SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA SIGE S.r.l.

Amministrazione, uffici e laboratori:
Via Castel Morrone, 15 H - 16161 Genova (Loc. Trasta)
Tel.: 010 / 7406583 (6 linee) – Fax: 010 / 7406584
E-mail: segreteria@sige.ge.it
Sito web: http://www.sige.ge.it
Sede Legale: Via XX Settembre, 12/6 - 16121 Genova

C.C.I.A.A. Genova n. 289645
Trib. Reg. Soc. n. 43610 - Fascicolo 61795/425
Codice Fiscale e Partita I.V.A.: it 02687740106
Capitale Sociale interamente versato € 90.000.00

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA
SIGE

ALLEGATO 3

Genova lì, 11 febbraio 2011

REGIONE LIGURIA

Comune di Cairo Montenotte

Provincia di Savona

Richiedente
GALE S.r.l.
Stabilimento di Corso Stalingrado - Cairo Montenotte (SV)

Realizzazione di un impianto di riattivazione di carboni attivi granulari della capacità di 10 t/giorno

Valutazione previsionale d'impatto in atmosfera delle emissioni dell'impianto in progetto

Indice

1 Introduzione 3

2 Valutazione 4

2.1 Metodologia 4

2.2 SCREEN 3.0 5

2.2.1 Introduzione 5

2.2.2 Descrizione 6

2.3 Valori limite riferiti alla qualità dell'aria 7

2.3.1 Valori limite per il particolato 7

2.3.2 Valori limite per il cloro 8

2.4 Definizione dello Stato attuale 10

2.5 Condizioni meteorologiche 11

2.6 Risultati delle simulazioni 12

2.6.1 Dati di emissione 13

2.6.2 Specie chimica: PTS 13

2.6.3 Specie chimica: HCl 15

3 Conclusioni 16

Bibliografia 17

APPENDICE 1 – Modello Di Pennacchio Gaussiano 19

Funzioni σ di Briggs (urban σ-functions) 20

APPENDICE 2 – Risultati Delle Simulazioni 22

1 INTRODUZIONE

La società GALE Srl intende installare presso il proprio sito di Cairo Montenotte un impianto per la riattivazione dei carboni attivi esausti. L'impianto consiste sostanzialmente in un forno rotatorio un cui i carboni attivi esausti vengono sottoposti ad un trattamento termico ad alta temperatura che ne permette la rigenerazione per ulteriore utilizzo. Questo processo comporta l'emissione in atmosfera di alcuni inquinanti

Per le caratteristiche complessive del progetto questo è sottoposto a procedura di Valutazione di impatto Ambientale secondo quanto previsto dalla normativa regionale.

Questo documento riporta la valutazione previsionale d'impatto in atmosfera delle emissioni dell'impianto in progetto; in particolare, le emissioni prese in considerazione per la valutazione predittiva d'impatto sono le polveri e l'acido cloridrico.

Lo studio è stato realizzato utilizzando il programma di simulazione numerica Screening Air Dispersion Model (SCREEN3) edito dall'agenzia statunitense per la protezione dell'Ambiente U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

Il programma è utilizzato attraverso l'interfaccia per Windows® Screen View™ per messa a punto dalla società canadese Lakes Environmental Software.

SCREEN3 è un modello di dispersione in atmosfera del tipo a "pennacchio gaussiano". Il programma fornisce il valore massimo della concentrazione al suolo per sorgenti puntuali, fiamme, sorgenti volumetriche ed areali.

2 VALUTAZIONE

La valutazione utilizzando SCREEN3 si è articolata nelle seguenti attività:

1. inquadramento territoriale,
2. inquadramento meteoclimatico,
3. definizione dei dati di emissione,
4. individuazione dei limiti applicabili,
5. definizione dello stato attuale,
6. simulazioni.

2.1 Metodologia

Le "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria" [4] fornisce utili indicazioni per la scelta del modello di dispersione atmosferica da utilizzare in relazione al tipo di scenario che si intende affrontare.

Prima di procedere oltre è opportuno sottolineare le seguenti considerazioni.

- L'orografia del sito è piatta entro le distanze coinvolte dal fenomeno: ciò permette di utilizzare un algoritmo di calcolo che rappresenta il pennacchio con una "gaussiana a 2 dimensioni".
- In relazione al punto precedente, sono state utilizzate le funzioni σ_y e σ_z del pennacchio parametrizzate per l'ambiente **rurale** secondo Briggs [1].
- La valutazione è stata condotta in riferimento ad una fascia di territorio, a simmetria circolare centrata sull'emissione.
- I recettori delle simulazioni sono stati virtualmente posti ad un'altezza di 1,5 m dal terreno.
- Le funzioni σ_y e σ_z descrivono l'allargamento del pennacchio analogamente all'allargamento di una distribuzione gaussiana.

- Lo studio ha tenuto conto del fenomeno del cosiddetto *building downwash* che tiene contro degli effetti sottovento del profilo dell'edificio presso cui si trova il camino.
- Le simulazioni si devono intendere come valori medi orari.

2.2 SCREEN 3.0

2.2.1 Introduzione

Questo paragrafo riporta una breve descrizione del programma di simulazione numerica SCREEN3 utilizzato per la valutazione, a livello di *screening*, delle ricadute al suolo delle emissioni inquinanti dal camino del forno di rigenerazione dei carboni attivi che la ditta GALE Srl intende installare presso il suo stabilimento, nell'area industriale di Cairo Montenotte.

SCREEN3 è un modello si simulazione numerica, a livello di screening, proposto dall'agenzia statunitense per la protezione dell'ambiente (EPA, Environmental Protection Agency).

Il modello si avvale di un'interfaccia utente - Screen View™ - che ne semplifica l'utilizzo.

Si utilizza questo modello per due ragioni:

1. le portate in massa dell'impianto sono molto limitate,
2. i dati meteorologici dell'area di riferimento che si possono reperire sono limitati al vento ed alla temperatura dell'aria; in particolare non sono disponibili dati locali sulla copertura del cielo, sulla classe di stabilità e sulla quota dell'inversione (Hmix).

La mancanza di un completo corredo di dati meteorologici, a carattere climatologico, non permette il ricorso a modelli di simulazione più complessi (Safe_Air, AUSTAL2000, …).

Il modello SCREEN3 può essere usato per stimare le concentrazioni nel caso peggiore livello del suolo per una singola fonte, nonché le concentrazioni nella zona di cavità, e le concentrazioni a causa di inversione *break-up* e fumigazione litoranea.

SCREEN3 è la versione di *screening* del più noto modello ISC3 e permette di valutare la necessità di realizzare più approfondite e complesse simulazioni che richiedono dati meteoclimatici più strutturati e complessi di quelli necessari a SCREEN3.

2.2.2 Descrizione

Il modello di dispersione in atmosfera SCREEN è stato sviluppato per fornire un rapido metodo per la stima delle concentrazioni. Queste stime sono basate sui contenuti del documento "Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources" (EPA 1995). SCREEN3, versione 3.0 del programma originario SCREEN, è un programma monosorgente in grado di eseguire simulazioni orarie, o a breve termine (*short-term*), utilizzando le modalità di calcolo previste dalle procedure di screening dell'EPA.

Le principali caratteristiche di SCREEN3 sono le seguenti:

- stima delle concentrazioni massime al suolo e della distanza dalla sorgente;
- inclusione degli effetti di *building downwash*[1] nel calcolo del massimo delle concentrazioni sia nella regione vicina della scia sia nella parte lontana della scia;
- considerazione di una vasta gamma di condizioni meteorologiche, tra cui tutte le classi di stabilità e velocità del vento.
- calcolo delle concentrazioni nelle zone di ricircolo (sottovento);
- calcolo della concentrazione dovuta alla fumigazione presso le aree litoranee;
- calcolo delle concentrazioni per inversione (*break-up*);
- valutazione degli effetti dovuti all'elevazione del terreno sulle concentrazioni massime;
- inclusione degli effetti di dispersione dovuta al galleggiamento del pennacchio.

[1] Si tratta dell'effetto che un edificio provoca sottovento su una emissione gassosa.

- calcolo della massima concentrazione in corrispondenza di un numero qualsiasi di distanze specificate dall'utente, comprese le distanze fuori a 100 km per il trasporto a lungo raggio.
- calcolo degli effetti di riflessioni multiple del pennacchio contro lo strato di inversione
- calcolo delle concentrazioni in condizioni di limitata miscelazione.

Nonostante che SCREEN3 sia un modello a singola-sorgente, esso può essere utilizzato, in determinate situazioni (si veda il documento "*Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources*"), per l'impatto del modello da più sorgenti. In particolare, ciò è possibile per le sorgenti che emettono lo stesso inquinante da più camini, con caratteristiche geometriche simili e che sono nel giro di circa 100 metri l'uno dall'altro.

2.3 Valori limite riferiti alla qualità dell'aria

Lo studio ha lo scopo di confrontare i risultati simulati con l'utilizzo del programma di simulazione numerica con i limiti di legge applicabili o comunque utilizzabili come indici di riferimento. In questo caso, trattandosi di un impatto sulla qualità dell'aria il riferimento normativo è costituito dal D.M. n.60 del 2/4/2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualita' dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"

Il D.M. n.60/2002 non riporta alcun limite per l'acido cloridrico per questa ragione, allo scopo di fornire una qualche valutazione, si pure di tipo qualitativi, si propone di prendere in considerazione i valori limite di tipo occupazionale per l'acido cloridrico.

2.3.1 Valori limite per il particolato

La tabella seguente è la riproduzione dell'Allegato III del D.M. n.60/2002.

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
FASE 1				
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m^3 PM10 da non superare più 35 volte per anno civile	50% del valore limite, pari a 25 µg/m^3, all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore e'ridotto il 1°gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m^3 PM10	20% del valore limite, pari a 8 µg/m^3, all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore e'ridotto il 1°gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
FASE 2				
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m^3 PM10	da non superare piu di 7 volte l'anno Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	20 µg/m^3 PM10	10 µg/m^3 al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua ostante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

Tabella 1 - DM. n.60/2002, ALLEGATO III, Valori limite per il materiale articolato.

L'allegato riporta i valori limite per il materiale particolato (PM10).

2.3.2 Valori limite per il cloro

Considerata la sua pericolosità, il D.M. n.60/2002 non contempla alcun limite per l'acido cloridrico.

L'unico riferimento normativo esistente è nella Tabella C dell'Allegato I – Parte II al d. lgs. 152/2006 che fissa per gli impianti esistenti i seguenti valori di concentrazione: 300 g/h e 30 mg/Nm^3, per altro rispettati dai dati di progetto.

Per valutare i risultati delle simulazioni si prendono per riferimento i valori limite per l'esposizione professionale. Si tratta di riferimenti da considerare con estrema cautela visto lo specifici ambito di riferimento, ma questi valori limite possono rappresentare un termine di paragone per dare una valutazione qualitativa dei risultati delle simulazioni.



3 / 6 IT
Revisione del: 02.02.2007 Versione sostituita del: 16.11.2006 Data di PDF: 06.02.2007
Remocement
Art.: 890400003 / 890400004

Assicurare una buona ventilazione. Ciò si può ottenere anche con l'aspirazione locale o con lo scarico generico dell'aria viziata.
Se non basta a tenere la concentrazione sotto i valori TLV / AGW, portare una protezione per le vie respiratorie adatta.
Vale soltanto, se qui vengono riportati dei valori d'esposizione.

Denominazione chimica	Acido cloridrico	
TLV-TWA: HCl 5 ppm (8 mg/m3) (CE)	TLV-STEL: HCl 10 ppm (15 mg/m3) (CE)	TLV-C: HCl 2 ppm (TLV-C, ACGIH)
BEI: ---	Altre informazioni: A 4 (ACGIH)	

Figura 1 – Limiti di esposizione professionale all'acido cloridrico.

Il cosiddetto *Threshold Limit Value* (TLV), ovvero "valore limite di soglia", rappresenta una soglia di concentrazione di una data sostanza pericolosa nell'aria, al di sotto della quale vi è sicurezza per "quasi tutte" le persone esposte. Nella definizione si parla di "quasi tutte" le persone poiché non si possono escludere a priori casi di ipersensibilità o la possibilità che alcuni individui, pure a concentrazioni minori, possano riportare per vari motivi danni alla salute.

Ne esistono tre varianti:

- **TLV-TWA** (*time-weighed average*): è il valore massimo consentito per un'esposizione prolungata - 8 ore al giorno e/o 40 ore a settimana. Viene comunemente indicato semplicemente come TLV, sottintendendo l'altro termine.
- **TLV-STEL** (*short-term exposure limit*): è il valore massimo consentito per esposizioni brevi - non oltre 15 minuti - ed occasionali - non oltre quattro esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno ad un'ora di distanza l'una dall'altra.
- **TLV-C** (*ceiling*): è il valore limite che non deve essere mai oltrepassato in nessun caso.

Val la pena sottolineare subito che i valori limite indicati sono espressi in milligrammi (mg) mentre i risultati delle simulazioni sono espressi in microgrammi (µg).

2.4 Definizione dello Stato attuale

In questo paragrafo sono riportati i dati di monitoraggio della qualità dell'aria per il particolato (PM_{10}). I dati provengono dalla stazione di monitoraggio della qualità dell'aria nota come "Località Farina" (Cairo Montenotte) facente parte della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Provincia di Savona.

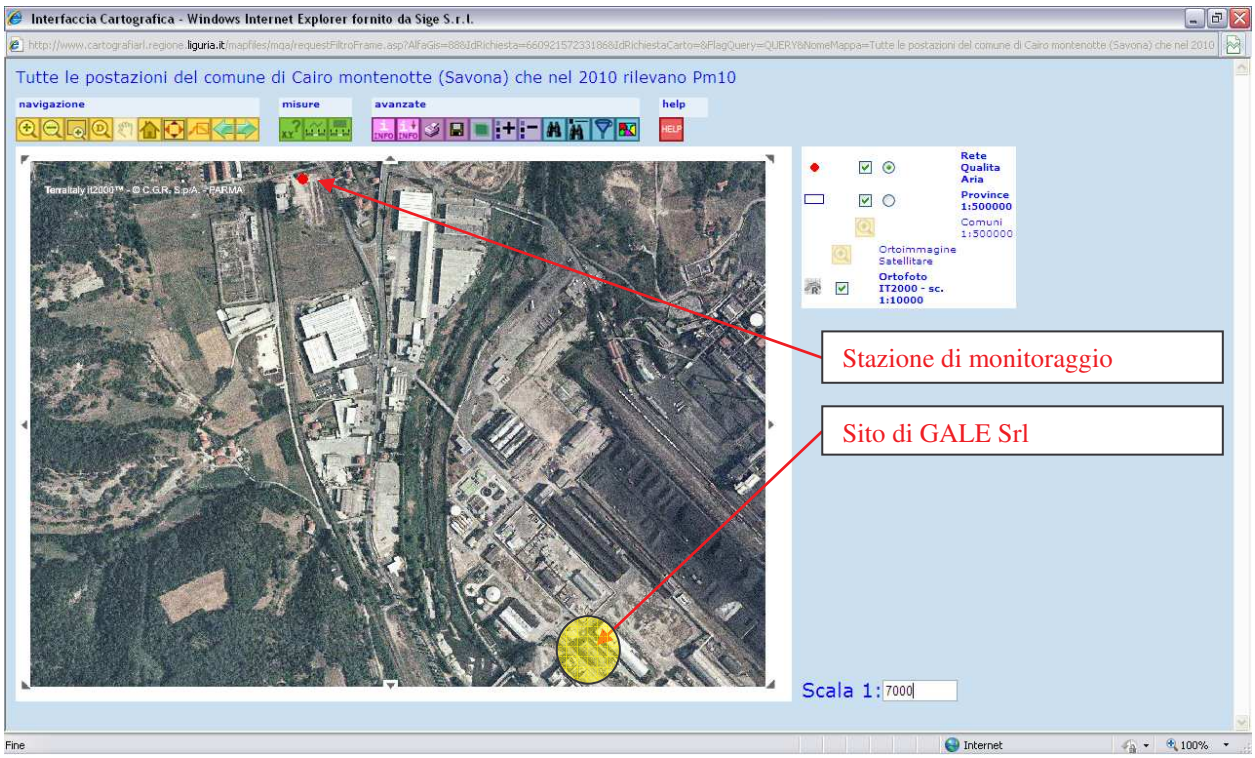


Figura 2 – Posizione relativa del sito di GALE srl rispetto alla stazione di monitoraggio della "Località Farina" della rete provinciale savonese.

La stazione di monitoraggio in parola controlla diverse specie inquinanti della qualità dell'aria tra cui il cosiddetto PM10, ma non fornisce alcuna indicazione per l'acido cloridrico.

Il grafico seguente è la storia temporale per l'anno 2010 del monitoraggio del particolato (PM_{10}) presso la stazione "Località Farina" della rete provinciale savonese.

I dati sono stati acquisiti dalla sezione ARIA del sito web di “Ambiente in Liguria” (http://www.cartografiarl.regione.liguria.it/SiraQualAria/Fruizione.asp).

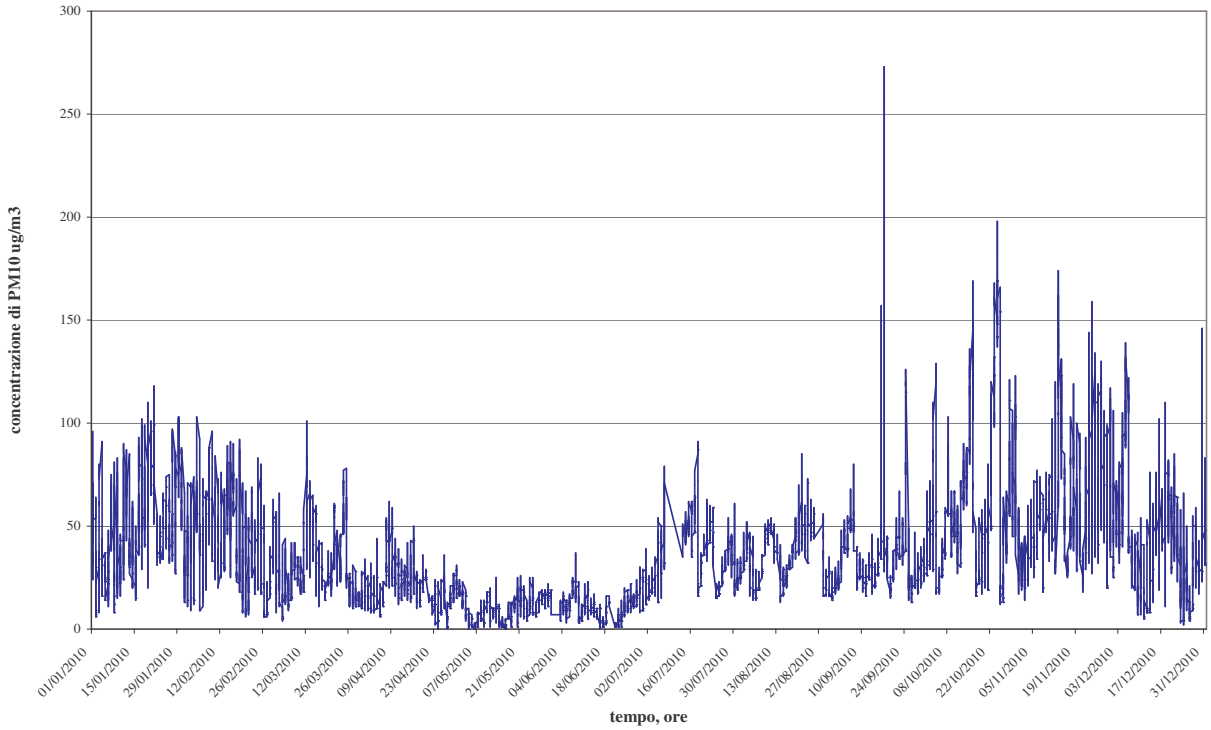


Figura 3 – Storia temporale (2010) del monitoraggio dei PM10 presso la stazione della “Località Farina” nel Comune di Cairo Montenotte.

Anche se non sono riportati, gli andamenti della concentrazione di particolato (PM_{10}) per gli anni precedenti sono analoghe.

2.5 Condizioni meteorologiche

L’inquadramento meteoclimatico si basa sui dati di uno studio [7] fatto realizzare a suo tempo dalla Regione Liguria. Lo studio citato suddivide la Liguria in otto aree omogenee dal punto di vista climatico e per ciascuna della quali fornisce una serie di dati meteoclimatici. Le tabelle seguenti riassumono i dati meteoclimatici tratti dal documento citato che si riferiscono alla zona climatica “Entroterra genovese”.

Classe di stabilità	A	B	C	D	E	F+G	Totale
Frequenza	60	90	42	448	102	258	1000
Temperatura minima (°C)	15	12	8	6	3	0	
Temperatura massima (°C)	18	18	12	10	6	4	

Tabella 2 – Frequenze annuali delle classi di stabilità per l'entroterra savonese e temperature medie giornaliere [7].

	Condizioni diurne Insolazione			Condizioni notturne Copertura nuvolosa	
vento (m/s)	Forte	Media	Debole	Nuvoloso (> 4/8)	Sereno (< 4/8)
< 2	A	A ÷ B	B	--	--
2 ÷ 3	A ÷ B	B	C	E	F
3 ÷ 4	B	B ÷ C	C	D	E
4 ÷ 6	C	C ÷ D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Tabella 3 – Definizione delle classi di stabilità atmosferica secondo Pasquill.

SCREEN3 considera una anemologia completa per classe di stabilità secondo lo schema della figura seguente tratto dal manuale d'utilizzo del programma.

Pasquill-Gifford Stability Class	10-Meter Wind Speed (m/s)												
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0
A	√	√	√	√	√								
B	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
C	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
D	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
E	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
F	√	√	√	√	√	√	√						

Figura 4 – Anemologia per classe di stabilità. (da Manuale Utente di SCREEN3).

Le tabelle riportano i dati climatici che hanno permesso di individuare le condizioni meteorologiche più sfavorevoli per lo scopo dello studio.

2.6 Risultati delle simulazioni

Le simulazioni sono state condotte considerando per ciascuna classe di stabilità atmosferica una temperatura di riferimento (Tabella 2). Ciascuna classe di stabilità

atmosferica è caratterizzata da specifici regimi di vento (Tabella 3) che SCREEN3 considera come schematizzato nella Figura 4.

I risultati delle simulazioni sono valori di concentrazione al suolo – i recettori sono stati posti a 1,5 m s.l.s.) – in funzione della distanza dalla base del camino, indipendentemente dalla direzione del vento che non rientra nella legge gaussiana di dispersione in atmosfera (Appendice 1).

2.6.1 Dati di emissione

I dati che descrivono l'emissione, tratti dal Progetto, sono riassunti nelle tabelle seguenti.

Parametro	Valore
Altezza	15 m
Diametro equivalente	0,5 m
Temperatura dell'emissione	88 °C
Portata volumetrica normalizzata (0 °C)	5960 Nm^3/h
Portata volumetrica alla temperatura di emissione (T_e = 88 °C)	7880 m^3/h
Portata in massa degli inquinanti	
HCl	0,18 kg/h
Polvere di carbone (PM_{10})	0,30 kg/h

Tabella 4 – Dati emissivi di progetto

I paragrafi seguenti riportano i valori massimi di concentrazione simulata a 1,5 m s.l.s. in funzione della classe di stabilità atmosferica e la distanza dal camino in cui si ha la ricaduta del massimo di concentrazione.

2.6.2 Specie chimica: PTS

La tabella seguente riassume i valori massimi simulati di concentrazione e relativa la distanza di ricaduta.

Simulazione	Concentrazione massima ($\mu g/m^3$)	Distanza (m) dal camino
PTSA15	6,710	163
PTSB12	6,500	200
PTSC08	6,640	294
PTSD06	5,528	532

Simulazione	Concentrazione massima (µg/m^3)	Distanza (m) dal camino
PTSE03	2,841	1515
PTSF00	2,836	2329

Tabella 5 – Valori massimi simulati di concentrazione e la distanza di ricaduta.

In appendice sono riportati i grafici che rappresentano la concentrazione al suolo in funzione della distanza dal camino.

Le simulazioni si riferiscono al contributo dell'emissione di progetto di GALE Srl, mentre i valori limite di qualità dell'aria non sono riferiti alla sorgente ma all'ambiente. Fatta questa considerazione, a livello di *screening*, si possono confrontare i risultati delle simulazioni con valori limite di legge tenendo conto delle percentuali di occorrenza delle condizioni meteoclimatiche di accadimento.

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
FASE 2				
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m^3 PM10 da non superare più di 7 volte l'anno	Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	20 µg/m^3 PM10	10 µg/m^3 al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua ostante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

Tabella 6 - Valori limite per il particolato – Fase 2 (DM. n.60/2002, ALLEGATO III).

Si possono proporre le seguenti considerazioni:

1. il valore massimo simulato 6,71 µg/m^3 è inferiore al valore limite su 24 ore (50 µg/m^3) che quindi non può essere superato; inoltre va considerato che l'occorrenza della classe di stabilità "A" è molto limitata essendo di circa il 6% su base annuale;
2. il valore limite annuale – media sull'anno civile - vale 20 µg/m^3 non può essere superato considerando i valori massimi simulati.

2.6.3 Specie chimica: HCl

La tabella seguente riassume i valori massimi simulati di concentrazione e relativa la distanza di ricaduta.

Simulazione	Concentrazione massima (µg/m^3)	Distanza (m) dal camino
HClA15	4,042	163
HClB12	3,916	200
HClC08	4,000	294
HClD06	3,330	532
HClE03	1,711	1515
HClF00	1,709	2329

Tabella 7 – Valori massimi simulati di concentrazione e la distanza di ricaduta.

In appendice sono riportati i grafici che rappresentano la concentrazione al suolo in funzione della distanza dalla sorgente (camino).

Ricordando che:

- le concentrazioni di progetto in emissione sono compatibili con i limiti riportati nel d.lgs. n.152/2006 (Tabella C dell'Allegato I – Parte II),
- la normativa nazionale non prevede limiti di concentrazione al suolo per la qualità dell'aria.

si consideri che i limiti previsti per i lavoratori sono dell'ordine dei milligrammi per metro cubo mentre le concentrazioni massime simulate sono dell'ordine dei microgrammi per metro cubo. Questa considerazione permette di affermare che l'impatto sulla qualità dell'aria dell'acido cloridrico sia non significativo.

3 CONCLUSIONI

Lo studio predittivo condotto a livello di *screening* utilizzando il noto programma SCREEN3 dell'agenzia statunitense per l'ambiente EPA, ha evidenziato che le ricadute al suolo previste sono notevolmente inferiori ai limiti di legge o di riferimento utilizzati per la valutazione. Inoltre, sia pure limitatamente al particolato, le ricadute al suolo non sono in grado di modificare il "clima" delle ricadute al suolo con riferimento ai dati di monitoraggio acquisiti presso la stazione detta "Località Farina" della rete di monitoraggio della Provincia di Savona.

In definitiva, si ritiene che le emissioni in atmosfera dell'impianto di riattivazione dei carboni attivi in progetto, sia **compatibile** con l'area di insediamento sia in termini assoluti, sia con riferimento al contesto territoriale caratterizzato dal una forte presenza industriale.

SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA SIGE S.r.l.

Genova lì, 11 febbraio 2011

Studio condotto da: **Dott. Alfonso Pavone**

BIBLIOGRAFIA

[1] Briggs G. A., 1973, *Diffusion Estimation for Small Emission*, ATDL Contribution File N.79, Atmospheric Tubolence and Diffusion Laboratory.

[2] Brode, R.W., 1991. A Comparison of SCREEN Model Dispersion Estimates with Estimates From a Refined Dispersion Model. Seventh Joint Conference on Applications of Air Pollution Meteorology with A&WMA., 93-96.

[3] Hanna S.R., Briggs G.A., Hosker R.P., 1982. *Handbook on atmosferic diffusion*, DOE/TIC-11223, Department of Energy, Washington DC (USA).

[4] Lollobrigida F., Brusasca G., Clemente M., Deserti M., Desiato F., Lena F., Tinarelli G., Zanini G., 2001, *Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione amtosferica per la valutazione della qualità dell'aria*, RTI CTN_ACE 4/2001, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente – Dip. Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informatici – Centro Tematico Nazionale Aria Clima Emissioni, Roma.

[5] Petrarca S., Spinelli F., Cogliani E., Mancini M., 1999, Profilo climatico dell'Italia – Volume 1: Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria, ENEA, Roma.

[6] Ruth J.H., 1986. Odor thresholds and irritation levels of several chemical substances, American Industrial Hygiene Association.

[7] S. Farruggia, A. Conte, O. Frumento, M. Galluzzi, C. Ratto, Studio sulle informazioni meteoclimatiche esistenti in relazione al territorio ligure, finalizzato agli studi relativi al trasporto ed alla diffusione degli inquinnati atmosferici, Rapporto tecnico, Contratto di Ricerca Regione Liguria/CAP Gemini Sysgen, Genova, Novembre 1992.

[8] Schulman,L.L. and Scire, J.S., 1993. Building Downwash Screening Modeling for the Downwind Recirculation Cavity. Air and Waste., August, 1122-1127.

[9] Turner, D. B., 1964. *A Diffusion Model for an Urban Area*. Journal of Applied Meteorology, 3, 83-91.

[10] Turner, D.B., 1970. *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*. Revised, Sixth printing, Jan. 1973. Office of Air Programs Publication No. AP-26.

[11] U.S. Environmental Protection Agency, 1977. *Guidelines for Air Quality Maintenance Planning and Analysis*, Volume 10 (Revised): Procedures for Evaluating Air Quality Impact of New Stationary Sources. EPA-450/4-77-001 (OAQPS Number 1.2-029R), Research Triangle Park, NC.

[12] U.S. Environmental Protection Agency, 1987a. *Guideline On Air Quality Models* (Revised) and Supplement A. EPA-450/2-78-027R. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.

[13] U.S. Environmental Protection Agency, 1987b. *Analysis and Evaluation of Statistical Coastal Fumigation Models*. EPA-450/4-87-002. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC.

[14] U.S. Environmental Protection Agency, 1995 Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised, EPA-454/R-92-019. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

[15] U.S. Environmental Protection Agency, 1995. SCREEN3 Model User's Guide, EPA-454/B-95-004. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

[16] U.S. Environmental Protection Agency, 1995b. Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Model User's Guide. EPA-454/B-95-003b. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

[17] U.S. Environmental Protection Agency, 1995c. Guideline On Air Quality Models (Revised), EPA-450/2-78-027R. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

APPENDICE 1 – MODELLO DI PENNACCHIO GAUSSIANO

Questa appendice tende a raccogliere e ordinare gli algoritmi utilizzati per la realizzazione dello studio. Le relazioni riportate sono tratte da uno dei testi fondamentali per affrontare il tipo di problemi proposti, si tratta dell'Handbook on Atmospheric Diffusion [11] edito dall'EPA (*Environment Protection Agency*), l'Agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente.

Se si considera un sistema di riferimento la cui origine coincide con la base della sorgente, l'asse *z* è coincidente con lo sviluppo del camino, l'asse *x* coincide con la direzione di propagazione del vento e *y* è la direzione trasversale all'asse di propagazione del pennacchi, allora la concentrazione C è data dalla formula seguente:

$$C(\vec{r}) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_h \sigma_z} \exp\left[-\frac{y_r^2}{2\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{(z_s + \Delta h - z_r)^2}{2\sigma_z^2}\right] \qquad \text{(Eq. 1)}$$

dove:

- *C* è la concentrazione di inquinante nel punto recettore (x_r, y_r, z_r)
- *Q* [mg/s] è la portata in massa dell'effluente inquinante,
- σ_h e σ_z sono le deviazioni standard della distribuzione *C* nella direzione orizzontale (piano *xy*) e verticale (piano *xz*),

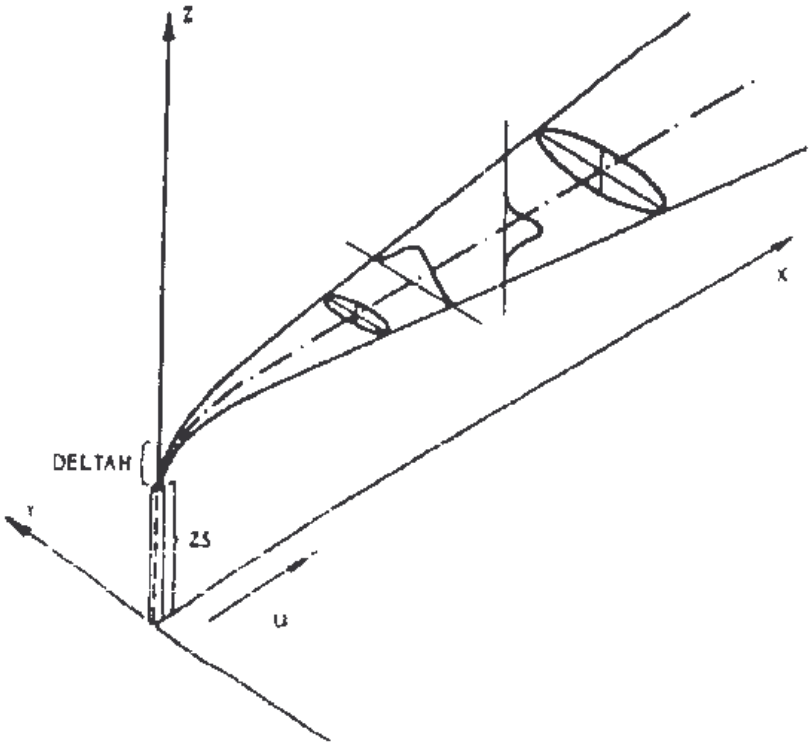


Figura 5 – Il modello gaussiano del pennacchio.

- *h* è l'altezza effettiva del pennacchio, cioè e la somma dell'altezza fisica del camino più la risalita (*Δh*) dell'emissione dovuta ai processi legati all'emissione stessa (velocità di uscita dei fumi) ed allo stato turbolento dell'atmosfera che dipende dal suo stato termodinamico.

Funzioni σ di Briggs (urban σ-functions)

$$\sigma_y = ax(1+0.0004x)^{-0.5} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

$$\sigma_z = bx(1+cx)^d \qquad \text{(Eq. 3)}$$

dove:

- *x* è la distanza [m] sottovento dalla sorgente, ricordiamo che si tratta della direzione di propagazione del vento;
- σ_y è la deviazione standard, in metri, della distribuzione orizzontale della concentrazione;

- σ_z è la deviazione standard, in metri, della distribuzione verticale della concentrazione;
- *c* è un coefficiente (espresso in m^{-1}) che dipende dalla stabilità atmosferica;
- *a, b, c* e *d* sono dei coefficienti adimensionali che dipendono anch'essi dalla stabilità atmosferica.

Classe di stabilità	*a*	*b*	*c*	*d*
A	0.32	0.24	0.0010	0.5
B	0.32	0.24	0.0010	0.5
C	0.22	0.20	0.0000	0.0
D	0.16	0.14	0.0003	-0.5
E	0.11	0.08	0.0015	-0.5
F	0.11	0.08	0.0015	-0.5
G	0.11	0.08	0.0015	-0.5

Tabella 8 – Coefficienti di Briggs per la determinazione delle funzioni σ.

APPENDICE 2 – RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

In questa appendice riporta i risultati delle simulazione numeriche eseguite con il programma SCREEN3. I grafici riportano l'andamento della concentrazione al suolo (1.5 m s.l.s.) in funzione della distanza dalla sorgente. Ogni grafico si riferisce ad una determinata classe di stabilità atmosferica ed una temperatura di riferimento. Ad ogni classe di stabilità sono implicitamente riferite le velocità del vento con congruenti con la classe di stabilità stessa secondo lo schema di Figura 4 qui riproposta per chiarezza.

Pasquill-Gifford Stability Class	10-Meter Wind Speed (m/s)												
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0
A	√	√	√	√	√								
B	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
C	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
D	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
E	√	√	√	√	√	√	√	√	√				
F	√	√	√	√	√	√	√						

Figura 6 – Anemologia per classe di stabilità. (da Manuale Utente di SCREEN3).

La direzione del vento non è considerata esplicitamente intendendo che i risultati sono riferibili a qualunque direzione essendo questa ininfluente rispetto alla legge gaussiana di dispersione.

Per identificare le simulazioni eseguite si è fatto ricorso al seguente codice "**XXXStt**" la cui chiave è la seguente:

- **XXX**: specie chimica,
- **S**: classe di stabilià atmosferica secondo Pasquill (A, B, C, D, E, F);
- **tt**: temperatura in gradi centigradi,

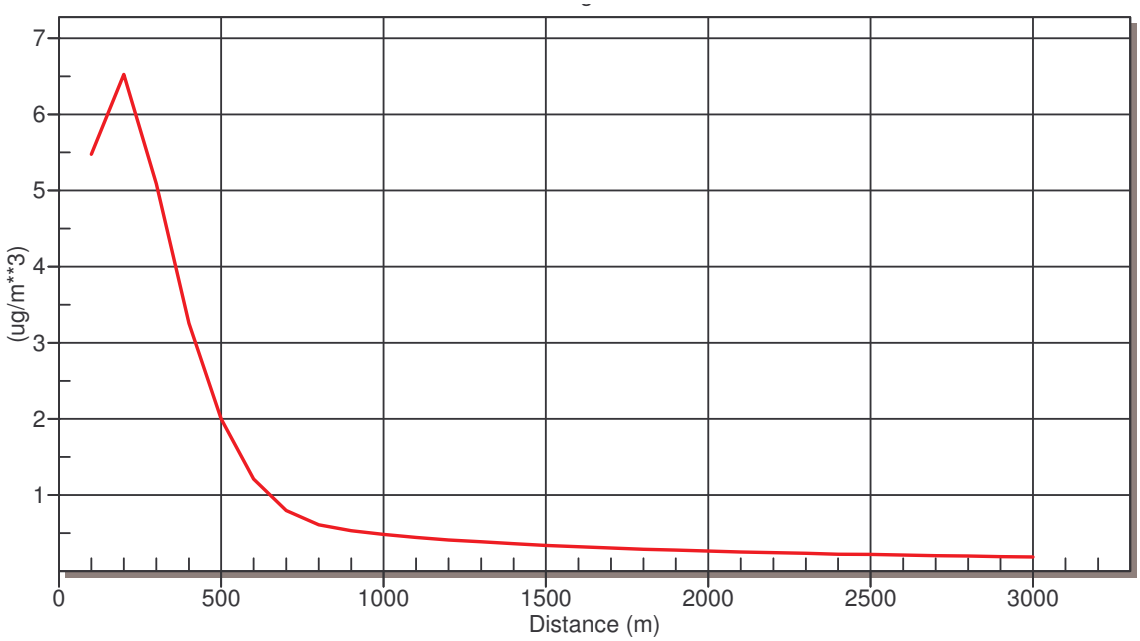


Figura 7 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "A" (PTSA15).

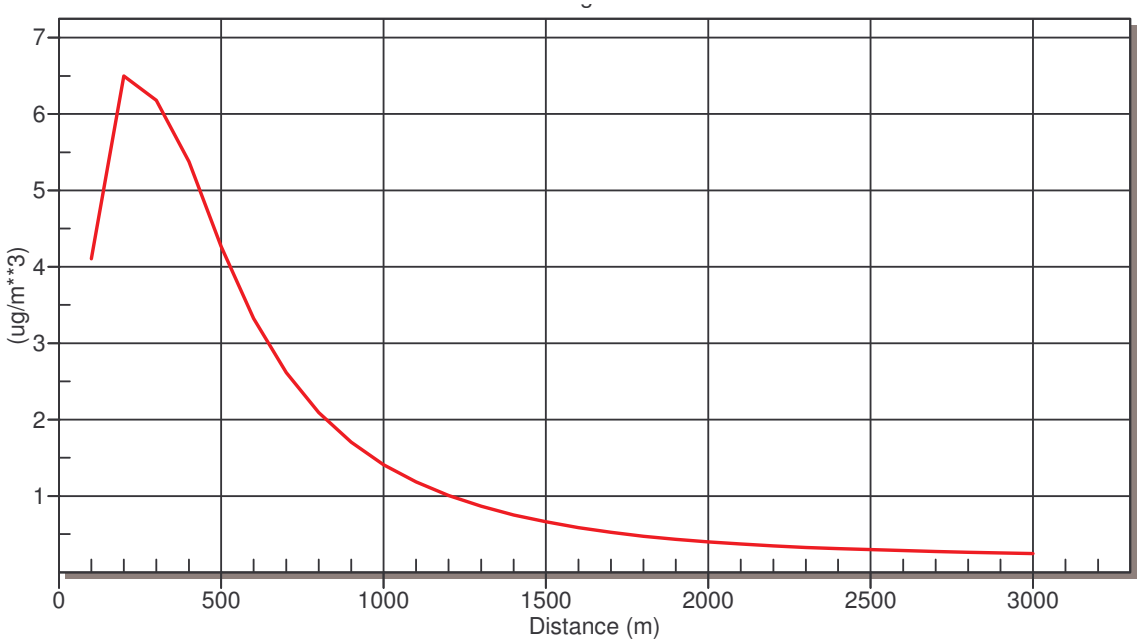


Figura 8 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "B" (PTSB12).

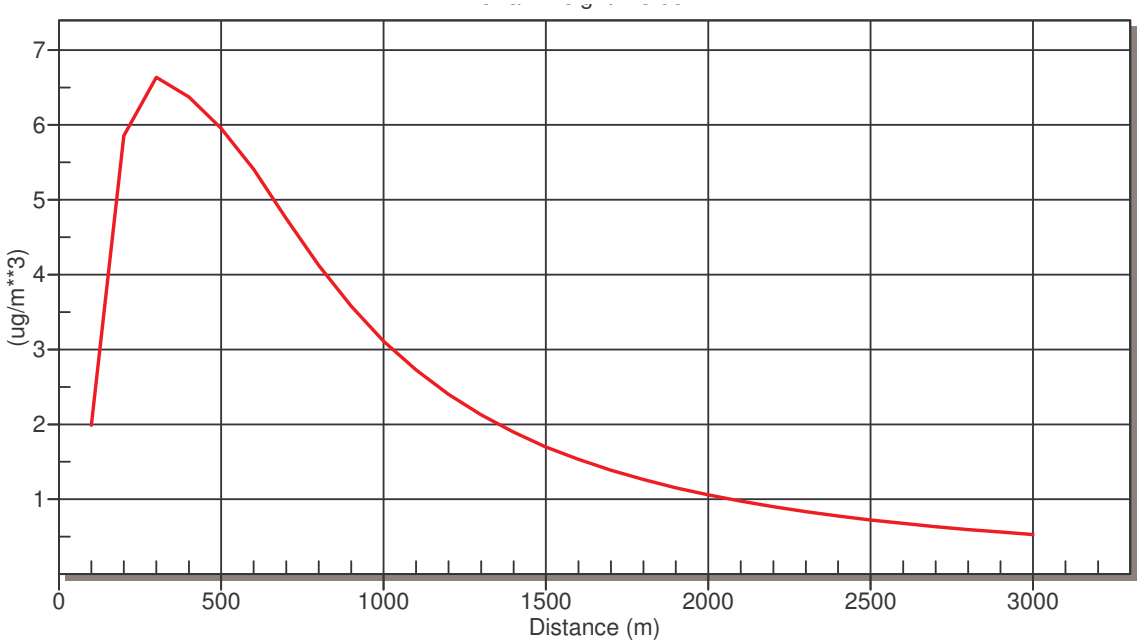


Figura 9 – Simulazione relativa a tutti i casi meteo "C" (PTSC08).

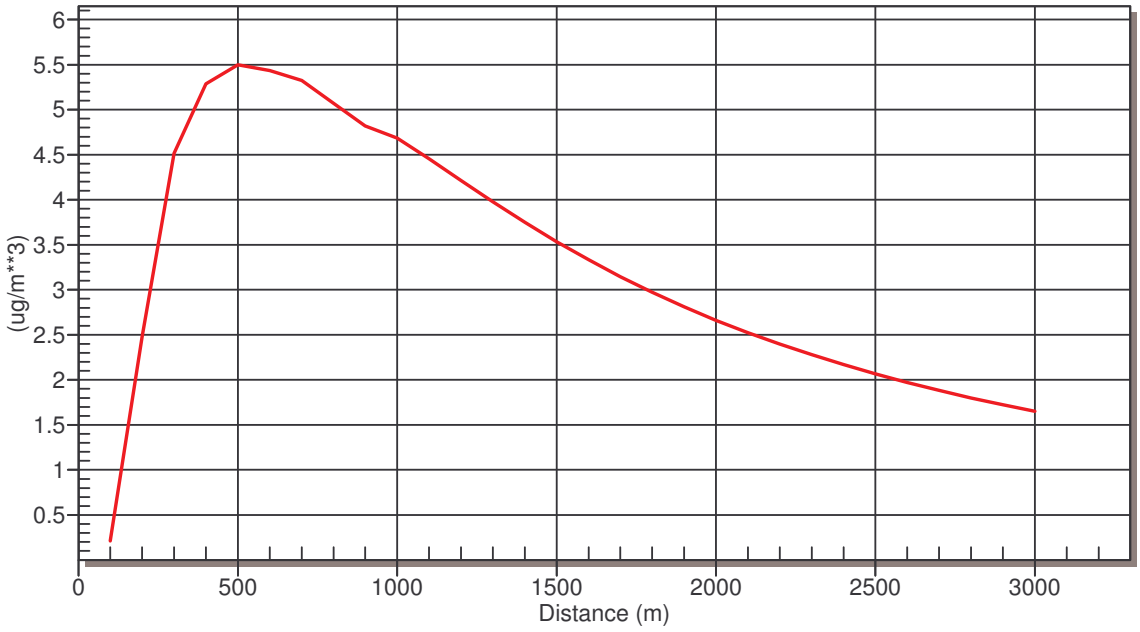


Figura 10 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "D" (PTSD06).

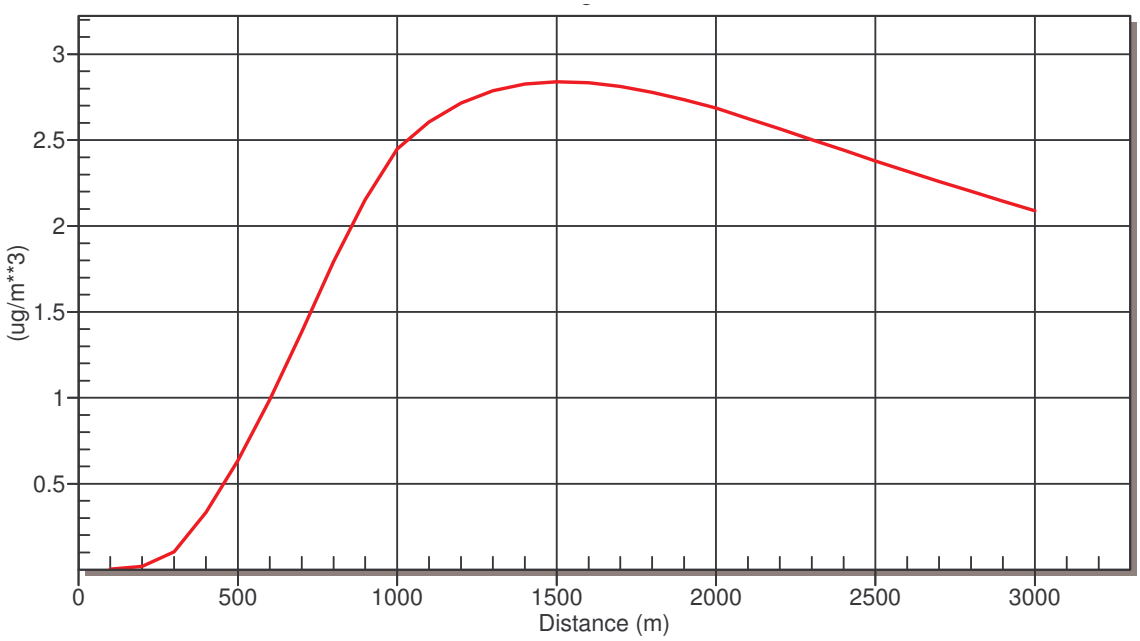


Figura 11 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "E" (PTSE03).

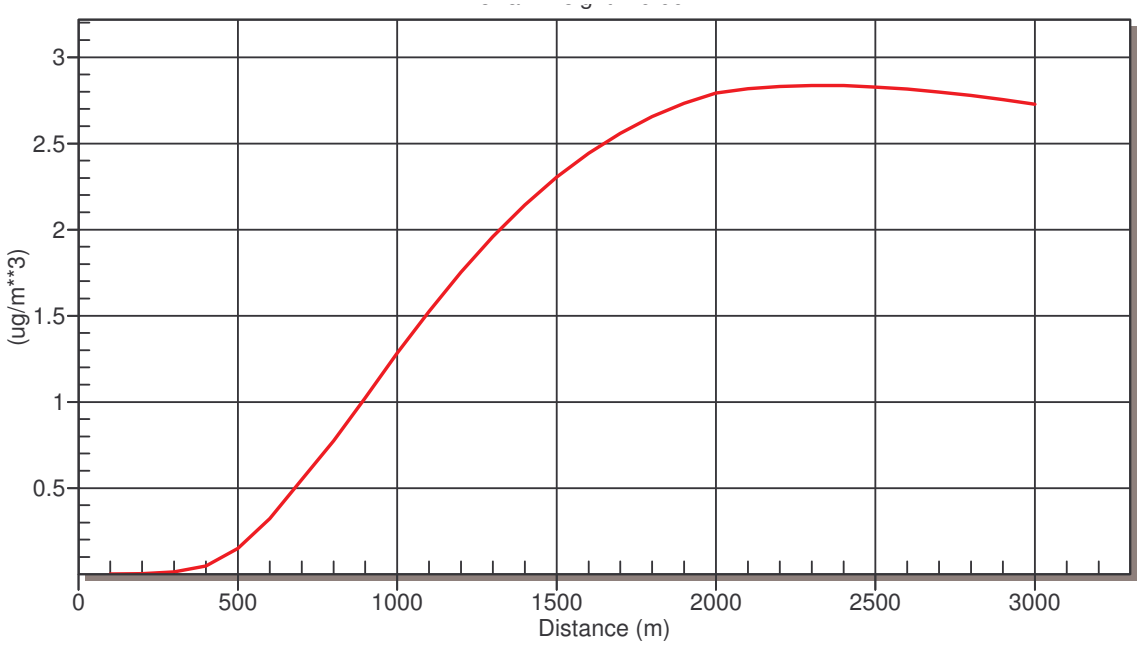


Figura 12 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "F+G" (PTSF00).

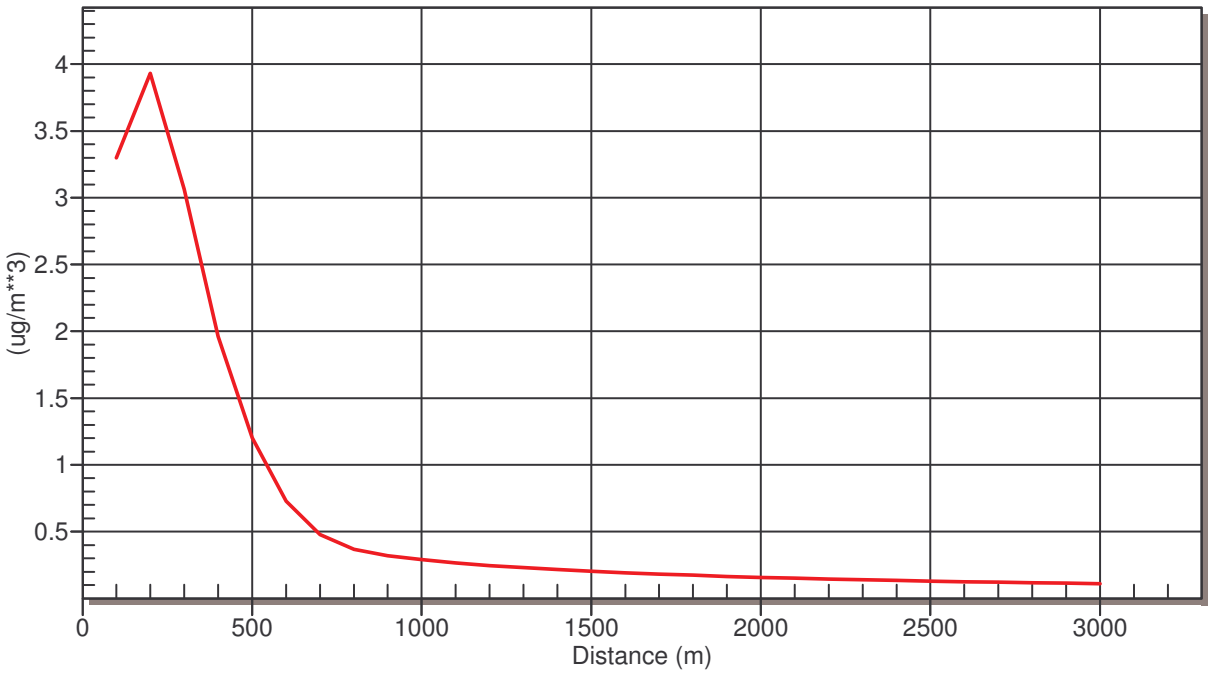


Figura 13 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "A" (HCLA15).

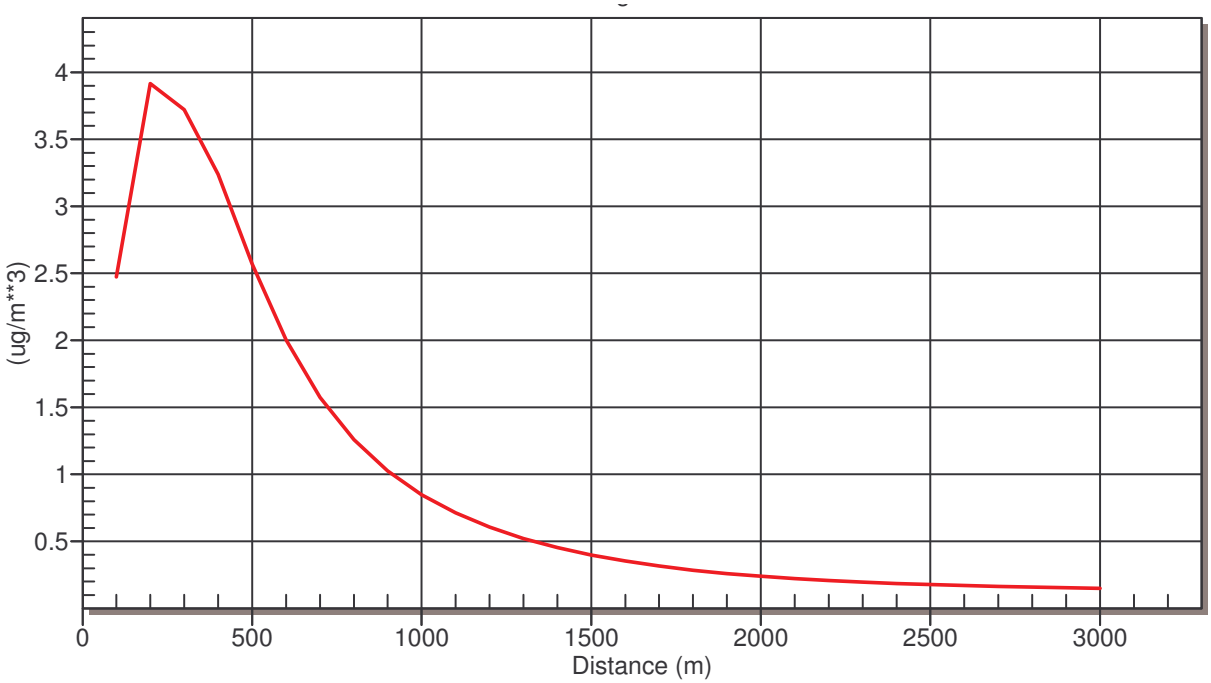


Figura 14 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "B" (HCLB12).

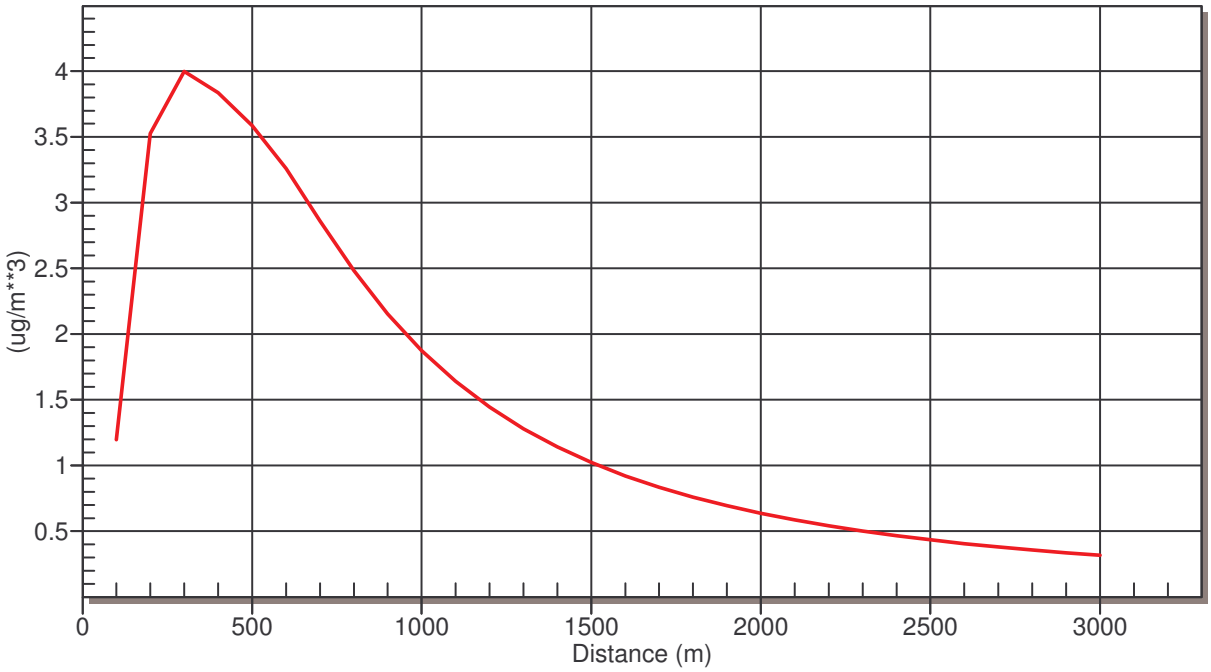


Figura 15 – Simulazione relativa a tutti i casi meteo "C" (HCLC08).

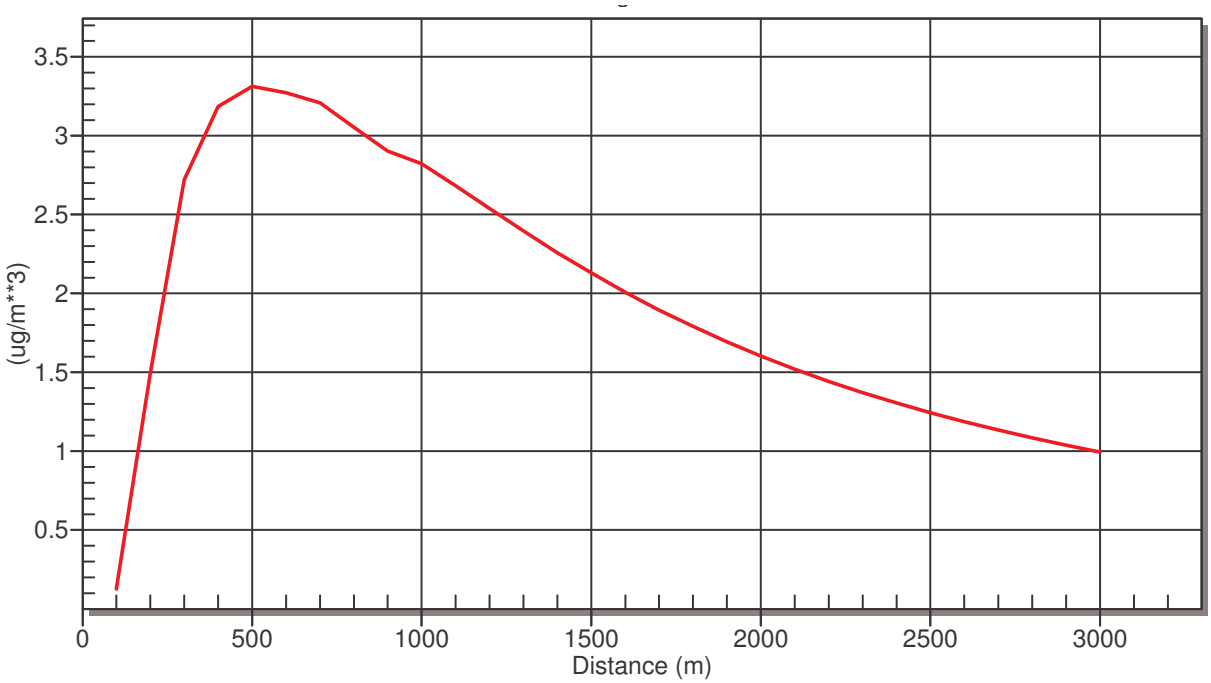


Figura 16 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "D" (HCLD06).

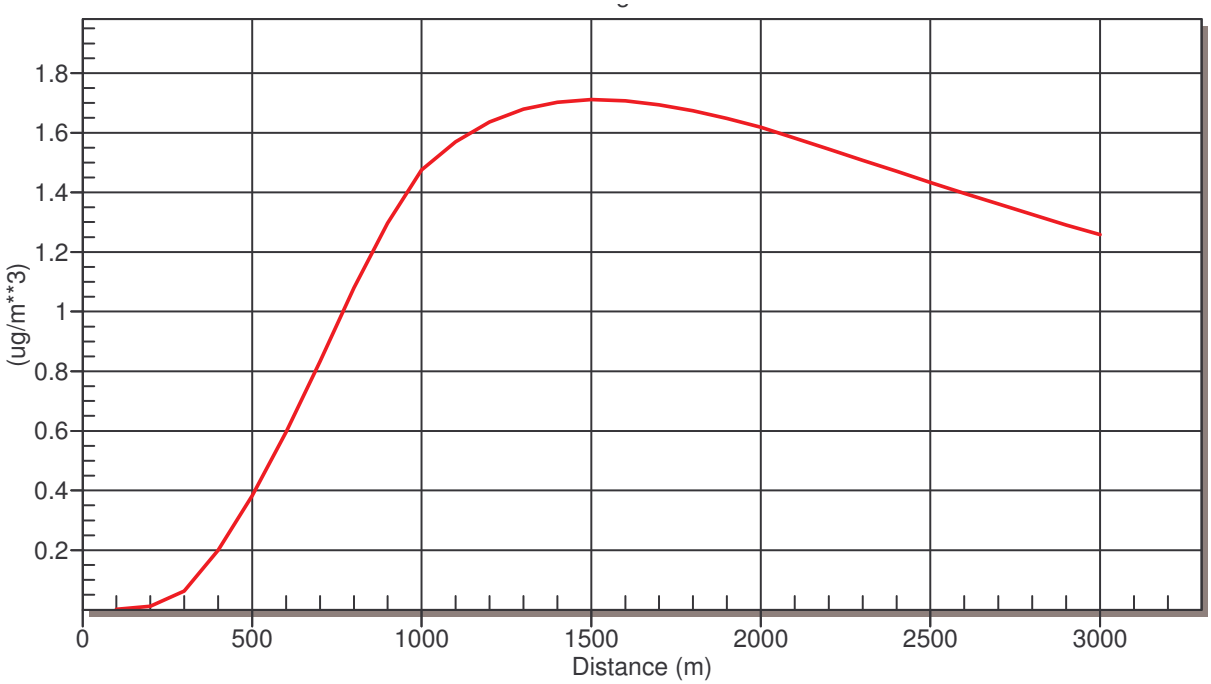


Figura 17 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "E" (HCLE03).

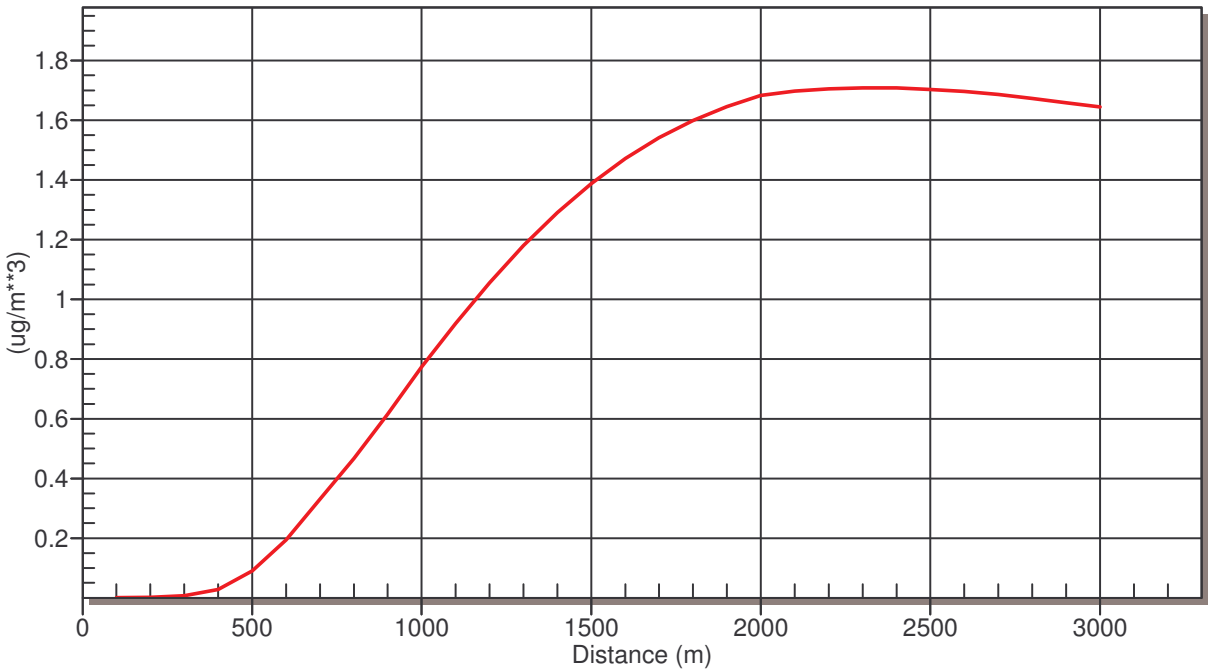


Figura 18 – Simulazione relativa alla classe di stabilità "F+G" (HCLF00).