REGIONE LIGURIA
Provincia di Savona
Comune di Cairo Montenotte

ZINCOL OSSIDI S.p.A.

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE PRODUTTIVA E DIREZIONALE



Studio di Prefattibilità Ambientale
Procedura di SCREENING

Studio diffusionale delle emissioni dello stabilimento al fine di valutare il potenziale impatto sulla qualità dell'aria

Luglio 2015

***SIGE S.r.l.**, certificata ISO 14001, è costantemente impegnata a ridurre gli impatti ambientali derivanti dalle proprie attività.*
In tale ottica, il presente documento verrà inoltrato preferibilmente via PEC o su supporto informatico e, laddove richiesto, verrà stampato fronte/retro.
Si ringrazia la Committente per aver accettato tale modalità di trasmissione

SOMMARIO

1 PREMESSA 3

2 MODELLO DI SIMULAZIONE 4

2.1 MODELLI DI SCREENING 4
2.1.1 SCREEN3 4
2.1.1.1 Orografia 7
2.1.1.2 Meteorologia di SCREEN3 8

3 VALUTAZIONE PREDITTIVA 11

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 11

3.2 DATI DI EMISSIONE (DATI DI INPUT DEL MODELLO) 13

3.3 VALORI DI RIFERIMENTO 14

3.4 SIMULAZIONI (DATI DI OUTPUT DEL MODELLO) 16

3.5 CONSIDERAZIONI FINALI 21

BIBLIOGRAFIA 22

APPENDICE 1 24

1 PREMESSA

La presente elaborazione è stata condotta su incarico di ZINCOL OSSIDI S.p.A. sulla base delle richieste della Regione Liguria, formalizzate con la nota del 16/06/2015, protocollo n. PG/2015/108669, nell'ambito della Procedura di verifica screening per la realizzazione del nuovo stabilimento Zincol Ossidi S.p.A. per la produzione di ossido di zinco, che sarà insediato a Cairo Montenotte, frazione di Ferrania (SV), nel complesso industriale di Ferrania S.p.A.

Figura 1: inquadramento territoriale (fonte google-maps)



Per fornire una risposta alla richiesta di integrazioni riguardanti il comparto aria e una valutazione del potenziale impatto negativo a danno della più vicina popolazione esposta alle emissioni in atmosfera, nel presente elaborato viene sviluppato un modello di dispersione in atmosfera che permette di prevedere le concentrazioni massime degli inquinanti potenzialmente presenti al camino, ad una certa distanza dalla sorgente.

Per ogni approfondimento sull'inquadramento generale del sito, sul ciclo produttivo e su tutti gli aspetti ambientali connessi, con particolare riguardo agli accorgimenti adottati per mitigare e tenere sotto controllo le sorgenti di emissione, convogliate e diffuse, si rimanda alla documentazione tecnica e amministrativa già inoltrata agli Enti competenti.

L'impianto prevede 9 emissioni convogliate che saranno oggetto di questa valutazione previsionale.

2 MODELLO DI SIMULAZIONE

2.1 MODELLI DI SCREENING

Il documento dell'APAT "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria" [1] permette di scegliere la tipologia di modello numerico più opportuna in relazione allo specifico caso da valutare anche tenendo conto dei dati meteo climatici a disposizione.

I modelli di screening sono semplici modelli matematici, progettati per fornire risposte di massima a fronte di pochissimi ed essenziali dati di ingresso.

Essi si basano su relazioni empiriche derivanti da esperienze sul campo oppure su simulazioni effettuate con modelli più complessi, questi modelli calcolano le concentrazioni orarie in caso di condizioni meteorologiche tipiche e per un tipo di sorgente alla volta.

L'applicazione è economica e l'obiettivo del calcolo è circoscritto a controllare la prossimità o meno delle concentrazioni ai limiti, nel caso in cui i risultati siano prossimi o superiori ai limiti di legge è opportuno e consigliabile procedere con simulazioni più raffinate.

I dati di ingresso necessari sono quelli relativi all'emissione e alla velocità del vento.

2.1.1 SCREEN3

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).

SCREEN3 è un modello di dispersione in atmosfera del tipo a “pennacchio gaussiano” (si veda l’Appendice 1).

Il programma fornisce il valore massimo della concentrazione al suolo per sorgenti puntuali, areali o volumetriche. Si utilizza questo modello per due ragioni:

1. 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~~ richiesti dati locali sulla copertura del cielo, sulla classe di stabilità e sulla quota dell’inversione (H_{mix});
2. la valutazione è richiesta a livello di screening;
3. le portate in massa dell’impianto sono limitate.

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, a 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.

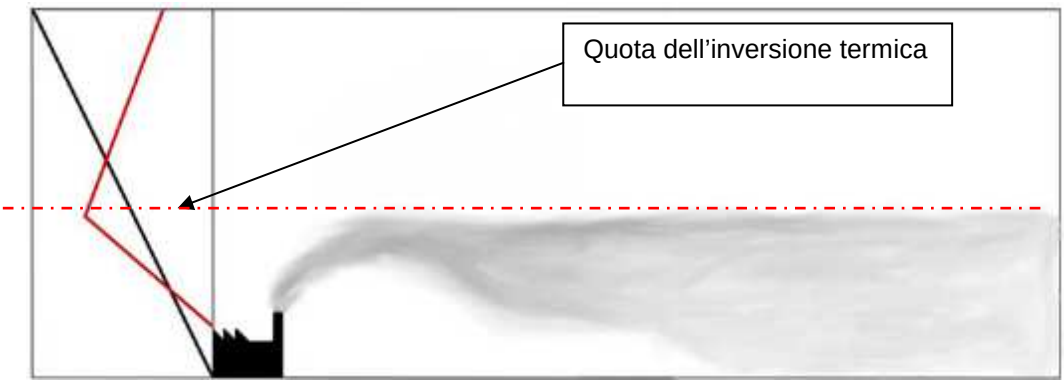
Il modello di dispersione in atmosfera SCREEN è stato sviluppato per fornire un rapido metodo per la stima delle concentrazioni, basate sui contenuti del documento "*Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources*" (EPA 1995). SCREEN3, versione 3.0 del programma originario 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;
- considerazione di una vasta gamma di condizioni meteorologiche, tra cui tutte le classi di stabilità e velocità del vento;

- 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;
- calcolo della massima concentrazione in corrispondenza di un numero qualsiasi di distanze specificate dall'utente;
- calcolo degli effetti di riflessioni multiple del pennacchio contro lo strato di inversione;
- calcolo delle concentrazioni in condizioni di limitata miscelazione;
- inclusione degli effetti di:
  - *building downwash* nel calcolo del massimo delle concentrazioni nelle zone di ricircolo sottovento (effetti di scia).
  - fumigazione (*fumigation*, nella letteratura anglosassone) che si innesca in prossimità dell'interfaccia terra-mare (il fenomeno della fumigazione rappresenta la condizione dispersiva in cui la quota dell'inversione termica si trova al di sopra dell'emissione. Questa situazione sfavorisce la dispersione in quota e al di sotto della quota dell'inversione termica si trova uno strato di *instabilità* che favorisce una dispersione a terra.).

Figura 2: illustrazione schematica del fenomeno della "fumigazione".



Inoltre, nonostante SCREEN3 sia un modello a singola-sorgente, può essere utilizzato per l'impatto di emissioni 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 (rif. "*Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources*").

Infine, si ricorda che la concentrazione al suolo simulata con l'approccio "gaussiano" è lineare rispetto alla portata in massa (Appendice 1), ciò permette di "scalare" i risultati delle simulazioni della stessa percentuale di massa inquinante considerata rispetto alla portata della sostanza campione considerata nelle simulazioni.

In termini più espliciti, se la sostanza "B" ha una portata in massa minore del 50% della portata in massa della sostanza "A", allora i valori simulati si ridurranno anch'essi del 50%; la rappresentazione grafica dei risultati è la stessa, i valori numerici risultano scalati del rapporto tra la sostanza "A" e la sostanza "B".

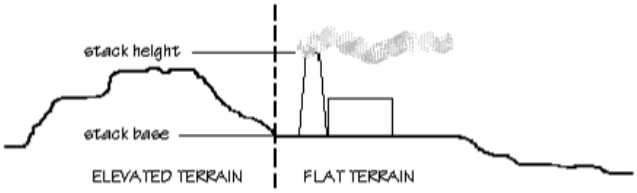
2.1.1.1 Orografia

SCREEN3 ha tre modalità di valutare l'orografia:

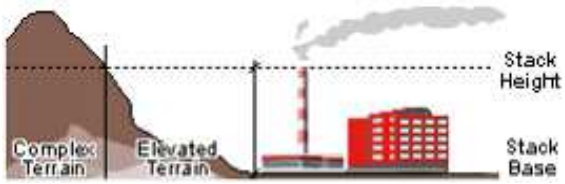
1. Terreno con orografia "piatta" *(Flat Terrain*): i recettori si trovano ad una quota simile a quella della base della sorgente.



2. Terreno con orografia "elevata" (*Elevated Terrain*): i recettori si trovano a quote orografiche superiori alla base della sorgente, ma inferiori alla quota del camino.



3. Terreno con orografia “complessa” (*Complex Terrain*): i recettori si trovano a quote orografiche superiori alla quota emissiva del camino.



2.1.1.2 Meteorologia di SCREEN3

SCREEN3 considera la meteorologia con tre differenti approcci:

- meteorologia completa (*Full Meteorology*),
- per classe di stabilità atmosferica,
- per singola situazione meteorologica.

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

Figura 3: anemologia per classe di stabilità. (dal Manuale Utente di SCREEN3).

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	√	√	√	√	√	√	√						

La tabella della figura precedente illustra i casi meteorologici che costituiscono la modalità “*Full Meteorology*” che permette di considerare in un unico lancio le 54 situazioni “tipiche” definite dalla classificazione di Pasquill della stabilità atmosferica.

La tabella seguente riassume schematicamente lo stato dell’atmosfera in funzione delle condizioni del vento e di insolazione, secondo la descrizione di Pasquill-Gifford.

Tabella 1: stato dell'atmosfera in funzione delle condizioni del vento e di insolazione

vento (m/s)	Condizioni diurne Insolazione			Condizioni notturne Copertura nuvolosa	
	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

Le classi di stabilità di Pasquill-Gifford rappresentano sei livelli di stabilità atmosferica.

La stabilità atmosferica è importante perché da essa dipende la velocità e la modalità di dispersione degli inquinanti: un aumento della turbolenza provoca una maggiore rapidità nella dispersione degli inquinanti rispetto alle condizioni di atmosfera stabile.

Tabella 2: stabilità dei bassi strati dell'atmosfera

Classe	Valore	Descrizione
A	1	Molto instabile
B	2	instabile
C	3	debolmente instabile
D	4	neutra
E	5	debolmente stabile
F	6	stabile

- Le Classi di stabilità A, B e C si riferiscono a condizioni instabili e sono associati con una maggiore turbolenza.
- La Classe D indica condizioni neutre ed è associata con turbolenza generata meccanicamente
- Le condizioni stabili (classi di stabilità E e F) si riferiscono a situazioni di turbolenza limitata o assente.

La direzione del vento non è considerata esplicitamente: i risultati sono riferibili a qualunque direzione del vento poiché questa grandezza è ininfluente rispetto alla legge gaussiana di dispersione.

Questo tipo di approccio permette di considerare i "**casi peggiori**" in corrispondenza dei quali si hanno i massimi di concentrazione al suolo.

Il brano seguente è tratto dal Manuale Utente del programma.

> ***Full Meteorology (All Stabilities and Wind Speeds):*** *All the meteorological combinations between stability classes and their associated wind speeds are considered to identify the "**worst case**" meteorological conditions, that is, the combination of wind speed and stability that results in the maximum ground level concentrations. The wind speed and stability class combinations used by the SCREEN model are given in the following table.*

In altri termini, quest'approccio fornisce, per ciascun punto considerato durante la simulazione, **il risultato peggiore** tra le 54 condizioni meteorologiche standard determinate dallo schema di Pasquill-Gifford.

3 VALUTAZIONE PREDITTIVA

La valutazione di impatto sulla qualità dell'aria, 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. simulazioni.

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Le simulazioni numeriche hanno riguardato una porzione di territorio attorno al sito di Zincol Ossidi S.p.A. con un raggio di circa 1,5 km, determinato sia tenendo conto dell'altezza delle sorgenti sia di alcune simulazioni di *test* tese all'individuazione del massimo di ricaduta.

Dal punto di vista strettamente territoriale, il sito si trova in corrispondenza dell'estremità di sud-ovest della piana di Ferrania, piana che si estende per circa 1500 m con un orientamento SO-NE ed è separata da un rilievo collinare dall'insediamento urbano di Altare.

Si è già anticipato che, dal punto di vista meteoclimatico, le simulazioni sono state eseguite nella modalità "climatologica" (*Full Meteorology - All Stability Classes and Wind Speeds*) che comprende 54 situazione meteorologiche standard secondo la schematizzazione di Pasquill-Gifford.

Qui di seguito viene richiamato l'inquadramento meteoclimatico della valutazione, basato 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 fornisce una serie di dati meteoclimatici, le tabelle seguenti riassumono i dati meteoclimatici che si riferiscono alla zona climatica "Entroterra savonese" in cui ricade il territorio di Altare.

Tabella 3: frequenze annuali delle classi di stabilità e temperature medie [7]

classe di stabilità	A	B	C	D	E	F+G	Totale
Frequenza (ore/anno)	531	796	372	3876	903	2283	8760
%	6%	9%	4%	44%	10%	26%	100%
Temperatura minima	15	12	8	6	3	0	°C
Temperatura massima	18	18	12	10	6	4	°C
Temperatura media	16.5	15	10	8	4.5	2	°C

Le tabelle seguenti riportano la climatologia anemologica

Tabella 4: eventi anemologici orari anno (da [7])

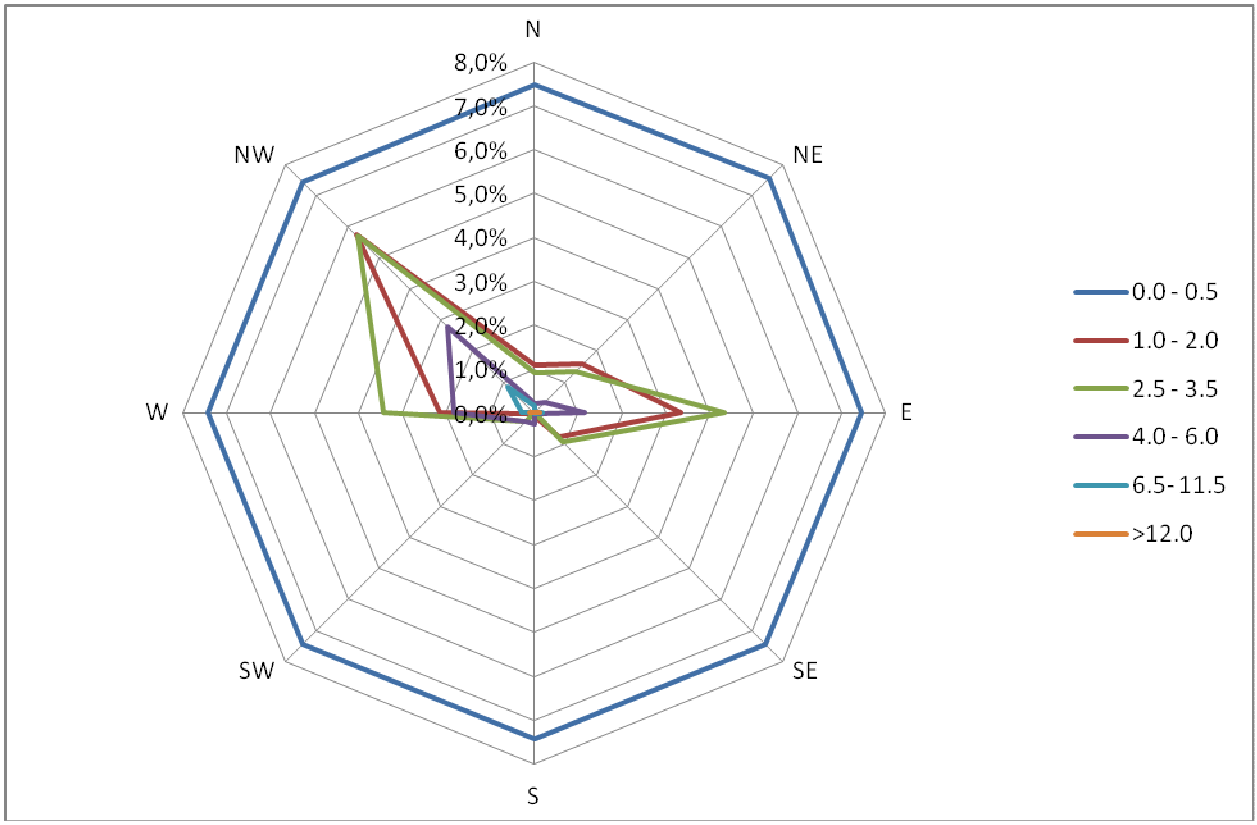
Intensità (m/s) Direzione	0,0÷0,5	1,0÷2,0	2,5÷3,5	4,0÷6,0	6,5÷11,5	>12,0	Ore/anno
N	654	96	80	19	12	0	**862**
NE	662	137	117	31	0	0	**947**
E	654	292	380	100	16	12	**1453**
SE	653	69	81	3	1	0	**808**
S	650	8	0	23	0	0	**681**
SW	652	4	25	23	0	0	**704**
W	651	188	301	160	25	8	**1334**
NW	651	502	499	244	74	1	**1971**
Eventi anno	**5227**	**1296**	**1483**	**605**	**128**	**20**	**8760**

Tabella 5: statistica anemologica (da [7])

Intensità (m/s) Direzione	0,0÷0,5	1,0÷2,0	2,5÷3,5	4,0÷6,0	6,5÷11,5	>12,0	Ore/anno
N	7.5%	1.1%	0.9%	0.2%	0.1%	0.0%	**9.8%**
NE	7.6%	1.6%	1.3%	0.4%	0.0%	0.0%	**10.8%**
E	7.5%	3.3%	4.3%	1.1%	0.2%	0.1%	**16.6%**
SE	7.5%	0.8%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	**9.2%**
S	7.4%	0.1%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	**7.8%**
SW	7.4%	0.0%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	**8.0%**
W	7.4%	2.1%	3.4%	1.8%	0.3%	0.1%	**15.2%**
NW	7.4%	5.7%	5.7%	2.8%	0.8%	0.0%	**22.5%**
	59.7%	**14.8%**	**16.9%**	**6.9%**	**1.5%**	**0.2%**	**100.0%**

Il grafico seguente illustra i dati numerici della tabella 4 e tabella 5, evidenziando che i venti prevalenti spirano dal quadrante di Nord-Ovest e, sia pure in misura minore, dal quadrante orientale.

Figura 4: rosa dei venti



3.2 DATI DI EMISSIONE (DATI DI INPUT DEL MODELLO)

I dati che descrivono le emissioni, desunti dal futuro assetto del nuovo stabilimento a regime e richiamati nella Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale, sono riassunti nella tabella seguente.

La colonna *n* riporta i dati relativi alla “emissione equivalente” delle 9 emissioni previste.

La colonna *o*, invece riporta la distribuzione percentuale delle sostanze presenti nell’emissione: il 99% degli inquinanti totali è costituito da polveri, lo 0,9% del flusso di massa è costituito da piombo (Pb) e lo 0,1% da cadmio (Cd).

I valori in campo bianco costituiscono i dati di portata, flusso di massa e le caratteristiche dei camini, tratti dalla Scheda E della documentazione relativa all'istanza di AIA.

I valori in campo scuro costituiscono i dati opportunamente trasformati per alimentare SCREEN3 (dati di input)

Tabella 6: emissioni in atmosfera del nuovo stabilimento e dati di input

a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*j*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*
		E3	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**	**E10**	**E11**			**Equival.**	%
kg/h	**P_{emiss}**	0.41	0.28	0.28	0.37	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	**P_{emiss}**	kg/h	2.329	
kg/h	**Cd**	0.0004	0.0003	0.0003	0	0	0.00022	0.00022	0.00022	0.0002	**Cd**	kg/h	0.002	0.1%
kg/h	**Pb**	0.0048	0.0033	0.0033	0	0	0.00268	0.00268	0.00268	0.0024	**Pb**	kg/h	0.022	0.9%
kg/h	**PST**	0.40	0.28	0.28	0.37	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	**PST**	kg/h	2.305	99.0%
℃	**T**	45	100	100	100	100	75	82.3	75	25	**T**	℃	78	
Nm3/h	**Q**	40000	60000	60000	60000	30000	64000	48800	64000	20000	**Q**	Nm3/h	446800	
m2	**A**	0.79	0.80	0.80	0.80	0.50	0.87	1.23	0.87	0.40	**A**	m2	7.04	
m	**h**	40	40	40	40	40	40	40	40	40	**h**	m	40	
		E3	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**	**E10**	**E11**			**Equival.**	
m	**h**	40	40	40	40	40	40	40	40	40	**h**	m	40	
m	**r**	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.53	0.63	0.53	0.36	**r**	m	1.50	
m3/s	**Q**	12.94	22.77	22.77	22.77	11.39	22.66	17.64	22.66	6.06	**Q**	m3/s	160	
K	**T**	318	373	373	373	373	348	355.3	348	298	**T**	K	351	
g/s	**P_{emiss}**	0.113	0.077	0.077	0.103	0.051	0.056	0.056	0.056	0.056	**P_{emiss}**	g/s	0.6	
		E3	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**	**E10**	**E11**			**Equival.**	

I dati emissivi riportati in tabella devono essere intesi con i valori massimi attesi.

In genere, i dati di progetto sono sovrastimanti e quindi, con tutta probabilità, l'impianto sarà caratterizzato da concentrazioni alle emissioni e flussi di massa inferiori.

Al netto di questa considerazione, le simulazioni considerano esattamente i dati di progetto dichiarati.

3.3 VALORI DI RIFERIMENTO

Occorre sottolineare che SCREEN3 non ha un orizzonte temporale di riferimento ma dice cosa succede in corrispondenza di una determinata situazione meteorologica; in linea di massima i risultati si possono considerare riferiti a tre ore che è considerabile, a livello sinottico, l'intervallo di tempo minimo, il loro confronto con i dati orari o giornalieri è "quasi" diretto.

Nel caso di valori limite “annuali” il confronto è meno diretto ma sicuramente cautelativo nel senso che i valori massimi (peggiori) delle simulazioni sono sicuramente maggiori dei valori medi annuali (che il modello non simula), quindi il loro confronto con i limiti di legge annali è da considerarsi cautelativo perché sovrastima la media cui si riferisce il limite.

I risultati ottenuti dalla valutazione previsionale condotta possono essere giudicati prendendo come riferimento normativo il Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n.155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il Decreto, oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell’aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti, indicando il Valore Limite (VL) come il valore massimo di concentrazione che può essere raggiunto entro un tempo prestabilito (ora, giorno, anno, …) e che non deve essere successivamente superato.

Figura 5: valori limite (da Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	
Biossido di zolfo	Orario (non più di 24 volte all’anno)	350	$\mu g/m^3$
	Giornaliero (non più di 3 volte all’anno)	125	$\mu g/m^3$
Biossido di azoto	Orario (per non più di 18 volte all’anno)	200	$\mu g/m^3$
	Annuo	40	$\mu g/m^3$
Benzene	Annuo	5	$\mu g/m^3$
Monossido di carbonio	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m^3
Particolato PM 10	Giornaliero (non più di 35 volte all’anno)	50	$\mu g/m^3$
	Annuo	40	$\mu g/m^3$
Particolato PM 2.5	Annuo al 2010 (+MT) [valore di riferimento]	29	$\mu g/m^3$
	Annuo al 2015	25	$\mu g/m^3$
Piombo	Anno	0.5	$\mu g/m^3$

Per inquadrare dal punto di vista ambientale e sanitario il caso in esame, mentre per il cadmio non si dispone di valori di concentrazione limite di riferimento, se non il valore "obiettivo" pari a 0,005 μg/m^3 riportato nell'Allegato XIII al D.Lgs. 155/2010, oltre al valore limite previsto dal D.Lgs. n.155/2010 per il piombo, viene assunto come riferimento per il parametro polveri totali, il limite più restrittivo imposto per il particolato PM 2,5, ritenuto cautelativamente applicabile anche per la presente simulazione.

3.4 SIMULAZIONI (DATI DI OUTPUT DEL MODELLO)

Nei grafici che seguono le concentrazioni si riferiscono ai massimi elaborati dal modello a fronte di tutte le condizioni meteorologiche considerate, quindi non si tratta di una rappresentazione del "pennacchio" che si propaga quanto piuttosto delle concentrazioni massime simulate, per tutte le 54 situazioni meteorologiche standard, alla distanza indicata dal camino.

Si tratta, come già richiamato in precedenza, dei massimi orari assoluti (casi peggiori) tra le 54 situazioni meteorologiche standard previste dalla modalità "*Full Meteorology*" (Meteorologia Completa) di SCREEN3.

Per massimizzare l'impatto, si è scelto di riferire i risultati alla quota di 0,0 m s.l.s..

I grafici seguenti, generati direttamente dall'interfaccia utente di SCREEN3, riportano la concentrazione in μg/m^3 di inquinanti totali (P_{emiss}), intesi come sommatoria di tutti gli inquinanti, polveri totali (PTS), cadmio, piombo, in funzione della distanza in metri dalla sorgente.

Figura 6: emissione E3

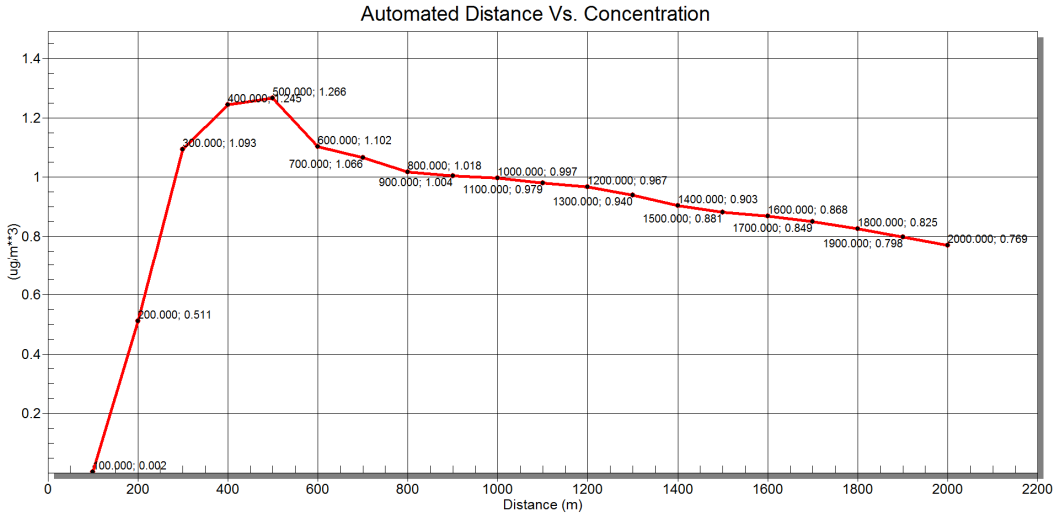


Figura 7: emissione E4

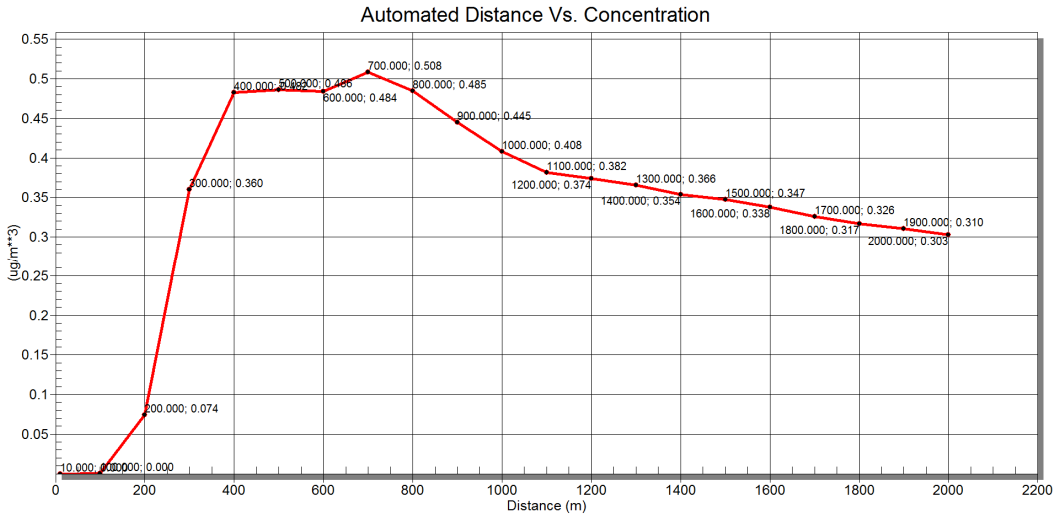


Figura 8: emissione E5

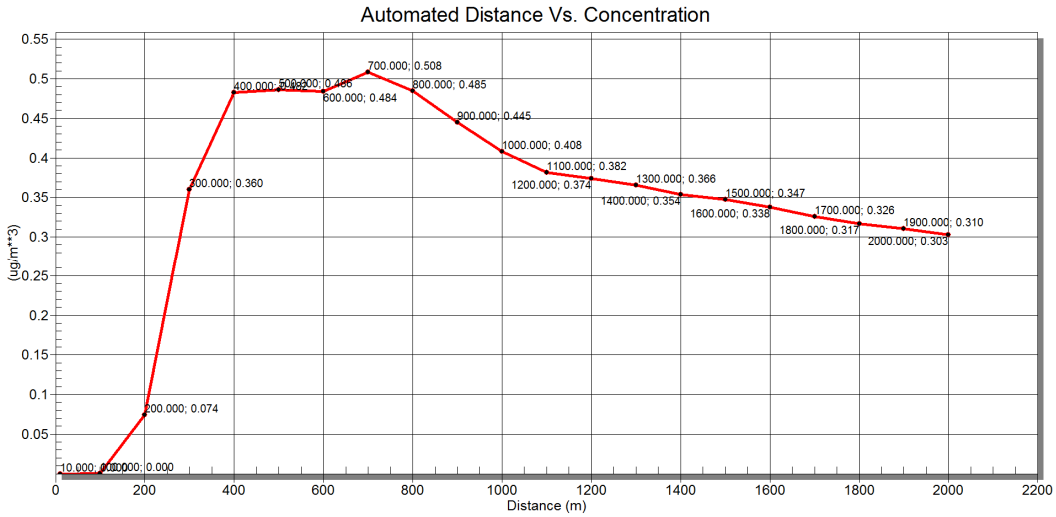


Figura 9: emissione E6.

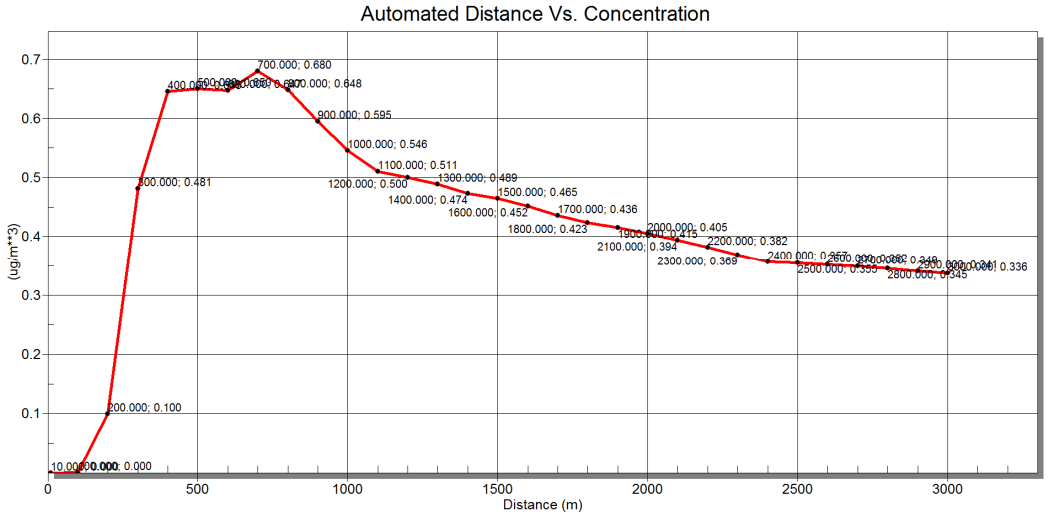


Figura 10: emissione E7.

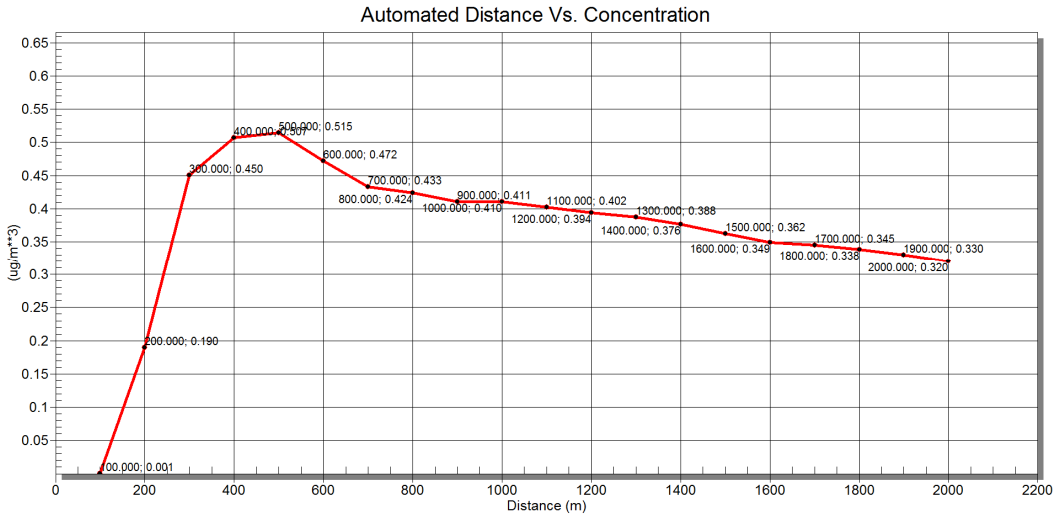


Figura 11: emissione E8.

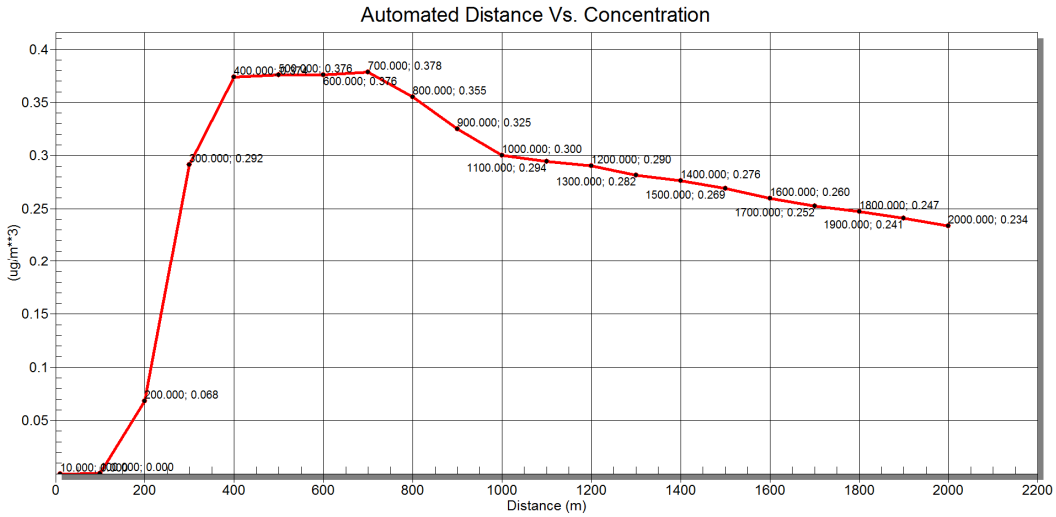


Figura 12: emissione E9.

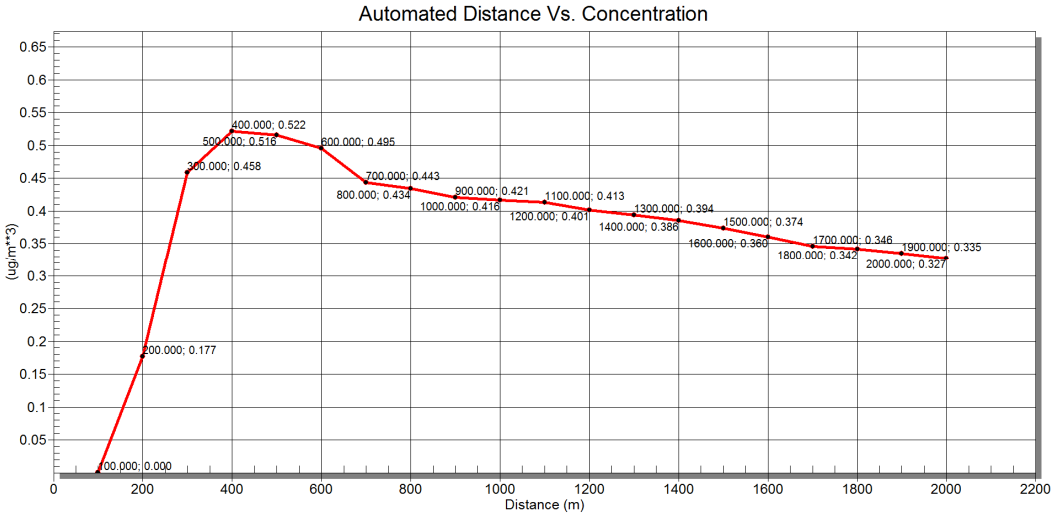


Figura 13: emissione E10.

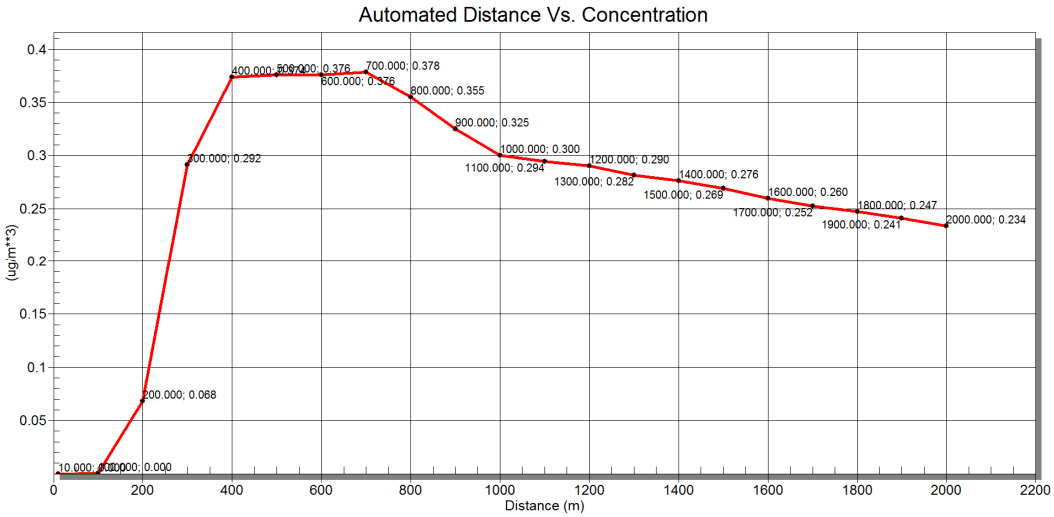


Figura 14: emissione E11.

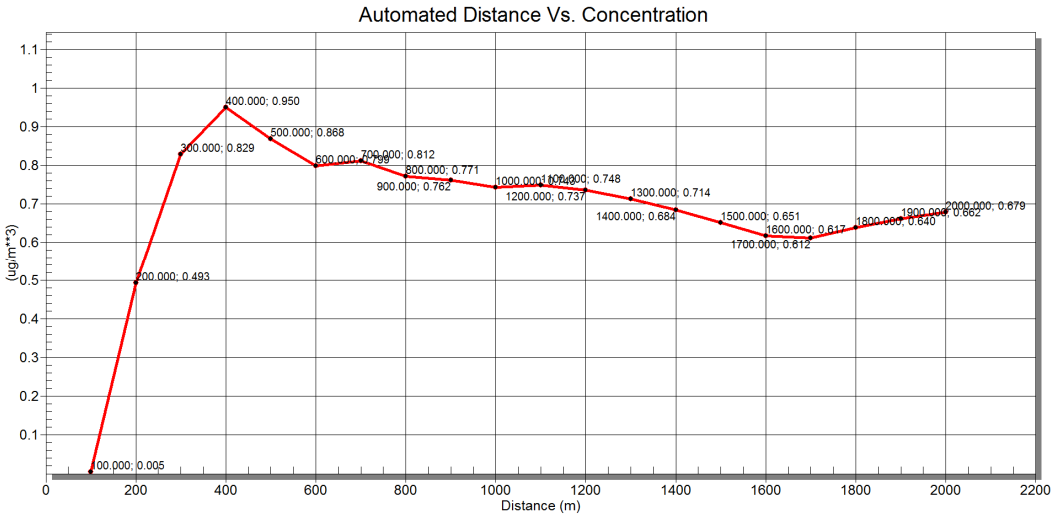
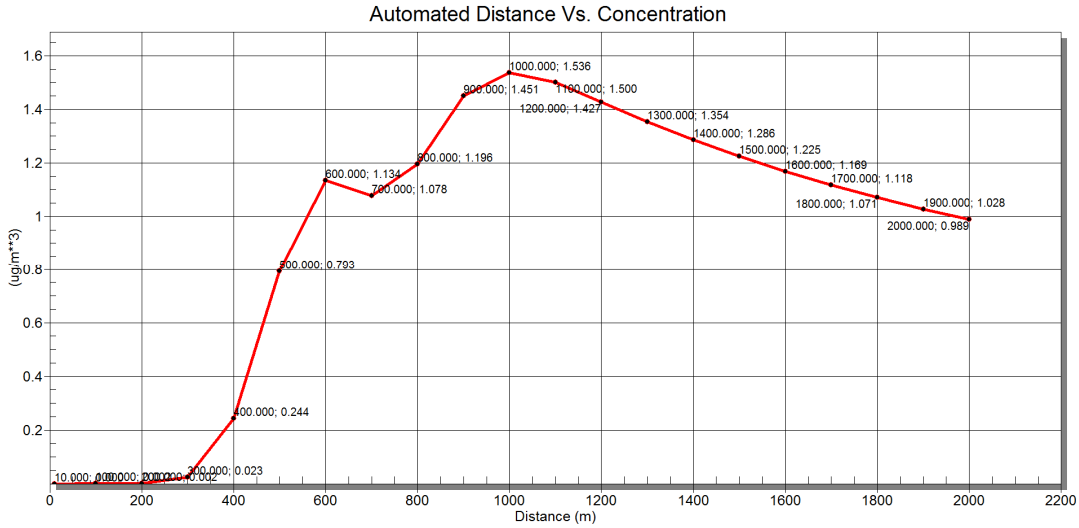


Figura 15: emissione "Equivalente delle 9 emissioni convogliate previste"



La tabella seguente riporta, per ognuna delle 9 emissioni dello stabilimento, i valori massimi di concentrazione di inquinanti (P_{emiss}) e la distanza dalla sorgente (d_{MAX}).

Tabella 7: valori massimi di concentrazione simulati (output di SCREEN3).

Emissione		Inquinante				Limite D.Lgs. n.155/2010		
	d_{MAX}	P_{emiss}	PTS	Pb	Cd	PM 2,5	Pb	Cd
	m	µg/m^3	µg/m^3	µg/m^3	µg/m^3	µg/m^3	µg/m^3	µg/m^3
E3	500	1.27	1.25	0.012	0.0011			
E4	700	0.51	0.50	0.005	0.0004			
E5	700	0.51	0.50	0.005	0.0004			
E6	700	0.68	0.67	0.006	0.0005			
E7	500	0.52	0.51	0.005	0.0004			
E8	700	0.38	0.37	0.004	0.0003			
E9	400	0.52	0.52	0.005	0.0004			
E10	700	0.38	0.37	0.004	0.0003			
E11	400	0.95	0.94	0.009	0.0008			
Sommatoria emissioni		**5.71**	**5.65**	**0.055**	**0.0046**	**25.0**	**0.5**	**0.005 (valore obiettivo)**

I valori di concentrazione dei singoli inquinanti sono stimati in base alla distribuzione percentuale nell'emissione complessiva: 99% di polveri, 0,9% di piombo e 0,1% di cadmio.

3.5 CONSIDERAZIONI FINALI

Con la precisazione che i risultati ottenuti si riferiscono a situazioni meteo e quindi hanno base oraria, mentre i limiti normativi di qualità dell'aria, scelti come riferimento, hanno orizzonte temporale annuale, si sottolinea quanto segue.

1. Gli andamenti grafici e i dati richiamati in tabella 7 evidenziano come la sommatoria di tutti i valori massimi assoluti di concentrazione di inquinanti potenzialmente emessi è dell'ordine di 5,65 $\mu g/m^3$ quindi 5 volte inferiore al valore limite annuale indicato dal Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n.155 per il parametro particolato PM 2,5 (polveri di diametro inferiore a 2,5 µm), preso cautelativamente come riferimento.
2. Con riferimento al piombo, i valori massimi di concentrazione ottenuti per singola emissione risultano mediamente inferiori di 2 ordini di grandezza rispetto al limite previsto dalla normativa sulla qualità dell'aria per il piombo (0,5 $\mu g/m^3$), mentre la sommatoria dei valori di concentrazione massimi di output forniti dal modello per ogni punto emissivo è di 1 ordine di grandezza più bassa dello stesso valore assunto come riferimento.
3. Nel caso del cadmio, in assenza di un valore limite normativo da assumere come riferimento, si segnala che i valori massimi di concentrazione, ottenuti per ciascun punto emissivo, rispettano ampiamente il valore "obiettivo" pari a 0,005 $\mu g/m^3$, riferito al tenore totale dell'inquinante presente nella frazione PM 10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile, riportato nell'Allegato XIII al D.Lgs. 155/2010.
4. I valori massimi delle simulazioni ricadono tra i 400 m ed i 700 m dalla sorgente, allontanandosi da essa i valori diminuiscono significativamente.

In conclusione, le informazioni raccolte sulla base del modello di dispersione atmosferica, elaborato a livello di screening, forniscono indicazioni confortanti, delineando una sostanziale assenza di particolari impatti negativi ascrivibili all'assetto emissivo del futuro impianto produttivo.

BIBLIOGRAFIA

[1] 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.

[2] AA.VV., CTR vettoriale 3D (scala 1:5000) in formato DXF – Tavole 228 041, 228 042, 228 043 e 228 044, Servizi Informatici Territoriali e Ambientali Regionali della Regione Liguria

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

[4] 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.

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

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

[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

Questa appendice riassume gli algoritmi di base implementati nel programma utilizzato per la realizzazione dello studio.

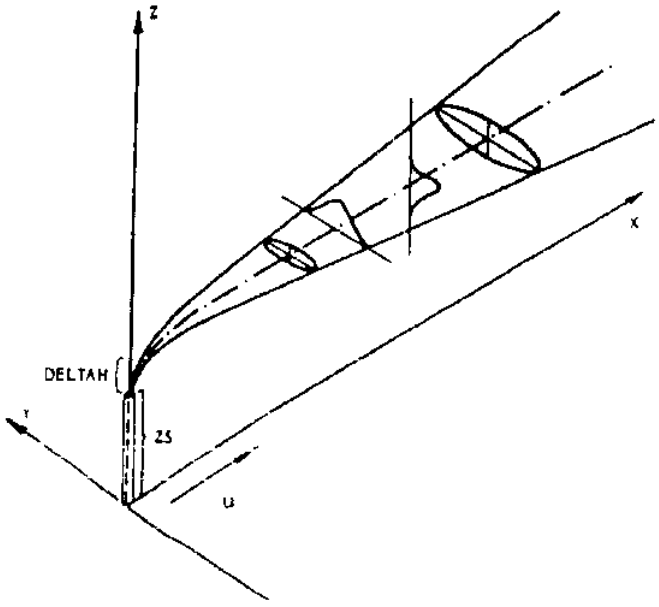
Le relazioni riportate sono tratte da uno dei testi fondamentali per affrontare il tipo di problemi proposti, si tratta dell'Handbook on Atmospheric Diffusion [11] edito dall'EPA (*Environment Protection Agency*), l'Agenzia federale statunitense per la protezione dell'Ambiente.

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:

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

- 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*),
- 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.

Figura 16 – Il modello gaussiano del pennacchio.



Funzioni σ di Briggs (urban σ-functions)

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

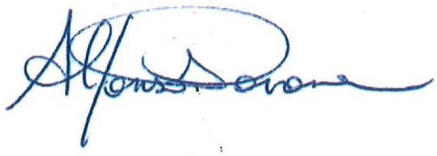
$$\sigma_z = bx(1+cx)^d \quad \text{(Eq. 3)}$$

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.

Tabella 8: coefficienti di Briggs per la determinazione delle funzioni σ.

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

Tecnici	Firma
Dott. Alfonso Pavone	
SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA SIGE S.r.l.	
Dott. Riccardo Palenzona	
SERVIZI INDUSTRIALI GENOVA SIGE S.r.l.	