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 LeRapallo: 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

Genova lì, 19 aprile 2019

ICOSE S.p.A.

Valutazione di *screening* per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria del nuovo impianto di stoccaggio bitume presso la cava in Regione Isola.

Aprile 2019

Indice

1 Descrizione del contesto e modalità di studio ____ *3*

1.1 Il modello di simulazione ____ **3**

1.1.1 Modelli di screening ____ 3

1.1.2 SCREEN3 ____ 4

2 Simulazioni di Screening ____ *9*

2.1 Input emissivo ____ **9**

2.2 Risultati delle simulazioni ____ **9**

Bibliografia ____ *14*

1 DESCRIZIONE DEL CONTESTO E MODALITÀ DI STUDIO

Lo studio descritto nel seguito è stato condotto con la finalità di realizzare una stima preliminare dell'impatto atmosferico introdotto dal rinnovamento dell'impianto di produzione conglomerato bituminoso gestito da ICOSE SpA presso la cava di calcare situata nel Comune di Zuccarello, in Regione Isola.

Per produrre un'informazione consistente e fornire gli elementi necessari a valutare l'intervento di rinnovamento si è adottato una metodologia di simulazione mediante modelli numerici di screening, in particolare lo strumento di simulazione SCREEN3 pubblicato dall'EPA.

Si rimanda alla documentazione tecnica relativa all'insediamento per una descrizione dettagliata dell'impianto e del territorio circostante.

1.1 Il modello di simulazione

1.1.1 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" [4] 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. Questo tipo di modelli non necessita di importanti risorse di calcolo e forniscono risultati in tempi relativamente brevi.

L'applicazione è economica ma l'obiettivo del calcolo è circoscritto a controllare la prossimità o meno delle concentrazioni ai limiti. Nel caso in cui i risultati sono prossimi o superiori ai limiti di legge è opportuno e consigliabile procedere con simulazioni più raffinate. Nel caso specifico, lo strumento è risultato opportuno in quanto utilizzato per realizzare il confronto fra lo scenario caratteristico dell'attuale impianto e quello relativo all'impianto in fase di approvazione.

I dati di ingresso necessari sono quelli relativi all'emissione, alla stabilità atmosferica ed alla velocità del vento.

1.1.2 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.

In genere si utilizza questo modello laddove si verifichino una o più delle seguenti condizioni:

1. la valutazione è richiesta a livello di *screening*, per valutare l'opportunità di più approfondite e dettagliate simulazioni numeriche con programmi più raffinati;
2. i dati meteorologici dell'area di riferimento non sono reperibili ovvero sono insufficienti per simulazioni più dettagliate;
3. le portate in massa dell'impianto sono limitate,

Considerate le finalità dello studio sopra descritto e la mancanza di un completo corredo di osservazioni meteorologiche rappresentative della zona in esame si è ritenuto di procedere mediante il codice SCREEN, subordinando l'eventuale ricorso ad approcci modellistici più complessi (come, per esempio, quelli che prevedono l'utilizzo di CALPUFF, ADMS, Safe_Air, AUSTAL2000, …) alla valutazione dei risultati prodotti dalle simulazioni con il modello di screening.

Il modello SCREEN3 può essere usato per stimare le concentrazioni al livello del suolo nel caso peggiore 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. 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** a distanze fissate dalla sorgente;
- considerazione di una vasta gamma di condizioni meteorologiche, tra cui tutte le classi di stabilità e relativi valori verosimili delle 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[1] (*fumigation*, nella letteratura anglosassone) che si innesca in prossimità dell'interfaccia terra-mare.

[1] 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.

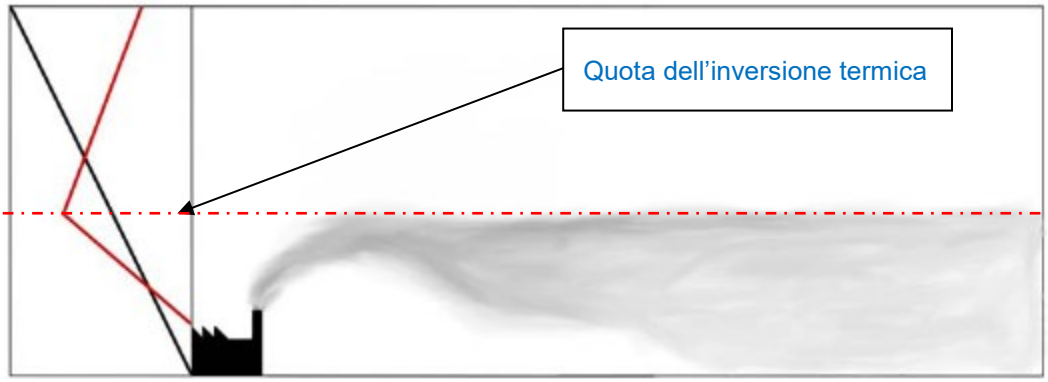
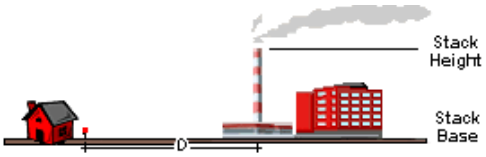


Figura 1 – Illustrazione schematica del fenomeno della "fumigazione".

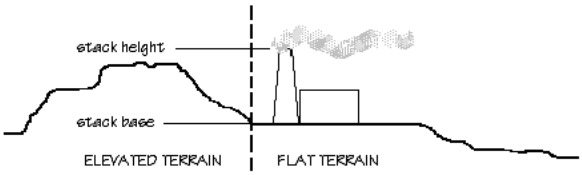
1.1.2.1 Orografia

SCREEN3 ha tre modalità di valutare l'orografia:

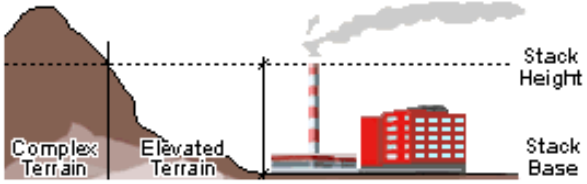
1. Terreno con orografia "piatta" (*Flat Terrain*): i recettori si trovano ad una quota simile a quella della base della sorgente.



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.



1.1.2.2 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.

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 2 – Casi meteorologici previsti dall'opzione "Full Meteorology". (dal Manuale Utente di SCREEN3).

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.

	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

Figura 3 – Definizioni delle classi di stabilità di Pasquill.

Le classi di stabilità di Pasquill-Gifford rappresentano sei livelli di stabilità atmosferica. La stabilità atmosferica è un parametro meteorologico 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.

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

Tabella 1 – Stabilità dei bassi strati dell'atmosfera.

- 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 ed F – si riferiscono a situazioni di turbolenza limitata o assente.

Questo tipo di approccio ha carattere cautelativo e permette di identificare per ciascun punto considerato durante la simulazione, **il risultato peggiore** tra le 54 condizioni meteorologiche standard determinate dallo schema di Pasquill-Gifford, identificando i "**casi peggiori**" in corrispondenza dei quali si hanno i massimi di concentrazione in prossimità del suolo.

Una più dettagliata descrizione del modello di simulazione numerica si trova nelle pagine web che l'EPA dedicata ai modelli di simulazione (https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-screening-models).

2 SIMULAZIONI DI SCREENING

Riportiamo nel seguito una breve descrizione dei dati di input forniti al modello SCREEN e i risultati ottenuti dalle simulazioni.

2.1 Input emissivo

Sono stati considerati due scenari emissivi, in particolare:

- l'impianto di produzione conglomerati bituminosi attualmente operativo;
- il nuovo impianto (per la valutazione delle caratteristiche operative e i valori di emissione del nuovo impianto si è fatto riferimento alla relazione tecnica prodotta dai realizzatori del medesimo, trasmessa da ICOSE SpA);

Nella tabella seguente riportiamo i dati utilizzati per preparare le simulazioni con il codice SCREEN

Impianto	Attuale in funzione	Nuovo
Altezza camino	12 m sopra il livello del piazzale scarico	25 m sopra il livello del piazzale filtro
Sezione camino	0,79 m^2	0,86 m^2
Portata camino	29.000 Nm^3/h	58.000 Nm^3/h
Temperatura fumi	81°C	81°C
Concentrazioni di inquinanti nei fumi in uscita al camino	Polveri: 20 mg/Nm^3 Ossidi di zolfo: 1700 mg/Nm^3 Ossidi di azoto: 500 mg/Nm^3	Polveri: 20 mg/Nm^3 Ossidi di zolfo: 500 mg/Nm^3 Ossidi di azoto: 200 mg/Nm^3

Tabella 2 – dati utilizzati per preparare le simulazioni con il codice SCREEN.

Per entrambi gli scenari sopra descritti i valori di concentrazione di materiale inquinante in uscita sono stati considerati pari ai massimi garantiti dalle specifiche tecniche dell'impianto. I valori di concentrazione simulati sono quindi da considerare come un limite superiore (quindi tipicamente sovrastimato rispetto ai valori reali riferiti all'operatività ordinaria dell'impianto).

2.2 Risultati delle simulazioni

Le simulazioni sono state condotte, come anticipato, secondo l'opzione "*Full Meteorology*" come schematizzato nella Figura 2.

I risultati delle simulazioni sono valori massimi 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.

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

2.2.1 Riferimenti

I risultati delle simulazioni sono confrontati con i corrispondenti limiti proposti dal d. lgs. n.155/2010.

Come anticipato più sopra, i risultati delle simulazioni con SCREEN3 si riferiscono a situazioni "non evolutive", sia emissive sia meteorologiche; quindi i limiti di confronto, dove possibile, perché per le polveri (come PM10), ad esempio, il riferimento normativo ha orizzonte temporale di 24 ore, sono quelli "orari".

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Limite	Superamenti in un anno
SO_2 (µg/m³)	Valore limite su 1 ora per la protezione della salute umana	Media massima oraria	350 µg/m³	massimo 24
NO_2 (µg/m³)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima oraria	200 µg/m³	massimo 18
	Soglia d'allarme	Media massima oraria	240 µg/m³	
PM10 (µg/m³)	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 µg/m³	massimo 35

Tabella 3 – Limiti di riferimento tratti da (d.lgs.155/2010). In grigio i limiti che hanno riferimento con orizzonte temporale giornaliero.

2.2.2 Risultati

Di seguito riportiamo la rappresentazione grafica di sintesi dei risultati con un confronto tra le ricadute nell'impianto oggi utilizzato (in **rosso**) e l'impianto futuro (in **blu**).

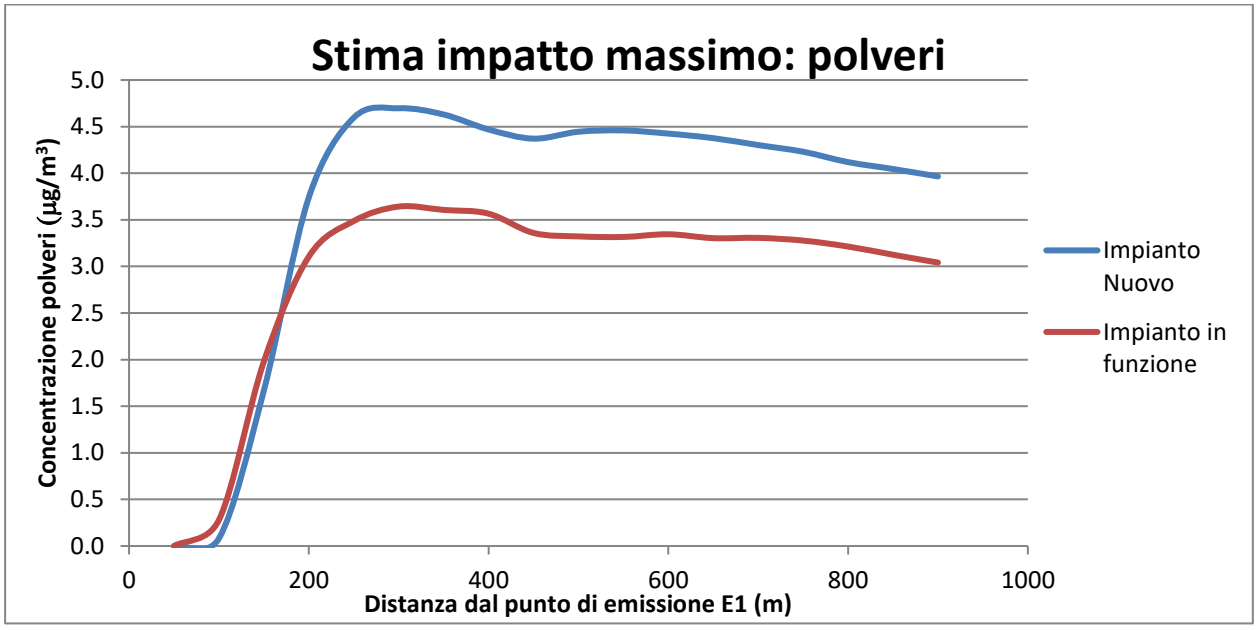


Figura 4 – Risultati delle simulazioni per le concentrazioni di polveri.

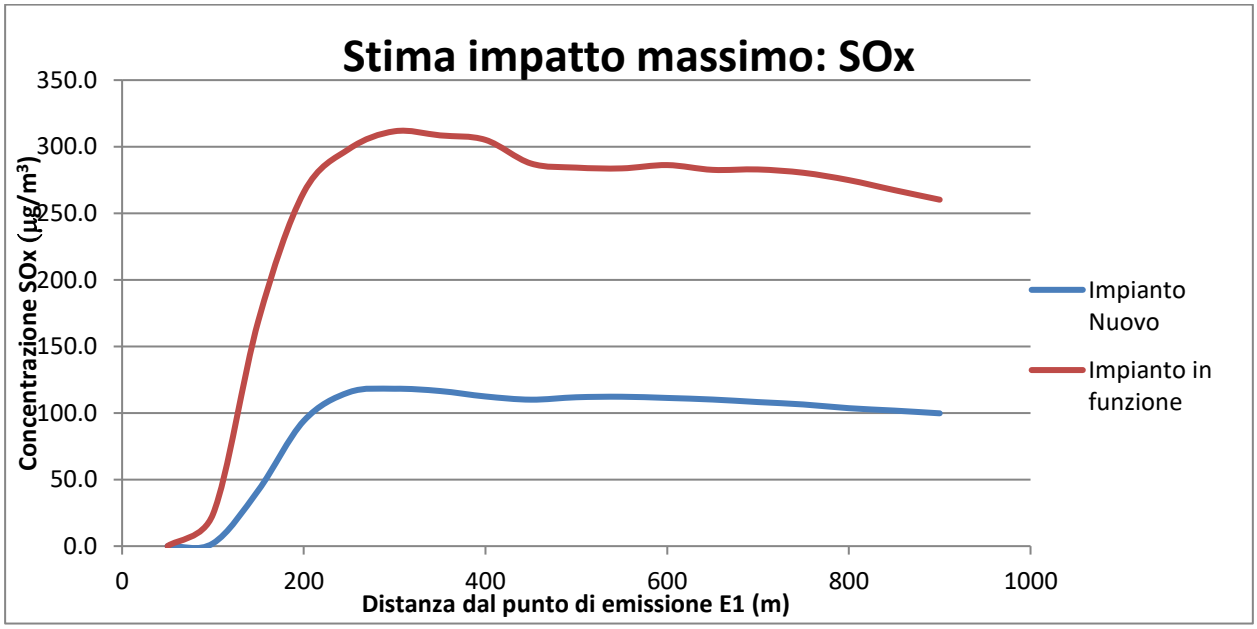


Figura 5 – Risultati delle simulazioni per le concentrazioni di SOx.

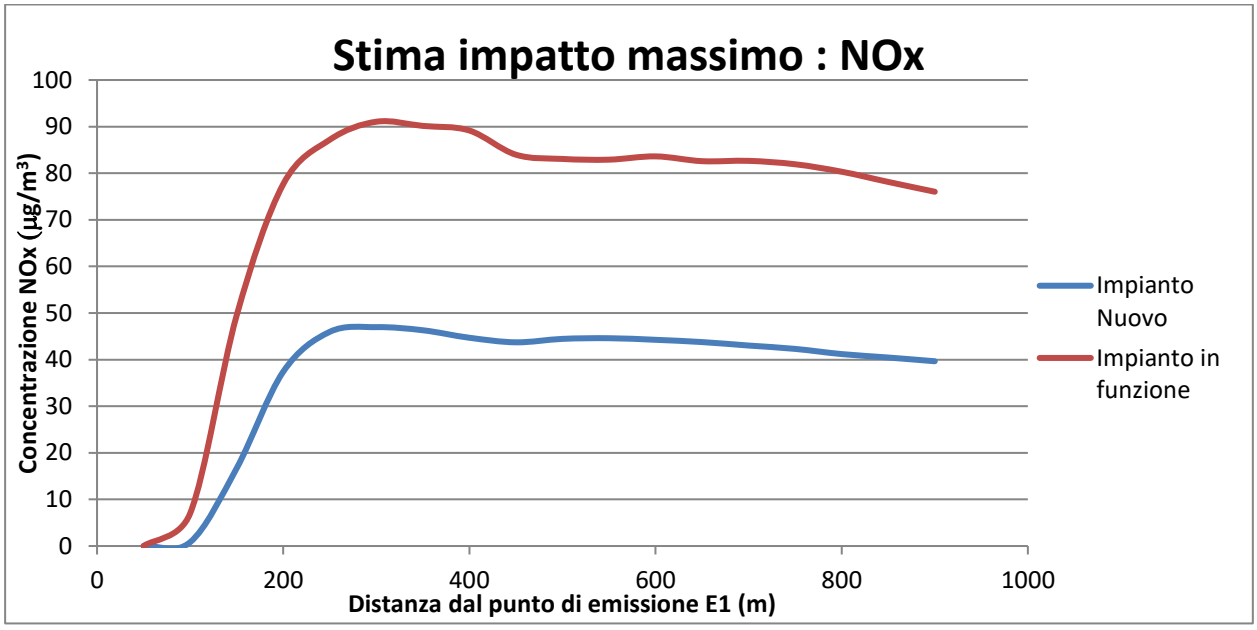


Figura 6 – Risultati delle simulazioni per le concentrazioni di NOx.

2.3 Considerazioni conclusive

I risultati illustrati nei grafici precedenti rappresentano i risultati massimi corrispondenti a situazioni non evolutive "a breve termine" (1-3 ore).

I risultati ottenuti indicano che le concentrazioni di inquinanti previste con la sostituzione dell'attuale impianto con l'installazione proposta da ICOSE S.p.A. risultano considerevolmente inferiori per le concentrazioni di NO_x e SO_x e di poco superiori per quanto riguarda le polveri.

Il confronto numerico dei risultati con i limiti è esplicativo del miglioramento atteso con il nuovo impianto.

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Limite	Simulazione
SO_2 (µg/m³)	Valore limite su 1 ora per la protezione della salute umana	Media massima oraria	350 µg/m³	< 150 µg/m³
NO_2 (µg/m³)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima oraria	200 µg/m³	< 50 µg/m³
	Soglia d'allarme	Media massima oraria	240 µg/m³	< 50 µg/m³

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Limite	Simulazione
PM10 (µg/m³)	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 µg/m³	< 5,0 µg/m³ (simulazione a breve termine da 1 ora a 3 ore)

Tabella 4 – Confronto tra i limiti di riferimento tratti da (d.lgs.155/2010) ed i risultati delle simulazioni.

I risultati sono assolutamente accettabili rispetto ai limiti applicabili e sono migliorativi rispetto all'impianto attuale.

È infine opportuno sottolineare come i valori ottenuti dalle simulazioni si riferiscano allo studio puntuale delle possibili condizioni e non tengano conto della durata dei cicli operativi dell'impianto.

In questo senso, i risultati delle simulazioni delle polveri sono da considerare migliorativi rispetto alla situazione attuale perché l'impianto futuro, a parità di prodotto, ha una capacità produttiva maggiore dell'attuale con rapporto[2] 1:3 quindi l'impianto sarà in funzione per un terzo del tempo attuale riducendo di circa il 66% le emissioni di polveri.

Servizi Industriali Genova SIGE S.r.l.

Dott. Alfonso Pavone

[2] In termini esemplificativi, mentre l'attuale impianto produce la quantità di conglomerato necessaria a colmare un bilico in circa 20 minuti, il nuovo impianto impiegherà circa 6 minuti riducendo, a parità di prodotto, la quantità di emissioni di circa due terzi.

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

[6] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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