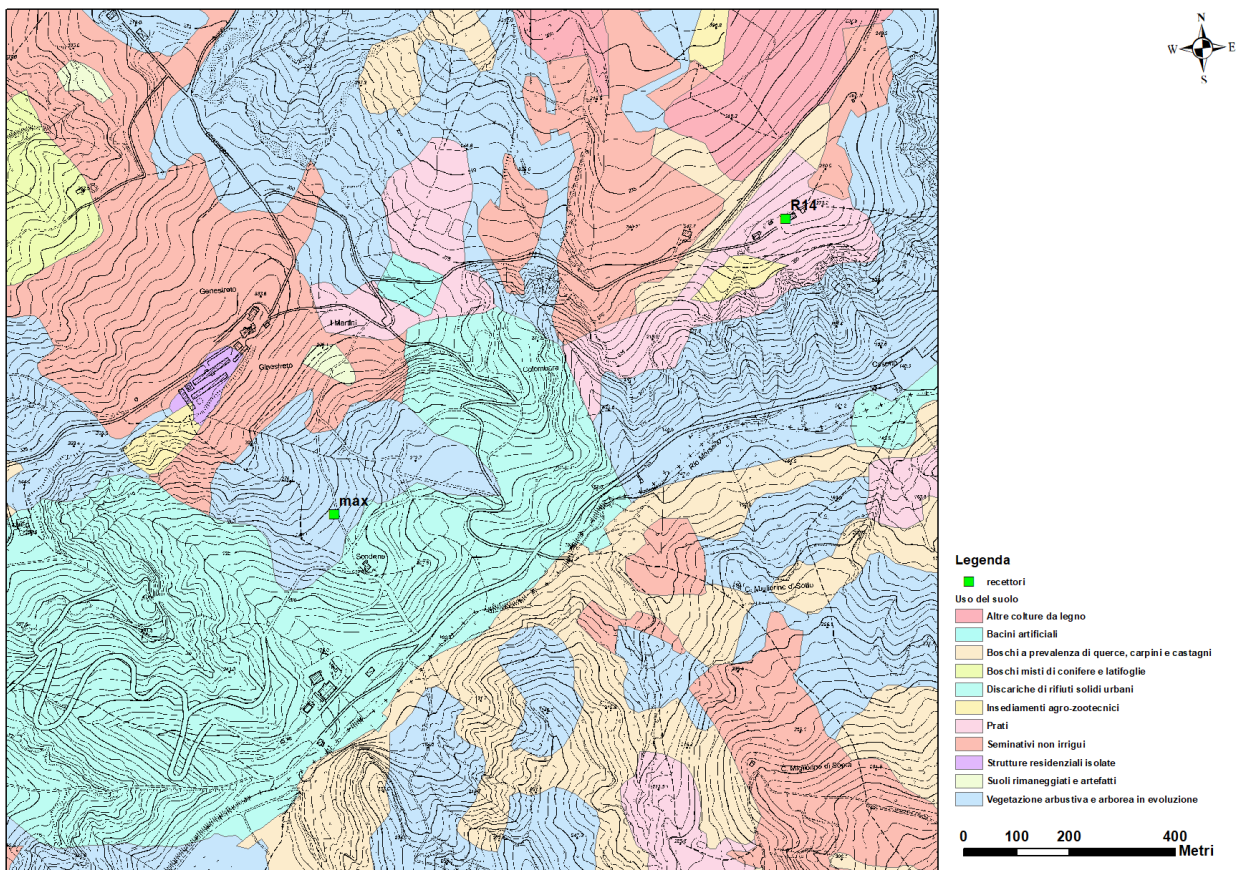


Figura 8: Uso Del Suolo GINESTRETO 3

L'area in esame non è caratterizzata dalla presenza di pozzi di prelievo da falda sia per uso potabile che per uso agricolo, inoltre è del tutto da escludersi la possibilità che i recettori umani vengano in contatto diretto con la falda potenzialmente contaminata dal percolato, poiché inesistente.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	41	di	78	1	08	11	23	

Si ipotizza tuttavia cautelativamente, ai fini della valutazione del rischio, che siano presenti recettori limitrofi alla discarica che siano esposti alla inalazione di biogas.

I recettori sensibili esposti alla inalazione di composti tossici e/o cancerogeni rilasciati dal corpo della discarica in progetto G3 sono i medesimi caratterizzati nel paragrafo C.2 dello studio sulla qualità dell'aria redatto dall'Ing. Neri e allegato al SIA. Di seguito si riporta una breve descrizione e localizzazione.

L'individuazione dei recettori maggiormente sensibili è stata effettuata sulla base della considerazione seguente. Ai fini della valutazione dell'inquinamento atmosferico in casi simili di sorgenti principali con emissioni a terra, è sempre "sfavorito" l'edificio più vicino alla sorgente di disturbo che non abbia barriere ed ostacoli interposti, cioè che "vede" direttamente la sorgente. Inoltre, per la scelta dei recettori, è fondamentale la conoscenza delle condizioni meteo diffuse che possono generare i maggiori valori di concentrazione degli inquinanti ai recettori

Sono stati effettuati dei sopralluoghi specifici al fine di verificare le peggiori situazioni per l'impatto indotto.

Nella tabella seguente sono elencati i recettori individuati con le relative caratteristiche e sigla identificativa.

Recettore	Distanza <sup>(1)</sup> recettore – zona di cantiere/ coltivazione G3 [m]	Distanza <sup>(1)</sup> recettore – impianti [m]	Distanza <sup>(1)</sup> recettore - zonadi cantiere di stoccaggio terradi scavo [m]	Quota altimetrica [m]	Dislivello rispetto impianti <sup>(2)</sup> [m]	Dislivello rispetto cantiere/coltiva zioneG3 <sup>(3)</sup> max [m]
R2	1350	1900	400	250	75	-50
R6	-	-	380	110	-65	-190
R14	700	1250	480	270	95	-30
R15	1500	2000	320	250	75	-50

(1) le distanze sono calcolate in pianta

(2) quota altimetrica dell'impianto di cogenerazione e dell'impianto di combustione del biogas: 175 m

(3) quota altimetrica max della zona di cantiere/coltivazione G4: 225 m

**Tabella 9: Elenco e caratterizzazione dei recettori sensibili individuati**

Sulla base delle considerazioni fatte, si conclude che il recettore potenzialmente più impattato dall'attività di coltivazione di G3 (e degli altri siti) è R14. I recettori R2, R6, R7 e R15, per ragioni di lontananza, non sono influenzati dall'attività di coltivazione del sito G3. Il recettore denominato R1 ad oggi risulta abbandonato ed in condizioni pericolanti. Tale stato è in essere già da diversi anni. Alla luce di tali evidenze, si ritiene che tale edificio non sia più un recettore da considerare nelle valutazioni presenti.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	42	di	78	1	08	11	23		

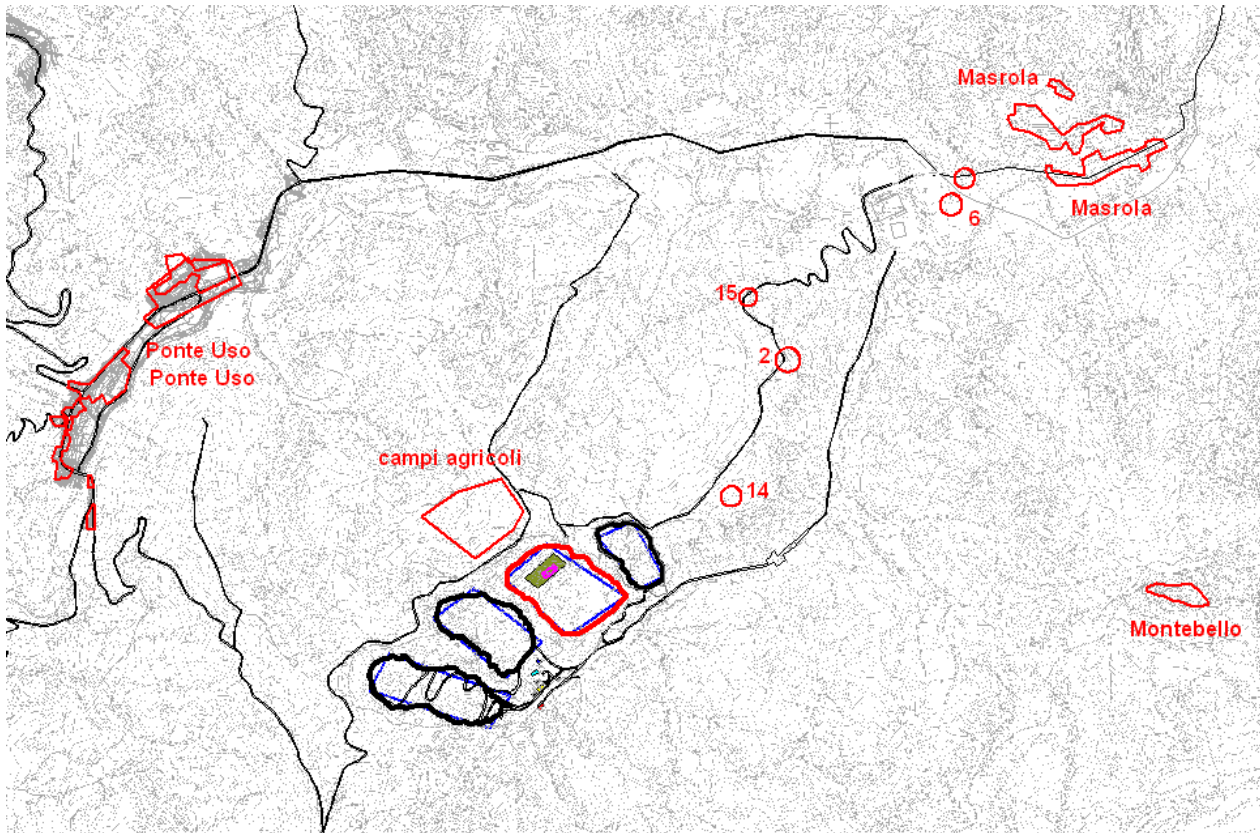


Figura 9: Ubicazione dei recettori sensibili su base CTR.

**Ai fini della presente analisi di rischio si considerano i seguenti recettori:**

- **recettore di tipo residenziale localizzato al recettore R14 ed esposto alle emissioni diffuse di biogas provenienti dal corpo delle discariche (G1,2,3,4) e dalle polveri sollevate durante le attività di coltivazione del nuovo lotto G3**
- **recettore di tipo industriale/lavoratore localizzato in corrispondenza del punto di esposizione in cui si registrano i valori massimi di concentrazione in atmosfera di composti tossici e/o cancerogeni associati alle emissioni diffuse di biogas e di polveri sollevate**

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	43	di	78	1	08	11	23	

### 2.1.6 PERCORSI DI ESPOSIZIONE

L'identificazione dei potenziali Percorsi di Esposizione (Exposure Pathways) si articola nella descrizione dei meccanismi che mettono in contatto la sorgente (Source Area) del COC con il recettore umano.

Un percorso di esposizione è generalmente costituito da quattro elementi:

- (1) una sorgente ed un meccanismo di rilascio del COC,
- (2) un mezzo di ritenzione o trasporto,
- (3) un punto di contatto (Point of Exposure POE) tra il ricettore e il mezzo contaminato,
- (4) una via di esposizione (Exposure Route: Ingestione, Inalazione, Contatto Dermico).

In Figura 10 è raffigurato un esempio di percorso di esposizione dove il serbatoio (corpo percolante discarica) è la sorgente del rilascio chimico, il suolo costituisce l'area sorgente, il meccanismo di trasporto è il percolamento dal suolo alla falda mentre l'ingestione di acqua contaminata rappresenta la via di esposizione per il ricettore umano.

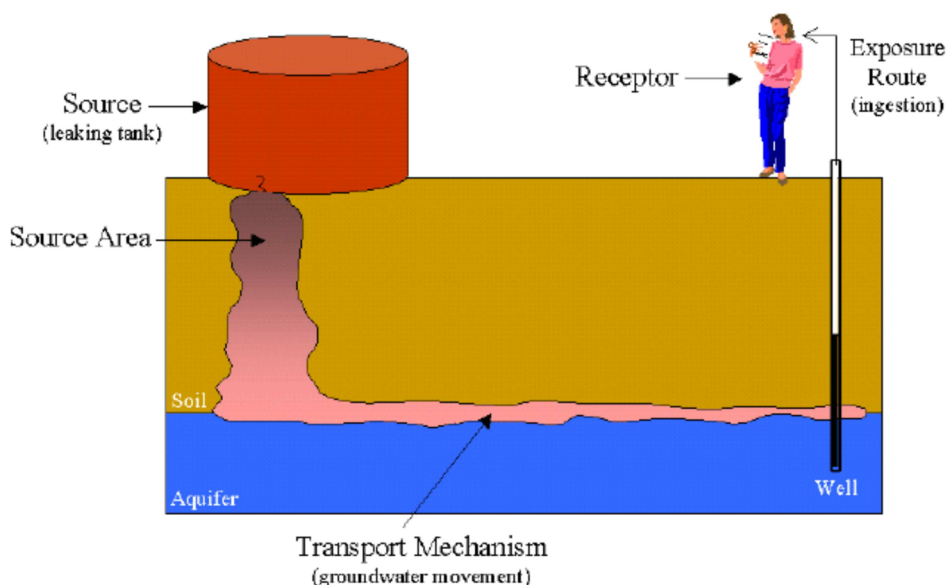


Figura 10: Percorso di Esposizione (Exposure Pathway)

Le vie di esposizione (Exposure Route) sono rappresentate da tre principali meccanismi di contatto tra ricettore e composto chimico:

1. Ingestione
2. Inalazione
3. Contatto dermale

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	44	di	78	1	08	11	23	



I recettori residenziali ipotizzati in corrispondenza dei tre POE limitrofi al sito Sogliano Ambiente Ginestreto G3 sono potenzialmente esposti ai contaminanti rilasciati dal corpo della discarica per effetto dei seguenti percorsi di esposizione:

- **Inalazione di vapori e polveri outdoor determinati delle emissioni diffuse di Biogas dai 4 lotti della discarica in esame**
- **Inalazione di polveri da sollevamento a causa delle attività di coltivazione del nuovo lotto G3**
- **Ingestione di vegetali potenzialmente contaminati e coltivati in corrispondenza delle aree agricole limitrofe al sito della discarica**

Le stime di rischio cancerogeno e pericolo tossico per l'esposizione ad inalazione ed ingestione dei COC sono state condotte con il software Risk-Net 3.1.1. pro.

Nella figura seguente si riporta la caratterizzazione richiesta da Risk-Net per la descrizione del modello concettuale del sito; nel caso in esame si considerano direttamente le emissioni di biogas con le concentrazioni calcolate ai recettori e si calcola il rischio sanitario corrispondente.

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	45	di	78	1	08	11	23		

## Modello Concettuale del Sito

Caratterizzazione standard
Caratterizzazione integrativa
Caratterizzazione prodotti alimentari

Caratterizzazione integrativa
Seleziona Tutti
Deseleziona Tutti
Help

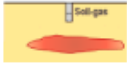







Tipo di misura		Tipo di recettore
Misure soil-gas outdoor		<input type="checkbox"/> Recettori on-site <input type="checkbox"/> Recettori off-site
Misure soil-gas indoor		<input type="checkbox"/> Recettori on-site No Off-Site
Misure con camere di flusso (Outdoor)		<input type="checkbox"/> Recettori on-site <input type="checkbox"/> Recettori off-site
Misure con camere di flusso (per Indoor)		<input type="checkbox"/> Recettori on-site No Off-Site
Misure in Aria Outdoor		<input checked="" type="checkbox"/> Recettori on-site <input type="checkbox"/> Recettori off-site
Misure in Aria Indoor		<input type="checkbox"/> Recettori on-site No Off-Site
Test di cessione (Suolo Superficiale)		<input type="checkbox"/> POC = 0 m <input type="checkbox"/> POC > 0 m
Test di cessione (Suolo Profondo)		<input type="checkbox"/> POC = 0 m <input type="checkbox"/> POC > 0 m

Figura 11: Exposure Routes Risk-net 3.1.1 PRO

### 2.1.7 CARATTERIZZAZIONE DEI POTENZIALI RECETTORI

Come evidenziato in precedenza i POE di interesse sono localizzati rispettivamente in corrispondenza del punto di massima ricaduta delle emissioni diffuse dalla discarica (recettore di tipo industriale/lavoratore) ed in corrispondenza del recettore R14 (recettore di tipo residenziale e agricoltore).

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	46	di	78	1	08	11	23	



Nella Figura 12 sono riportati i valori di default suggeriti da Risk-net per i recettori di tipo residenziale (in questo caso si considera recettore più critico fra Adulti, Bambini, Adolescenti e Anziani) e di tipo Industriale/Lavoratori.

on-site							
Fattori di esposizione							
Esposizione			On Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
Fattori Comuni							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y					
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
Ingestione di suolo							
Frazione di suolo ingerita	FI	-	1	1	1	1	1
Tasso di ingestione suolo	IR	mg/d	200	200	100	100	50
Contatto Dermico							
Superficie di pelle esposta	SA	cm <sup>2</sup>	2800	2800	5700	5700	3300
Fattore di aderenza dermica	AF	mg/cm <sup>2</sup> /d	0,2	0,2	0,07	0,07	0,2
Inalazione di vapori e polveri outdoor							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0,5	24	1,9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a),(b)	Bo	m <sup>3</sup> /h	0,7	0,7	0,9	0,9	2,5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
Inalazione di vapori e polveri indoor							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19,6	24	22,4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m <sup>3</sup> /h	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9
Frazione di suolo nella polvere indoor	Fi	-	1	1	1	1	1
Ingestione di acqua							
Tasso di ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1
<p>(a) In caso di intensa attività fisica, in ambienti residenziali outdoor si suggerisce l'utilizzo di un valore maggiormente conservativo, pari a 1,5 m<sup>3</sup>/ora per gli adulti, e di 1,0 m<sup>3</sup>/ora per i bambini.</p> <p>(b) Per l'ambito commerciale/industriale si suggerisce di utilizzare nel caso di dura attività fisica un valore pari a 2,5 m<sup>3</sup>/ora è da utilizzare mentre, nel caso di attività moderata e sedentaria è più opportuno utilizzare un valore rispettivamente pari a 1,5 e 0,9 m<sup>3</sup>/ora. Per un ambito ricreativo le linee guida suggeriscono come valori di inalazione outdoor 3,2 m<sup>3</sup>/ora e 1,9 m<sup>3</sup>/ora per un adulto e per bambino, rispettivamente.</p> <p>(c) Per un ambito ricreativo le linee guida ISPRA indicano una frequenza giornaliera di esposizione di 3 ore/giorno.</p>							

Figura 12: Caratteristiche recettori residenziali R14 e agricoltori

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	47	di	78	1	08	11	23	

on-site
off-site
Prodotti agroalimentari

Fattori di esposizione
Default
Copia tabella
Help

Esposizione			On Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
Fattori Comuni							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y	70				
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	225
Ingestione di suolo							
Frazione di suolo ingerita	FI	-	1	1	1	1	1
Tasso di ingestione suolo	IR	mg/d	200	200	100	100	50
Contatto Dermico							
Superficie di pelle esposta	SA	cm²	2800	2800	5700	5700	3300
Fattore di aderenza dermica	AF	mg/cm²/d	0.2	0.2	0.07	0.07	0.2
Inalazione di vapori e polveri outdoor							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0.5	24	1.9	2
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a);(b)	Bo	m³/h	0.7	0.7	0.9	0.9	2.5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
Inalazione di vapori e polveri indoor							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19.6	24	22.4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m³/h	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9
Frazione di suolo nella polvere indoor	Fi	-	1	1	1	1	1
Ingestione di acqua							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

(a) In caso di intensa attività fisica, in ambienti residenziali outdoor si suggerisce l'utilizzo di un valore maggiormente conservativo, pari a 1,5 m³/ora per gli adulti, e di 1,0 m³/ora per i bambini.

(b) Per l'ambito commerciale/industriale si suggerisce di utilizzare nel caso di dura attività fisica un valore pari a 2,5 m³/ora e da utilizzare mentre, nel caso di attività moderata e sedentaria è più opportuno utilizzare un valore rispettivamente pari a 1,5 e 0,9 m³/ora. Per un ambito ricreativo le linee guida suggeriscono come valori di inalazione outdoor 3,2 m³/ora e 1,9 m³/ora per un adulto e per bambino, rispettivamente.

(c) Per un ambito ricreativo le linee guida ISPRA indicano una frequenza giornaliera di esposizione di 3 ore/giorno.

Figura 13: Caratteristiche recettori residenziali Lavoratori

Per il recettore di tipo lavoratore si ipotizza una esposizione all'inalazione di gas e polveri associate al biogas per una durata annua di 225 giorni lavorativi e una esposizione giornaliera pari a 2h.

Si precisa che essendo l'operatore di discarica il soggetto maggiormente esposto alle emissioni che si determinano sull'area di coltivazione dei rifiuti, l'esposizione deve essere calcolata tenendo conto che l'operatore non esercita la sua attività sulle superficie di coltivazione (sulla quale peraltro lo stazionamento è interdetto per questioni di sicurezza), se non in situazioni particolari, ma sulle macchine operatrici che sono un ambiente confinato, posto in sovrappressione,

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	48	di	78	1	08	11	23	



all'interno della quale l'aria è trattata e filtrata e le polveri sono assolutamente abbattute. Pertanto, il tempo dell'esposizione si riduce a qualche minuto al giorno.

Si consideri altresì che la valutazione del rischio sulla salute e degli effetti delle potenziali delle esposizioni dei lavoratori operanti in discarica in discarica sono costantemente controllati mediante la valutazione dei rischi di esposizione ad agenti chimici, cancerogeni e per il rischio biologico; i risultati di detti controlli evidenziano valori di esposizione degli operatori direttamente esposti molto ridotti.

Ai fini dell'analisi di rischio si utilizza comunque una valutazione molto conservativa, ipotizzando un'esposizione costante del soggetto di due ore continuative per 225 giorni lavorativi.

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	49	di	78	1	08	11	23		

## 2.2 MODELLISTICA DI FATE AND TRANSPORT – STIMA DEI FATTORI DI TRASPORTO (VALUTAZIONE RISCHIO AMBIENTALE/RISCHIO FALDA)

In questo paragrafo si procede nella stima modellistica del trasporto dei contaminanti nei media ambientali interessati dalla contaminazione (**Modellistica di Fate and Transport – Stima dei fattori di trasporto**) che per il caso in esame è l'atmosfera.

**Il confronto tra i valori delle concentrazioni di COCs presenti in atmosfera in corrispondenza dei POE con i limiti normativi o gli standard internazionali vigenti permette di valutare un Rischio per l'Ambiente per ciascuna delle componenti ambientali interessate dalla contaminazione.**

Una sostanza rilasciata nell'ambiente è soggetta ai processi fisici, chimici e biologici che ne definiscono la distribuzione spaziale e temporale nelle diverse matrici ambientali. Una delle fasi fondamentali per giungere alla valutazione quantitativa dell'esposizione, riguarda la stima delle concentrazioni degli agenti chimici nelle matrici ambientali in corrispondenza del punto spaziale e dell'istante in cui avviene l'esposizione (*Exposure Point Concentration*).



Per potere quantificare le concentrazioni nei punti di esposizione è necessario conoscere e valutare i meccanismi di destino e trasporto delle sostanze rilasciate nell'ambiente, attraverso il ricorso a modelli matematici di *Fate and Transport*.

Assegnata la concentrazione delle emissioni in uscita dalla sorgente-discarica (C<sub>S\_out</sub>), si calcola la concentrazione nel punto di esposizione (C<sub>POE</sub>) attraverso la seguente relazione:

$$C_{S\_out} = FT \cdot C_{POE}$$

dove con FT viene indicato il fattore di trasporto, che tiene conto dei fenomeni di attenuazione che intervengono durante la migrazione dei contaminanti.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	50	di	78	1	08	11	23	

I processi simulati dai modelli di *Fate and Transport* riguardano sia meccanismi di trasporto che i processi di trasformazione dei contaminati nei diversi media ambientali (*Foster Wheeler Environmental Corporation, <http://www.epa.gov/oust/rbdm>, 1998*), in particolare:

- Convezione (*Advection*): trasporto delle sostanze in soluzione o del fine particolato determinato dalla velocità della corrente del fluido (gas e liquido);
- Dispersione (*Dispersion*): *Spreading* tridimensionale dei costituenti disciolti nel fluido (liquido, gas) in movimento per effetto delle forze d'attrito che costringono il fluido a percorsi tortuosi attraverso i media ambientali (mezzi porosi), per effetto delle eterogeneità sia alle piccole che alle grandi scale della matrice;
- Diffusione (*Diffusion*): flusso del soluto da una zona ad alta concentrazione ad una a più bassa concentrazione per effetto dei moti Browniani molecolari, *spreading* della massa del composto a causa dei gradienti di concentrazione;
- Partizionamento all'equilibrio dei costituenti tra le fasi solide e fluide del media ambientale a causa dei fenomeni di adsorbimento, solubilità, e reazioni chimiche all'equilibrio,
- Biodegradazione dei costituenti da parte di microrganismi indigeni, Fotolisi, Idrolisi

I Meccanismi di Trasporto possono essere classificati in:

- In-Media Transport: processi di trasporto attraverso i media, ovvero il trasporto avviene senza il cambiamento di fase della sostanza (dispersione, convezione, diffusione);
- Inter-Media Transport: processi di trasporto da un media all'altro con passaggio di fase della sostanza (assorbimento, volatilizzazione, adsorbimento). Si tratta di processi che determinano il trasferimento di massa (*Equilibrium Partitioning*) tra una fase e l'altra nelle condizioni di equilibrio in corrispondenza dell'interfaccia (solido-liquido, liquido-aria, solido-aria). Il trasporto di massa tra le fasi in condizioni di equilibrio è descritto mediante un fattore di partizionamento specifico per ogni tipo di passaggio di fase, che relaziona la concentrazione del COC presenti nelle singole fasi nelle condizioni di equilibrio.

La metodologia ASTM PS-104 implementata nel software Risk-Net 3.1.1 consente di stimare il destino e trasporto delle concentrazioni nei diversi media ambientali mediante alcuni modelli matematici analitici.

I modelli implementati permettono di simulare sia i processi di trasporto inter-media che di tipo in-media.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	51	di	78	1	08	11	23	

Nella Tabella 10 sono elencati i fattori di trasporto FT che intervengono in generale nella procedura di analisi di rischio applicata alle discariche, distinti in base alle emissioni della discarica, che corrispondono ai potenziali contaminanti trasportati nei comparti ambientali.

Tabella 38. Fattori di trasporto in funzione delle emissioni della discarica		
emissione trasportata	fattori di trasporto (FT)	
	sigla	tipologia
percolato	<b>LF</b>	fattore di lisciviazione in falda attraverso la zona non satura sottostante la discarica
	<b>DAF</b>	fattore di attenuazione in falda
	<b>RDF</b>	fattore di diluizione del corpo idrico superficiale ricevente
	<b>VFwamb</b>	fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da falda
	<b>VFwesp</b>	fattore di volatilizzazione di vapori indoor da falda
biogas ed altre emissioni gassose	<b>ADF</b>	fattore di dispersione in aria outdoor
	<b>SAF</b>	fattore di migrazione laterale di vapori nel suolo superficiale
	<b>IDF</b>	fattore di dispersione indoor delle emissioni gassose provenienti dalla discarica
	<b>VFss</b>	fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo superficiale
	<b>PEFoutdoor</b>	fattore di emissione di particolato outdoor da suolo superficiale
	<b>PEFindoor</b>	fattore di emissione di particolato indoor da suolo superficiale

Tabella 10: fattori di trasporto

Ciascun fattore di trasporto FT viene stimato applicando dei modelli analitici secondo lo standard ASTM PS-104; si tratta di modelli matematici analitici che utilizzano come dati di input i parametri descritti in precedenza per la caratterizzazione dei singoli media ambientali e dei contaminanti oggetto delle valutazioni.

Per una descrizione e discussione completa delle equazioni utilizzate per la stima dei suddetti fattori di trasporto, si rimanda alla norma tecnica ASTM PS-104 ed al manuale ISPRA “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio assoluta ai siti contaminati” (ISPRA 2006) ed adattate al caso particolare delle discariche, oltre che al manuale di Risk-Net 3.1.1.

In generale, le principali assunzioni delle equazioni dei modelli descritti sono:

- concentrazione degli inquinanti uniformemente distribuita nelle matrici ambientali interessate (suolo, acque sotterranee, aria) e costante per tutto il periodo di esposizione;
- terreno omogeneo, isotropo e incoerente (si escludono quindi i suoli porosi per fessurazione, i quali necessitano di modellistica specifica corrispondente ad un livello 3 di analisi;

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	52	di	78	1	08	11	23	

- non si considerano fenomeni di biodegradazione (ad eccezione del DAF) o meccanismi di decadimento/trasformazione delle sostanze inquinanti nel suolo, in soluzione nell'acqua o in fase vapore.

**Nel caso del sito discarica con i lotti esistenti G1,2,4 e il nuovo lotto progetto G3 l'unico percorso di migrazione dalla sorgente al recettore (Exposure Pathway) è rappresentato da:**

- 1. Emissione diffusa di biogas in atmosfera con COC in fase vapore e particellare per tutti i lotti**
- 2. Emissione di polveri e COC in fase particolato da attività di coltivazione per il lotto G3.**

**Si esclude invece la migrazione dei contaminanti associati al percolato in falda in quanto la falda stessa non è presente, come evidenziato in precedenza.**

#### **2.2.1.1 DISPERSIONE IN ATMOSFERA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DA PERCOLATO E BIOGAS.**

Al fine di stimare le concentrazioni attese degli inquinanti in corrispondenza, del recettore R14 e del massimo di ricaduta al suolo, con caratteristiche tossiche e/o cancerogene presenti nel Biogas e nelle polveri sollevate in corrispondenza dell'area di coltivazione, si fa riferimento ai risultati dello studio modellistico di dispersione degli inquinanti odorigeni portata nel documento "All B Elaborato B1 – Relazione da impatto da Inquinamento Atmosferico" del SIA e successive integrazioni a cura dell'ing. Neri.

Applicando i risultati del modello CALPUFF descritto nella relazione sull'impatto sulla qualità dell'aria redatto a cura dell'ing. Dante Neri, si stimano i valori di concentrazione degli inquinanti tossici e cancerogeni presenti nel biogas in corrispondenza dei recettori e del punto di massima ricaduta.

Per le emissioni diffuse di Biogas sono state simulate le 4 sorgenti areali dei lotti G1,2,3,4 aventi superfici di emissione in atmosfera come da Tabella 2, a ciascuna sorgente areale è stato assegnato un flusso di emissione massico unitario pari a  $1 \mu\text{g/s/m}^2$  ed è stata stimata con il modello di dispersione Lagrangiano a puff CALPUFF l'andamento della massima concentrazione oraria in  $\mu\text{g/m}^3$ ; nella figura seguente si riporta l'andamento delle concentrazioni (valore massimo orario) e la posizione dei due recettori considerati.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	53	di	78	1	08	11	23	



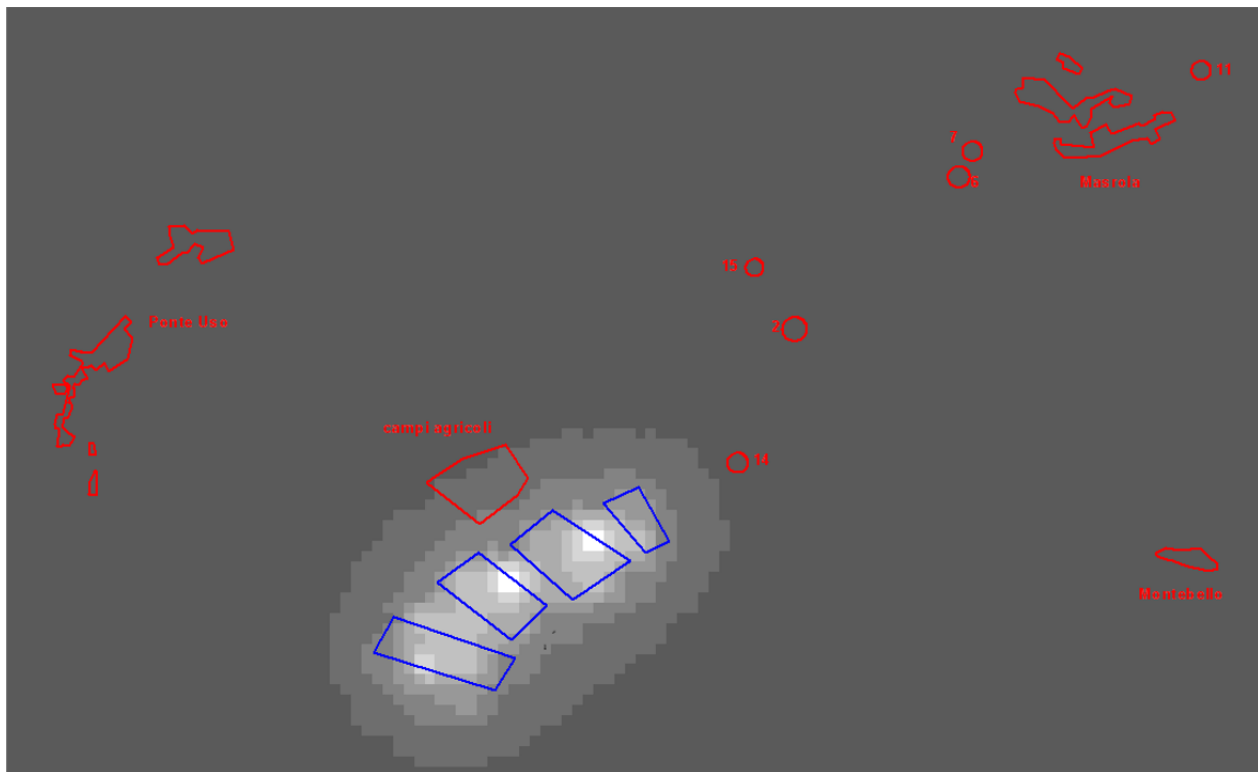


Figura 14: Mappa distribuzione spaziale delle concentrazioni al suolo da emissione unitaria dai 4 corpi della discarica

Per quanto concerne le emissioni di polveri da coltivazione della discarica si è simulata una emissione pari a 0.00005 g/mq-sec di polveri da una superficie di coltivazione pari a 2500 mq che considera anche il sollevamento per il transito dei mezzi su una pista di lunghezza 80m.

Nella tabella che segue si riportano i risultati delle simulazioni modellistiche condotte mediante modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera CALPUFF (relazione sull'impatto sulla qualità dell'aria redatto e successive integrazioni a cura dell'ing. Dante Neri) relativamente a flussi unitari di emissione in corrispondenza dei recettori sensibili e del massimo di ricaduta. In particolare, i risultati fanno riferimento ai valori massimi di concentrazione su media oraria e giornaliera e ai valori medi annuali di deposizione totale secca al suolo.

Poiché le simulazioni sono state condotte con flussi di emissione unitari pari a 1 µg/mq-sec per ottenere il valore di concentrazione di un generico COC determinato da ogni singolo lotto in corrispondenza di un recettore generico, basta moltiplicare i valori delle tabelle che seguono per il flusso massico per unità di superficie del generico lotto (Nmc/mq-sec) per la concentrazione di riferimento del generico COC (µg/Nmc).

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	54	di	78	1	08	11	23	

	G1			G2		
valori ai recettori	conc µg/mc media oraria	conc µg/mc media giorno	Dep media annua µg/mq sec	conc µg/mc media oraria	conc µg/mc media giorno	Dep media annua µg/mq sec
2	1.2	0.05	0.000017	1.7	0.07	0.000017
6	0.5	0.02	0.0000073	0.6	0.03	0.000010
14	2.5	0.1	0.000035	3.6	0.15	0.000071
15	1	0.05	0.000015	1.5	0.06	0.000020
Ponte Uso	1.4	0.05	0.000017	1.2	0.05	0.000024
Masrola	0.4	0.02	0.000006	0.4	0.02	0.000005
Montebello	0.43	0.02	0.000007	0.5	0.02	0.000004
campi agricoli zona nord del sito G3	9.3	1	0.00038	36	3.8	0.000500
max	200	28	0.06	250	28	0.09

Tabella 11: valori massime di concentrazione ai recettori per emissioni unitarie per G1,G2

	G3			G4		
valori ai recettori	conc µg/mc media oraria	conc µg/mc media giorno	Dep media annua µg/mq sec	conc µg/mc media oraria	conc µg/mc media giorno	Dep media annua µg/mq sec
2	4.1	0.1	0.00005	2	0.1	0.000026
6	1.1	0.1	0.00002	0.5	0.02	0.000004
14	10.8	0.6	0.00021	8.5	0.6	0.000109
15	3.4	0.1	0.00005	1.5	0.07	0.000019
Ponte Uso	1.7	0.1	0.00002	0.4	0.02	0.000004
Masrola	0.8	0.04	0.00001	0.3	0.02	0.000005
Montebello	1.0	0.1	0.00002	0.4	0.02	0.000005
campi agricoli zona nord del sito G3	45.7	4.4	0.00083	7.5	0.4	0.000131
max	270	38	0.088	101	18	0.03

Tabella 12: valori massime di concentrazione ai recettori per emissioni unitarie per G3,G4

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	55	di	78	1	08	11	23	

	<b>G3_Polveri</b>		
<b>valori ai recettori</b>	conc µg/mc media oraria	conc µg/mc media giorno	Dep media annua µg/mq sec
<b>2</b>	0.13	0.01	0.000009
<b>6</b>	0.03	0.002	0.000004
<b>14</b>	0.30	0.03	0.000020
<b>15</b>	0.11	0.009	0.000008
<b>Ponte Uso</b>	0.04	0.003	0.000005
<b>Masrola</b>	0.02	0.002	0.000003
<b>Montebello</b>	0.04	0.002	0.000002
<b>campi agricoli zona nord del sito G3</b>	3.8	0.4	0.000220
<b>max</b>	6.40		0.0100

Tabella 13: valori massime di concentrazione polveri ai recettori per emissione dall'area di coltivazione

Per quanto concerne il sollevamento delle polveri e la dispersione degli inquinanti in fase particellare durante la fase di coltivazione, si è proceduto in analisi di dettaglio in sito e sono state rivelate nelle immediate vicinanze le seguenti concentrazioni per i composti elencati nel Titolo V Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e s.m.i. aventi potenziali caratteristiche tossiche e cancerogene e presenti nel banca dati, elaborata dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e dall'Istituto Nazionale per la Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL).

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	56	di	78	1		08	11	23	

COCs	Unità	Max Conc	R14
Antimonio	µg/Sm <sup>3</sup>	0.00383	0.00017873
Arsenico	µg/Sm <sup>3</sup>	0.00281	0.00013113
Bario	µg/Sm <sup>3</sup>	0.03244	0.00151387
Cromo	µg/Sm <sup>3</sup>	0.00448	0.00020907
Nichel	µg/Sm <sup>3</sup>	0.00383	0.00017873
Piombo	µg/Sm <sup>3</sup>	0.00802	0.00037427
Rame	µg/Sm <sup>3</sup>	0.01567	0.00073127
Zinco	µg/Sm <sup>3</sup>	0.03936	0.0018368
(m+p) XILENI	µg/Sm <sup>3</sup>	13.6	0.63466667
ETILBENZENE	µg/Sm <sup>3</sup>	8.3	0.387333
m-XILENE	µg/Sm <sup>3</sup>	9.3	0.434
o-XILENE	µg/Sm <sup>3</sup>	3.8	0.17733333
p-XILENE	µg/Sm <sup>3</sup>	4.3	0.20066667
STIRENE	µg/Sm <sup>3</sup>	5.1	0.238
TOLUENE	µg/Sm <sup>3</sup>	27	1.26
XILENI	µg/Sm <sup>3</sup>	17.4	0.812
Particolato PM10	µg/Sm <sup>3</sup>	34.016	1.58

Tabella 14: Concentrazioni massime di COC in fase particolato misurate in corrispondenza dell'area di coltivazione

Al fine di stimare i valori delle concentrazioni in corrispondenza del R14 si è utilizzato un fattore di diluizione ADM calcolato pari al rapporto della concentrazione massima su media giornaliera con il valore al R14 riportato in tabella 13 pari a  $6.4/0.3=21.42$ .

La tabella seguente riporta le concentrazioni dei COC attese ai recettori oggetto della presente analisi, calcolate considerando la somma dei contributi delle emissioni di biogas (vapori e polveri) da tutti i lotti e le emissioni di polveri da attività di coltivazione per G3.

	concentrazione punto massima ricaduta	concentrazione recettore R14
	max conc. su media giornaliera	max conc. su media giornaliera
	µg/m <sup>3</sup>	µg /m <sup>3</sup>
CVM	<b>1.28E-01</b>	<b>2.50E-03</b>
benzene	<b>8.11E-01</b>	<b>1.59E-02</b>
toluene	<b>4.24E+01</b>	<b>1.56E+00</b>

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	57	di	78	1	08	11	23	

etilbenzene	1.21E+01	4.62E-01
p-xilene	1.56E+01	6.74E-01
m-xilene	1.80E+01	7.20E-01
o-xilene	1.54E+01	6.70E-01
stirene	7.74E+00	2.90E-01
Cromo totale	4.55E-03	2.10E-04
Rame	1.58E-02	7.33E-04
Nichel	3.94E-03	1.81E-04
Piombo	8.04E-03	3.75E-04
Zinco	3.97E-02	1.84E-03
Antimonio	3.83E-03	1.79E-04
Arsenico	2.81E-03	1.31E-04

Tabella 15: massime concentrazioni su media giornaliera di COC in fase particolato al recettore R14 e in corrispondenza del massimo di ricaduta

Al fine di stimare le concentrazioni di inquinanti associati al particolato (metalli) che possono contaminare per deposizione al suolo eventuali coltivazione agricole si sono simulati i tassi di deposizione al suolo in corrispondenza del massimo di ricaduta al suolo

	Deposizione giornaliera COCO associato alle polveri in corrispondenza del sito agricolo
	max conc. su media annua
	µg/mq-anno
Cromo totale	3.63E-02
Rame	4.85E-02
Nichel	5.58E-02
Piombo	8.88E-03
Zinco	1.84E-01

Tabella 16: Flussi di deposizione medi annui delle polveri associate alle emissioni di biogas in corrispondenza del sito agricolo

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	58	di	78	1	08	11	23		

**Le valutazioni che seguiranno in merito alla quantificazione del rischio da inalazione associato alle emissioni della discarica saranno condotte ipotizzando un recettore residenziale localizzato in corrispondenza del recettore R14 ed un recettore lavoratore, localizzato in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo.**

Per il recettore 14 si ipotizza anche l'ingestione di vegetali contaminati da valori di concentrazione di deposizione media annuale in corrispondenza del sito agricolo .

### 2.3 VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE

Nota la concentrazione nel punto di esposizione in corrispondenza dei media di esposizione considerati (acqua, suolo, cibo) è possibile stimare la dose giornaliera con cui i potenziali recettori vengono a contatto.

Per esposizione si definisce il contatto tra un organismo (umano nel caso del rischio per la salute) ed un composto chimico o un'agente fisico (USEPA, 1988).

La valutazione della magnitudo dell'esposizione consiste nella quantificazione (misura o stima) della dose, ovvero della quantità (massa nel caso di composto chimico) di agente che entra in contatto con l'organismo umano attraverso i propri organi di scambio con l'ambiente (polmoni, pelle, intestino, etc..) all'interno di uno specifico intervallo di tempo.

$$E = \int_{t_1}^{t_2} C(t) dt$$

La stima quantitativa della magnitudo dell'esposizione è espressa in termini di massa di sostanza in contatto con l'organismo normalizzata nell'unità di tempo e per unità di peso corporeo (mg COC per kg peso corporeo per giorno, mg/(kg\*d).

Si osserva come l'*intake* rappresenti una stima conservativa rispetto alla massa che effettivamente viene assorbita dagli organi dei ricettori, essa rappresenta la massa che entra in contatto con il recettore.

Ipotizzando che la concentrazione nel media di esposizione e i parametri anatomici che definiscono il contatto con esso rimangano costanti per l'intera durata dell'esposizione si ottiene:

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	59	di	78	1	08	11	23	

$$I = \frac{C^{em} \bullet CR \bullet EF \bullet ED}{BW \bullet AT}$$

I=Intake quantità di COC in contatto con il ricettore in (mg/kg-giorno) Cem=Concentrazione del COC mediata nel periodo di esposizione (mg/kg, mg/Nm<sup>3</sup>, mg/L)

CR= Massa di mezzo di esposizione contaminato ingerito, inalato o assorbito per unità di tempo (mg/giorno)

EF= Frequenza Annuale dell'esposizione (giorni/anno) ED= Durata dell'esposizione (anni)

BW=Peso Corporeo del ricettore (kg)

AT= Durata in cui viene effettuata la media dell'esposizione (giorni),

Il valore di AT definisce la durata temporale su cui viene normalizzata la dose assorbita, esso si differenzia a seconda della tipologia di composti oggetto della stima.

#### Composti classificati come tossici

AT= durata del periodo di esposizione:

Intake I=Dose Media Giornaliera (Average Daily Dose **ADD**).

#### Composti Cancerogeni

AT= Life Time (durata media della vita del ricettore umano esposto).

Intake I= Dose Media Giornaliera nell'arco di durata della Vita (Lifetime Average Daily Dose **LADD**).

Di seguito si riportano i dettagli delle equazioni di stima degli Intake per i diversi percorsi di esposizione selezionati:

#### INALAZIONE DI VAPORI E POLVERI OUTDOOR E INDOOR

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	60	di	78	1	08	11	23		



▪ **Inalazione di vapori e polveri outdoor** 
$$EM \left[ \frac{m^3}{Kg \times giorno} \right] = \frac{B_o \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

▪ **Inalazione di vapori e polveri indoor** 
$$EM \left[ \frac{m^3}{Kg \times giorno} \right] = \frac{B_i \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

Dove:

B<sub>0</sub>= tasso di inalazione outdoor

B<sub>i</sub>= tasso di inalazione indoor

### Ingestione di cibo contaminato

Le emissioni di inquinanti in atmosfera e la deposizione al suolo possono potenzialmente interessare la catena alimentare (suolo, vegetali, cibo, uomo) contaminando gli alimenti e determinando per alcuni recettori un intake/esposizione significativa che deve essere opportunamente quantificata. Per arrivare ad una stima corretta dell'intake da ingestione di alimenti (carne e verdura) occorrerebbe conoscere nel dettaglio la composizione della dieta e la provenienza dei cibi per le popolazioni esposte e localizzate nell'area di studio. Tuttavia, non essendo disponibili occorre definire delle ipotesi conservative al fine di quantificare il rischio connesso alla ingestione di cibo contaminato.

Nel caso in esame si ipotizza che, come condizione di worst-case, sia presente nell'area di studio una particolare popolazione di agricoltori che si nutre esclusivamente di prodotti vegetali coltivati direttamente nella propria azienda agricola soggetta alle deposizioni delle emissioni diffuse di biogas dai corpi delle discariche senza nessun approvvigionamento di cibo da area esterne.

Come già accennato si tratta di un calcolo puramente teorico e di worst-case che assume un significato solo se si vuole analizzare l'impatto sulla salute umana in una condizione

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	61	di	78	1	08	11	23	

estremamente cautelativa che se ritenuta accettabile garantisce il rispetto della salute umana anche per le condizioni di esposizione più realistiche.

La stima dell'intake da prodotti vegetali si ottiene in accordo con il manuale HHRPA USEPA mediante la seguente equazione:

$$I_{agric} = [C_{ag}CR_{ag}]$$

dove  $CR_{ag}$  sono i ratei di ingestione in kg/kd BW-giorno di vegetali r superficiali (ag), protetti (pp), mentre  $C_{ag}$ , è il valore delle concentrazioni presenti nei diversi tipi di vegetali/ortaggi.

Nella tabella che segue si riportano i valori dei ratei di ingestione suggeriti da HHRAP

kg/kg-day DW	Adult Farmer	Farmer Child
Exposed Aboveground Produce( $C_{ag}$ )	0.00047	0.00113

Tabella 17 Parametri di esposizione per ingestione di vegetali

La stima delle concentrazioni dei COCs in nel cibo vegetale è valutato mediante le seguenti espressioni suggerite da HHRAP

$$C_{ag}\left(\frac{mg}{kg}\right) = \frac{COC_{Tdepo} * Rp(1.0 - \exp(-kp * Tp))}{Yp * kp}$$

dove:

$C_{ag}\left(\frac{mg}{kg}\right)$  concentrazione del generico COC nelle piante superficiali

$COC_{Tdepo}$  (mg/mq-y) flusso di deposizione totale per il COC

$Yp$  (kg /m2) produttività per unità di superficie della biomassa fissata per i vegetali superficiali pari a 2.24

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	62	di	78	1		08	11	23	

Tp (anni) durata dell'esposizione della pianta durante la crescita fissata pari a 0.16 anni

kp (1/anni) coefficiente di perdita superficiali della pianta fissato pari a 18

Fw frazione di COCs che aderisce alla pianta per deposizione umida, si tratta di un parametro specifico per il contaminante come riportato in appendice 1

Rp frazione della pianta edibile soggetta a deposizione fissata pari a 0.39

Nella tabella che segue si riportano i valori attesi di concentrazione dei COC in fase particolato (metalli) nei prodotti vegetali superficiali ipotizzando flussi di deposizione pari ai valori medi annuali in corrispondenza dei campi agricoli.

	Conc Prodotti Vegetali Superficiali
	mg COC/gDW
Cromo totale	<b>3.33E-07</b>
Rame	<b>4.45E-07</b>
Nichel	<b>5.11E-07</b>
Piombo	<b>8.14E-08</b>
Zinco	<b>1.69E-06</b>

Tabella 18: Concentrazioni di COCs accumulate nei prodotti vegetali del sito agricolo

## 2.4 VALUTAZIONE DELLA RELAZIONE DOSE-RISPOSTA

La determinazione della curva dose-risposta nel caso della procedura di valutazione del rischio consiste nella stima della relazione esistente tra la dose di un agente chimico o il livello di esposizione ad una sostanza, con la stessa probabilità di sviluppare degli effetti negativi sulla specie animale test. Essa comprende una descrizione quantitativa di tale relazione dose- risposta, ma anche una discussione sulle incertezze e sulla validità dei risultati ottenuti.

Per ottenere i dati necessari all'analisi di rischio vengono utilizzate due tipi di estrapolazione:

- Estrapolazione da specie a specie (animale – uomo);
- Estrapolazione dalle alte (nei test su animali) alle basse dosi (nell'ambiente); Pertanto molto importante è il modello di estrapolazione utilizzato per ricavare i dati.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	63	di	78	1	08	11	23		

Come già detto è essenzialmente diversa la curva dose-risposta fra sostanze tossiche e sostanze cancerogene; per le prime è prevista una soglia al di sotto della quale la risposta è nulla (ossia per esposizioni anche prolungate non si manifestano risposte nel soggetto esposto), per le seconde invece esiste sempre una risposta per qualsiasi dose non nulla.

Emerge quindi la necessità di utilizzare modelli matematici statistici per predire le risposte alle basse dosi derivandole da quelle riscontrate alle alte dosi.

Per questo motivo viene definita la risposta come "Probabilità  $P(d)$  di sviluppo di un tumore nel corso della vita di un individuo se esso è esposto ad un agente cancerogeno ad una dose  $d$ " mentre la risposta di background è la "Probabilità  $P(d_{bg})$  di sviluppo di un tumore nel corso della vita di un individuo se esso è esposto ad un agente cancerogeno alla dose di background  $d_{bg}$ ".

Si ottiene il modello Dose-Response di Background:

$$P(d) = p + (1 - p) * F(d)$$

Da cui la funzione eccesso di rischio:

$$R(d) = \frac{P(d) - p}{1 - p} = F(d)$$

Definito come il rischio di sviluppare effetti avversi in seguito ad una dose  $d$ , oltre il rischio di background.

Per quanto riguarda il caso in oggetto per quanto riguarda i parametri necessari alla valutazione del rischio, si è fatto riferimento a due banche dati on-line ed in particolare: OEHA; Toxicity criteria database;

IRIS; Integrated Risk Information System (USEPA).

I parametri indicati all'interno di tale database sono estrapolati con diverse metodologie, indicate sul database.

In questi modelli il fattore di potenza cancerogena viene stimato interpolando i dati degli studi animali, utilizzando modelli LMS (Linear Multi-Stage):

$$P(d) = 1 - e^{[-(K_0 + K_1 * d + K_2 * d^2 + ..... + K_n * d^n)]}$$

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	64	di	78	1		08	11	23	

Nel modello multistage, gli esponenti delle dosi sono prefissati mentre i coefficienti sono calcolati, mediante elaboratore, sulla base dei coefficienti sperimentali.

Per linearizzare questo modello nell'ambito della zona delle dosi basse si utilizza il limite di confidenza superiore (Upper Confidence Limit, UCL) della componente lineare (il coefficiente K1) della formulazione matematica.

L'UCL è in pratica la potenza cancerogena o l'unità di rischio (UR-CPF).

Supponendo di stimare i coefficienti K con un livello di confidenza superiore del 95% interpolando i dati sui saggi tossicologici sugli animali si ottiene dalla semplificazione:

$$P(d) = 1 - e^{-(K^*0 + K^*1 \cdot d)}$$

$$P(0) = 1 - e^{-(K^*1 \cdot d)}$$

da cui si ottiene l'Eccesso di Rischio:

$$R(d) = 1 - e^{-(K^*1 \cdot d)}$$

Il parametro K1\* stimato con un livello di confidenza all'estremo superiore del 95% (95-esimo percentile), è definito come Cancer Slope Factor (CSF) o fattore di potenza cancerogena del COC.

Il CSF rappresenta dunque l'incremento del rischio da cancro per effetto di una dose unitaria (Unità di Rischio).

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	65	di	78	1	08	11	23		

### 3 CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO

#### 3.1 STIMA DEL RISCHIO PER LE POPOLAZIONI ESPOSTE

I potenziali effetti nocivi sulla salute delle popolazioni, sottoposta all'esposizione di sostanze contaminanti in corrispondenza del punto di esposizione, possono essere definiti utilizzando i dati pubblicati dall'U.S. EPA Integrated Risk Information System (IRIS) e da altri centri di ricerca e documentazione, essenzialmente statunitensi.

Lo studio di analisi di rischio sanitario ambientale prende in considerazione le sostanze tossiche croniche, valutando i rischi che l'inquinamento dell'ambiente con tali sostanze può causare sulla salute degli individui a seguito di un'assimilazione cronica. I parametri che caratterizzano la tossicità e la cancerogenicità dei composti individuati sono i seguenti:

1. Chronic Reference Dose (RfD) per gli effetti tossici, non cancerogeni.
2. Slope Factor (SF) per gli effetti cancerogeni

#### 1) Chronic Reference Dose (RfD) per gli effetti tossici, non cancerogeni.

$$RfD = \frac{NOAEL}{UF \cdot MF} \quad , \quad \frac{mg}{Kg \cdot d}$$

La dose di riferimento RfD rappresenta la dose media giornaliera soglia, al di sotto della quale non si ha alcun effetto negativo sulla salute umana durante l'intera vita.

Per tener conto della sensibilità della popolazione, i valori di RfD sono significativamente più bassi dell'effettivo livello di tolleranza determinato sulla base di studi sull'uomo o sugli animali (NOAEL = No Observed Adverse Effect Level).

Il NOAEL viene convertito in RfD sulla base di un fattore di incertezza UF e di un fattore di modificazione MF. UF, in particolare, rappresenta il livello di incertezza e assume valori compresi fra 10 e 10000.

Il valore di MF è invece compreso fra 0 e 10 e dipende dal grado di incertezza professionale circa gli studi e le banche dati utilizzati nelle sperimentazioni; in mancanza di indicazioni puntuali, si assume MF = 1.

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	66	di	78	1	08	11	23		

## 2) SlopeFactor (SF) per gli effetti cancerogeni

Per le sostanze cancerogene, che coinvolgono il DNA e sono causa di effetti genotossici (mutagenesi, teratogenesi, cancerogenesi, ...) si verifica invece una correlazione di tipo lineare nel diagramma dose-risposta.

In realtà, l'assunzione della linearità per basse dosi costituisce un'ipotesi conservativa in assenza di dati reali; in ogni caso, per tali sostanze si assume che non esista una soglia di non effetto

Il fattore SF è usualmente misurato in  $(\text{mg/kg/d})^{-1}$  e corrisponde al limite superiore di confidenza 95% del modello lineare dose-effetto, valido per le basse dosi.

### 3.1.1 RISCHIO CANCEROGENO

Il Rischio Cancerogeno Individuale è definito dalla misura dell'aumento di probabilità che un singolo recettore umano ha di sviluppare il cancro nell'arco dell'intera durata della sua vita, in seguito all'esposizione ad agenti chimici cancerogeni. In tal caso si parla anche di Eccesso di rischio cancerogeno individuale oltre il valore di background.

$$\text{Individual\_CancerRisk} = LADD_i \bullet CSF_i$$

$$LADD_i = I_i \Leftrightarrow AT = \text{Life-Time}$$

dove:

$CSF_i$  = Fattore di Potenza Cancerogena (Cancer SlopeFactor) del i-esimo COC  $(\text{mg/kg-day})^{-1}$   $LADD_i$  = Intake Totale normalizzato nell'arco della durata della vita per ogni singolo ricettore e composto i, ottenuto sommando il contributo di tutti i k percorsi di esposizione.  $(\text{mg/kg-day})$ . L'utilizzo del coefficiente  $CSF$  è valido solo nell'ipotesi di esposizione alle basse dosi, che risulta accettabile nell'ambito delle esposizioni a cancerogeni rilasciati nell'ambiente con rischi non superiori a  $10^{-2}$ .

Nelle condizioni tipiche della contaminazione ambientale è molto probabile che una popolazione di individui sia esposta contemporaneamente a più agenti chimici cancerogeni, in queste condizioni, sotto determinate ipotesi, la stima quantitativa del rischio cancerogeno individuale si ottiene sommando i rischi individuali associati alle singole sostanze.

Le ipotesi riguardano:

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	67	di	78	1	08	11	23	



- Indipendenza di azione dei composti chimici cancerogeni (non si considerano le sinergie e gli effetti antagonisti),
- Indipendenza di distribuzione dei rischi relativi ai singoli composti si ha:

$$TotalIndividual\_CancerRisk = \sum_i Individual\_CancerRisk_i$$

Le limitazioni insite in questo approccio sono:

- Elevata conservatività;
- Impossibilità di considerare le interazioni tra le sostanze.

### 3.1.2 PERICOLO TOSSICO

Le sostanze tossiche classiche non cancerogene hanno una relazione tra dose e risposta (effetto sull'organismo) caratterizzata dalla presenza di una soglia di non effetto, ovvero gli effetti negativi si manifestano sugli organismi esposti solo se la dose supera un certo valore di soglia. La caratterizzazione del pericolo associato all'esposizione a sostanze tossiche avviene attraverso la stima del Quoziente di Pericolo.

Il Quoziente di Pericolo non è una misura probabilistica come il rischio cancerogeno, ma piuttosto, una misura della magnitudo dell'esposizione a sostanze tossiche classiche rispetto ai rispettivi livelli di esposizione standard (RfD Reference Dose) a cui corrispondono effetti non negativi anche per le popolazioni deboli.

Quoziente di Pericolo mediante un confronto tra il livello di esposizione standard relativo al composto i e la dose totale assorbita da un generico individuo appartenente al recettore umano k riferite entrambe rispetto al medesimo intervallo temporale di esposizione:

$$HQ_{ij}(x, y) = \frac{ADD_{ij}(x, y)}{RfD_i}$$

$$ADD_{ij} = I_{ij} \Leftrightarrow AT_{jk} = Durata\_Esposizione$$

dove:

$ADD_{ij}(x, y)$  = Dose media Giornaliera mediata nella durata dell'esposizione relativa al tossico i per il ricettore j ottenuta sommando il contributo dei k percorsi di esposizione j (mg/kg-d)

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	68	di	78	1	08	11	23	

RfD<sub>i</sub> = Dose di Riferimento (Reference Dose) per il COC i-esimo al di sotto della quale non si hanno effetti (mg/kg-d)

Il Quoziente di Pericolo (HQ) è stimato singolarmente per ogni COC a cui i recettori sono esposti, ed è quindi possibile stimare il Quoziente di Pericolo totale sommando gli HQ<sub>i</sub>:

$$HQ_{i\_Tot_j}(x, y) = \sum_i HQ_{ij}$$

Una volta definiti le stime del rischio è necessario definire i criteri di accettabilità di un rischio (Target Level).

Nel caso di esposizioni acute e croniche per inalazione a sostanze tossiche sono stati definiti in letteratura (HWIR e OEHA) alcune concentrazioni di riferimento che garantiscono la salvaguardia della salute umana. La verifica del rispetto di tali standard stimati mediante approccio risk-based garantisce la salvaguardia dei recettori più sensibili da possibili effetti negativi di tipo acuto.

### 3.2 RISULTATI ANALISI RISCHIO CANCEROGENO E PERICOLO TOSSICO

Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati delle valutazioni del rischio condotte secondo la metodologia RBCA Tier II implementata nel software Risk-Net 3.1.1.

I risultati dell'analisi sono esposti secondo la modalità diretta (*forward mode*) per il calcolo del rischio sanitario causato dalla inalazione delle emissioni diffuse rilasciate dal corpo della discarica ed ingestione di prodotti vegetali contaminati. In particolare, nota la concentrazione rappresentativa della sorgente, è stata stimata l'esposizione dei recettori, tenendo conto dell'attenuazione causata dai fattori di trasporto (dispersione in atmosfera stimata con modello CALPUFF). Il rischio è stato calcolato considerando la tossicità delle sostanze mediante i parametri RfD (Reference Dose) e SF (Slope Factor).

I valori del rischio cancerogeno e del pericolo tossico sono quantificati analizzando il contributo dei singoli COCs.

La tabella seguente riporta il Rischio cancerogeno (R) ed il pericolo tossico (HI) quantificati in corrispondenza del recettore industriale localizzato in corrispondenza del punto di massima ricaduta. L'unico percorso di esposizione è rappresentato dalla inalazione di composti tossici e/o cancerogeni associati alle emissioni diffuse in atmosfera dal corpo della discarica.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	69	di	78	1	08	11	23		

## Recettore 14 - Inalazione

Rischio dall'Aria Ambiente (Outdoor)					
Contaminante	CRS	f	CRS/f	R (HH)	HI (HH)
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Cloruro di vinile	2.50e-3		2.50e-3	5.42e-9	2.40e-5
Benzene	1.59e-2		1.59e-2	5.10e-8	5.08e-4
Toluene	1.56e+0		1.56e+0	-	2.99e-4
Etilbenzene	4.62e-1		4.62e-1	4.75e-7	4.43e-4
p-Xilene	6.74e-1		6.74e-1	-	6.46e-3
m-Xilene	7.20e-1		7.20e-1	-	6.90e-3
o-Xilene	6.70e-1		6.70e-1	-	6.42e-3
Stirene	2.90e-1		2.90e-1	5.96e-8	2.78e-4
Cromo totale	2.10e-4		2.10e-4	-	1.44e-3
Rame	7.33e-4		7.33e-4	-	5.02e-6
Nichel	1.81e-4		1.81e-4	1.93e-8	1.93e-3
Piombo	3.75e-4		3.75e-4	1.85e-9	-
Zinco	1.84e-3		1.84e-3	-	1.68e-6
Antimonio	1.79e-4		1.79e-4	-	8.58e-4
Arsenico	1.31e-4		1.31e-4	2.31e-7	8.37e-3
<b>Rischio Cumulato</b>				<b>8.43e-7</b>	<b>3.40e-2</b>

Tabella 19: Risultati AR discarica Ginestreto Sogliano – inalazione di biogas per recettore residenziale al punto R14

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	70	di	78	1		08	11	23	

## R14 Ingestione

Rischi consumo prodotti agroalimentari								
Contaminante	Bambini		Adolescenti		Adulti		Anziani	
	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI
	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloruro di vinile	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzene	-	-	-	-	-	-	-	-
Toluene	-	-	-	-	-	-	-	-
Etilbenzene	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Xilene	-	-	-	-	-	-	-	-
m-Xilene	-	-	-	-	-	-	-	-
o-Xilene	-	-	-	-	-	-	-	-
Stirene	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo totale	-	2.41e-7	-	2.41e-7	-	1.00e-7	-	1.00e-7
Rame	-	1.21e-5	-	1.21e-5	-	5.01e-6	-	5.01e-6
Nichel	-	2.77e-5	-	2.77e-5	-	1.15e-5	-	1.15e-5
Piombo	6.43e-11	2.52e-5	1.07e-10	2.52e-5	1.07e-10	1.05e-5	2.23e-11	1.05e-5
Zinco	-	7.08e-6	-	7.08e-6	-	2.94e-6	-	2.94e-6
Antimonio	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsenico	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cumulato</b>	<b>6.43e-11</b>	<b>7.23e-5</b>	<b>1.07e-10</b>	<b>7.23e-5</b>	<b>1.07e-10</b>	<b>3.01e-5</b>	<b>2.23e-11</b>	<b>3.01e-5</b>

Tabella 20: Risultati AR discarica Ginestreto Sogliano – ingestione di biogas per recettore residenziale al punto R14

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	71	di	78	1	08	11	23		

## MAX Lavoratori Inalazione

Rischio dall'Aria Ambiente (Outdoor)					
Contaminante	CRS	f	CRS/f	R (HH)	HI (HH)
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Cloruro di vinile	1.28e-1		1.28e-1	1.03e-8	6.58e-5
Benzene	8.11e-1		8.11e-1	1.16e-7	1.39e-3
Toluene	4.24e+1		4.24e+1	-	4.36e-4
Etilbenzene	1.21e+1		1.21e+1	5.55e-7	6.22e-4
p-Xilene	1.56e+1		1.56e+1	-	8.01e-3
m-Xilene	1.80e+1		1.80e+1	-	9.25e-3
o-Xilene	1.54e+1		1.54e+1	-	7.91e-3
Stirene	7.74e+0		7.74e+0	7.10e-8	3.98e-4
Cromo totale	4.55e-3		4.55e-3	-	1.67e-3
Rame	1.58e-2		1.58e-2	-	5.80e-6
Nichel	3.94e-3		3.94e-3	1.88e-8	2.25e-3
Piombo	8.04e-3		8.04e-3	1.77e-9	-
Zinco	3.97e-2		3.97e-2	-	1.94e-6
Antimonio	3.83e-3		3.83e-3	-	9.84e-4
Arsenico	2.81e-3		2.81e-3	2.22e-7	9.62e-3
<b>Rischio Cumulato</b>				<b>9.95e-7</b>	<b>4.26e-2</b>

Tabella 21: Risultati AR discarica Ginestreto Sogliano– inalazione di biogas per recettore industriale al punto di massima ricaduta

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	72	di	78	1		08	11	23	

### 3.3 CRITERI DI ACCETTABILITÀ

I limiti di accettabilità del rischio cancerogeno e del pericolo tossico definiti dalla normativa nazionale vigente (Dlgs 152/2006 e s.m.i.) prevedono i seguenti limiti:

- Rischio cancerogeno singola sostanza  $< 1E-06$
- Rischio cancerogeno multipla sostanza  $< 1E-05$
- Rischio tossico singola sostanza  $< 1$
- Rischio tossico multipla sostanza  $< 1$

**I limiti di accettabilità del rischio cancerogeno e del pericolo tossico sono nettamente superiori rispetto ai valori stimati per la discarica Sogliano Ginestreto G3 per tutti i recettori considerati.**

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	73	di	78	1	08	11	23		

#### 4 CONCLUSIONI

**I risultati della quantificazione del RISCHIO PER LA SALUTE UMANA**, condotta secondo lo standard ASTM PS-104 implementato nel software Risk-Net 3.1.1 Pro in coerenza con le linee guida ISPRA (ISPRA 2005, ISPRA 2006) e con il DLgs 152/06 e s.m.i., **evidenziano valori del rischio cancerogeno e del pericolo tossico nettamente inferiori ai valori soglia degli standard internazionali ed ai limiti di legge vigenti**, per quanto applicabili.

**Le valutazioni condotte si basano su ipotesi altamente conservative tra cui la più rilevante che le intere superfici dei lotti della discarica contribuiscano alle emissioni di biogas in condizioni geometriche ed emissive pari ai massimi attesi nei prossimi 30 anni.**

**Si sottolinea come dalle recenti indagini geologiche sviluppate sull'intera area, la componente acquifero non risulta presente, e pertanto non può essere considerata nella presente analisi di rischio.**

**I valori del rischio cancerogeno e del pericolo tossico valutati in corrispondenza del punto di massima ricaduta, localizzato sul corpo della discarica G3, ed in corrispondenza del recettore sensibile più prossimo (R14) sono inferiori di diversi ordini rispetto ai limiti normativi.**

In conclusione, si può affermare che il conferimento dei rifiuti all'interno della discarica Ginestreto 3, non determina un rischio per la salute umana e per l'ambiente in quanto risulta, dall'analisi di rischio condotta, che non sussistono pericoli per i recettori presenti o potenziali nell'area.

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	74	di	78	1		08	11	23	

## 5 BIBLIOGRAFIA

Reconnet, 2019, Risk-Net 3.1.1. pro, Manuale d'uso

ISPRA-APAT (2005) "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio alle discariche"

ISPRA-APAT (2006) "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"

ISPRA-APAT (2008) "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"

A.S.T.M. (1995) E-1739 Emergency standard guide for Risk-Based Corrective Action applied at petroleum release sites, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA 19428.

A.S.T.M. (1998) PS.104 Standard provisional guide for Risk-Based Corrective Action, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA 19428.

CONNOR J.A., BOWERS R.L., PAQUETTE S.M., NEWELL C.J. (1997) Soil attenuation model for derivation of risk-based soil remediation standards, Groundwater Services Inc., Houston, Texas, pagg. 1-34.

CONNOR J.A., BOWERS R.L., NEVIN J.P., FISHER R.T. (1998) Guidance manual for RBCA TOOL KIT for Chemical Releases, Groundwater Services Inc., Houston, Texas.

DI MOLFETTA A., AGLIETTO I. (1999) "La procedura di analisi di rischio sanitario ambientale" IGEA, Ingegneria e Geologia degli Acquiferi, n. 12, pagg. 67-78.

DOMENICO P.A. (1997) "An analytical model for multidimensional transport of a decaying contaminant species", Journal of Hydrology, v. 91, pagg. 49-58.

DOMENICO P.A., SCHWARTZ F.W. (1998) Physical and Chemical Hydrogeology, 2° ed., Wiley & Sons, New York, 1998.

E.P.A. (1989) Risk assessment guidance for superfund (RAGS).Vol. 1 Human Health Evaluation Manual, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC.

E.P.A. (1996) Soil Screening Guidance.User's Guide, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC 20460.

DTSC, (1993). "CalTOX, A Multimedia Total Exposure Model for Hazardous Waste Sites";

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	75	di	78	1	08	11	23	



Harbaugh, A.W. and M. G. McDonald, 1996a, User's documentation for MODFLOW-96, an update to the U.S. Geological Survey modular finite-difference ground-water flow model, USGS Open-File Report 96-485.

Zheng, C., 1990, MT3D, a modular three-dimensional transport model, S.S. Papadopoulos & Associates, Inc., Rockville, Maryland.

Zheng, C. and P. P. Wang, 1998, MT3DMS, A modular three-dimensional multispecies transport model for simulation of advection, dispersion and chemical reactions of contaminants in groundwater systems. Documentation and user's guide. Departments of Geology and Mathematics, University of Alabama.

Xu, M., Eckstein, Y., Use of weighted least square method in evaluation of the relationship between dispersivity and scale, Ground Water, vol 33 n 6 pp 905-908, 1995

Gelhar, LW, Welty, C., Rehfeldt, KR, A critical review of data on field scale dispersion in aquifers WatResResvol 28 n 7 pp 1955-1974, 1992

USEPA, Water quality assessment, a screening procedure for toxic and conventional pollutants in surface and ground water, Part II, EPA600/6-85/002b, 444 pp, ERL Athens, GA, 1985

Marsily, G.de, Quantitative Hydrogeology – Groundwater Hydrology for engineers, Academic Press, NY, 1986, 380 pp

US EPA, (1989). "Guidelines for Risk Characterization in Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume 1, Human Health Evaluation Manual (Part A)", Interim Final.;

US EPA, (1992). "Dermal Exposure Assessment: Principles and Applications";

USEPA (1997). "Health Effects Assessment Summary Tables (HEAST)": Annual Update, FY 1997. National Center for Environmental Assessment (NCEA), Office of Research and Development and Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC.

USEPA (1998b). "Superfund Exposure Assessment Manual", Office of Emergency and Remedial Response. Washington, D.C. 1988b;

USEPA (1999a). "Human Exposure Module for HWIR99 Multimedia, Multipathway, and Multireceptor Risk Assessment (3MRA) Model". Office of Solid Waste, Washington, DC.

USEPA, (1984). "Risk Assessment and Management: Framework for Decisionmaking"; USEPA, (1986a). "Guidelines for Carcinogen Risk Assessment". 51 Federal Register 33992;. USEPA, (1986b). "Guidelines for Exposure Assessment". 51 Federal Register 34042;.

° Documento:	Foglio			Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	76	di	78	1	08	11	23	

USEPA, (1986c). "Guidelines for the Health Risk Assessment of Chemical Mixtures". 51 Federal Register 34014

USEPA, (1988). "Guidance for Conducting Remedial Investigations and Feasibility Studies Under CERCLA. Interim Final. Office of Emergency and Remedial Response. (OSWER Directive 9355.3-01);

USEPA, (1989). "Exposure Factor Handbook". Office of Health and Environmental Assessment

USEPA, (1989). "Risk Assessment Guidance for Superfund: Environmental Evaluation Manual". Interim Final. Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/1-89/001A. (OSWER Directive 9285.7-01);

USEPA, (1989). "Risk Assessment Guidance for Superfund", Volume I, Human Health evaluation Manual, part A, Washington DC, 1989;

USEPA, (1993). "MULTIMED: The Multimedia Exposure Assessment Model for Evaluating the Land Disposal of Wastes-Model Theory – Project Summary", USEPA Environmental Research Laboratory, Athens GA.

USEPA, (1993). "Guidance for Assessing Health Risks of Emissions from Hazardous Waste Incineration Facilities", Attachment 9;

USEPA, (1994). "Estimating Exposure to Dioxin-Like Compounds, Volume III: Site-Specific Assessment Procedures". Review Draft;

USEPA, (1994a). "Methods for derivation of inhalation reference concentrations and application of inhalation dosimetry", Washington (DC): Office of Research and Development; 1994;

USEPA, (1995). "Exposure Factors Handbook", Review Draft;

USEPA, (1995). "Identification and Listing of Hazardous Wastes: Hazardous Waste Identification Rules (HWIR)";

USEPA, (1995). "User's guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models". Office of Air Quality Planning and Standards..

USEPA, (1996). "Soil Screening Guidance: User's Guide, Attachment C: Chemical Properties for SSL Development", July 1996;

USEPA, (1997). "Exposure Factors Handbook". Office of Research and Development. NCEA; USEPA, (1998). "Framework for Ecological Risk Assessment", 1998

° Documento:	Foglio			Rev.:					
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	77	di	78	1		08	11	23	

USEPA, (1998). "Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities" - Peer Review Draft, dated July 1998, <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/combust/risk.htm>;

USEPA, (1998). "Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities". Peer Review Draft 1998

USEPA, (1998). "Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities". Peer Review Draft;

USEPA, (1998). "Integrated Risk Information System (IRIS)". Duluth, MN

USEPA, (1999). "Environmental Technology Verification Report Environmental Decision Support Software", Office of research and Development, October 1999;

USEPA. (1989). "Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I. Human Health Evaluation Manual" (Part A). OERR. Washington, D.C. OERR 9200 6-303-894

USEPA. (1992a). "Dermal Exposure Assessment: Principles and Applications". Interim Report. EPA/600/8- 91/011B. Office of Research and Development, Office of Health and Environmental Assessment, Exposure Assessment Group, Washington, D.C. January.

USEPA. (1995b). "Health Effects Assessment Summary Tables" FY-1995 Annual. EPA/540/R-95/036. 9200.6-303(95-1). PB95-921199. Office of Research and Development, Office of Solid Waste and Emergency Response, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C. May.

USEPA. (1996a). "Soil Screening Guidance: Technical Background Document". EPA/540/R-95/128. 9355.4- 17A. PB96-963502. Office of Solid Waste and Emergency Response, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C. May.

USEPA. (1998c). "Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities", Volume Two.Appendix A. Peer Review Draft. EPA530-D-98-001B. Office of Solid Waste and Emergency Response.July.

° Documento:	Foglio				Rev.:				
Analisi di rischio sanitaria ed ambientale	78	di	78	1	08	11	23		