



ENI S.p.A. Divisione
Exploration & Production

Doc. SAOP/120
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
PROGETTO DI COLTIVAZIONE
CAMPO GUENDALINA

App
Pag. 1

**APPENDICE MODELLO DI CALCOLO
EMISSIONI IN ATMOSFERA**

INTRODUZIONE	3
1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
2 DATI METEOROLOGICI UTILIZZATI	5
2.1 DATASET MINNI	5
2.2 ROSE DEI VENTI	6
2.3 STABILITÀ	7
3 DESCRIZIONE DEL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO	9
3.1 LINEE GUIDA EPA DEI MODELLI RACCOMANDATI	9
3.2 MODELLO OCD (“OFFSHORE AND COASTAL DISPERSION MODEL”)	9
4 APPLICAZIONE DEL MODELLO OCD	11
4.1 SCENARIO METEOROLOGICO	11
4.2 SCENARIO EMISSIVO	12
4.2.1 Fase di Installazione della Piattaforma e Posa Condotte	12
4.2.2 Fase di Perforazione	13
4.2.3 Fase di Sviluppo	15
4.3 GRIGLIE DI CALCOLO	16
4.4 OPZIONI DI RUN	16
5 BIBLIOGRAFIA	17

	ENI S.p.A. Divisione Exploration & Production	Doc. SAOP/120 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PROGETTO DI COLTIVAZIONE CAMPO GUENDALINA	App Pag. 3
---	--	---	---------------

INTRODUZIONE

Le simulazioni effettuate nell'ambito del progetto Guendalina sono state svolte al fine di valutare la dispersione degli inquinanti emessi dalle fasi di installazione della piattaforma e posa delle condotte, di perforazione e di sviluppo di una piattaforma *off-shore* nell'adriatico settentrionale.

Il progetto consiste nell'installazione di un Piattaforma *off-shore* per la perforazione di una serie di pozzi per lo sfruttamento di un giacimento gas localizzato nell'Alto Adriatico, a circa 50 km di distanza dalla costa nei pressi di Ravenna.

Per i dettagli relativi ai risultati delle simulazioni si rimanda al Capitolo 4.2 dello Studio di Impatto.



1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'opera in progetto si colloca nel Mare Adriatico Settentrionale, circa 50 km al largo della costa, ad una latitudine poco più alta rispetto alla località di Ravenna.

Per valutare l'impatto derivante dalle fasi necessarie alla realizzazione e al successivo esercizio della piattaforma, è stata individuata un'area di studio (80 x 70 km) illustrata in Figura 1.



Figura 1 - Area di studio e Posizione della piattaforma Guendalina

Nota:

In figura è riportata anche la piattaforma esistente TEA (con cui Guendalina verrà collegata tramite condotta) ed i punti di estrazione delle serie annuali dal Dataset MINNI (Guendalina e meteo terra).

2 DATI METEOROLOGICI UTILIZZATI

Per la caratterizzazione meteorologica delle aree di studio, non essendo reperibili misure in continuo presso il sito dove è prevista la realizzazione della piattaforma, si è ricorso all'estrazione di dati dal dataset nazionale di riferimento MINNI aggiornato recentemente all'intero anno 2005.

2.1 DATASET MINNI

La disponibilità di dataset nazionali di riferimento controllati consente di affrontare in maniera ancora più completa gli studi di VIA. Attualmente, tramite il progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico, Zanini et al., 2004) sono disponibili i dataset relativi al 1999 e 2005, ottenuti da simulazioni su base oraria condotte sull'intero territorio nazionale a risoluzione spaziale di 20 x 20 km. Il dataset contiene variabili meteorologiche, emissive e le concentrazioni di diversi inquinanti (sia primari che secondari). Queste ultime sono ottenute tramite FARM, un codice Euleriano tridimensionale che considera le trasformazioni chimiche degli inquinanti (Calori et al., 2005; Finardi et al., 2005; Silibello et al., 2005a), a partire da:

- inventario nazionale delle emissioni inquinanti APAT2000, definito su base provinciale per i diversi settori produttivi, le singole grandi sorgenti puntuali e le emissioni naturali;
- campi tridimensionali di vento, temperatura, umidità, copertura nuvolosa e precipitazione prodotti dal codice meteorologico RAMS (Cotton et al., 2003);
- boundary condition ricavate a partire dai campi di concentrazione calcolati dal modello a scala europea EMEP.

L'estrazione dei dati meteorologici in forma di matrici tridimensionali o di profili in punti prestabiliti, consente l'innescio di simulazioni tridimensionali a risoluzione spaziale più fine (ad esempio sono già state eseguite con successo simulazioni su Campania, Lazio, Lombardia, Piemonte, Sardegna, e sull'intera Pianura Padana), oppure anche la semplice disponibilità di serie annuali complete di dati meteorologici e chimici in zone sprovviste di misure.

In questo studio sono state estratte ed analizzate le serie annuali complete di dati meteo in corrispondenza di due punti. Il primo in prossimità della piattaforma *off-shore* in Alto Adriatico (indicato con "Guendalina"), il secondo nelle vicinanze di Comacchio sulla costa emiliana ("Meteo Terra"). La posizione dei punti di estrazione delle serie annuali rispetto alle aree considerate è presentata in Figura 1.

2.2 ROSE DEI VENTI

In Figura 2 e Figura 3 sono mostrate le rose dei venti relative all'intero anno 2005 estratte in corrispondenza dei due punti situati rispettivamente sulla costa emiliana (Meteo Terra) e nei pressi della piattaforma (Guendalina).

Per la rosa estratta sulla costa emiliana (Figura 2) si osserva una distribuzione abbastanza uniforme delle componenti. Si nota una lieve predominanza di venti provenienti dai settori Est-SudEst e NordEst. Le velocità più alte si registrano per venti provenienti da Nord-Est.

La rosa rappresentativa della serie meteorologica di dati estratti in corrispondenza della piattaforma (Figura 3) presenta una intensità del vento decisamente più elevata rispetto alla costa. Le direzioni prevalenti di provenienza sono NordEst e Est-SudEst, più forti i primi, leggermente più deboli i secondi. Meno frequenti sono in generale i venti provenienti dal settore SudOvest. La crescita delle intensità, con velocità superiori anche a 10 metri al secondo, non sorprende, trovandosi il punto di estrazione della serie meteorologica sul mare.

In Tabella 1 sono illustrate le percentuali di ore, rispetto all'intero anno, caratterizzate da velocità del vento inferiori ad 1 metro al secondo ("calme di vento"). Si osserva che tali valori sono abbastanza modesti (massimo 16,4 %), come d'altronde lecito aspettarsi per zone costiere, caratterizzate da regimi di brezza, e ancor di più per il mare aperto.

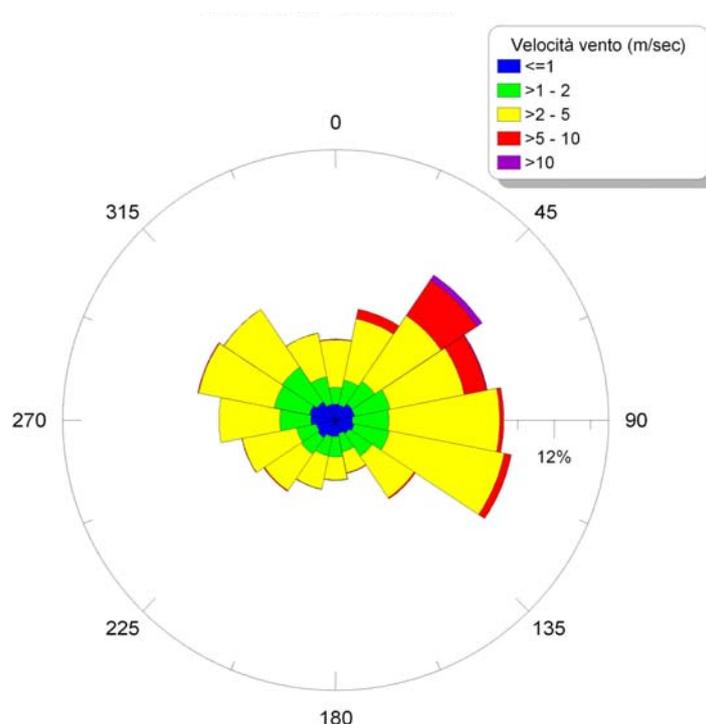


Figura 2 - Rosa dei venti relativa all'intero anno 2005 estratta sulla costa emiliana.

Nota:Dati al suolo (10 m), dal 01/01/2005 al 31/12/2005.

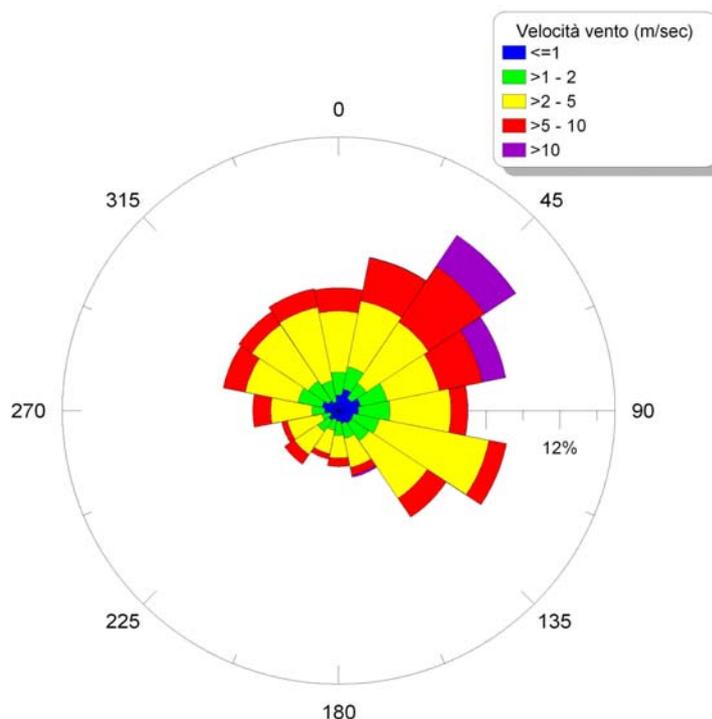


Figura 3 - Rosa dei venti relativa all'intero anno 2005 estratta in corrispondenza della piattaforma.

Nota:Dati al suolo (10 m), dal 01/01/2005 al 31/12/2005.

Tabella 1 - Percentuali dei dati di vento minori di 1 m/s (calme)

	Calme 2005
Costa emiliana	16,4 %
Piattaforma	12,4 %

2.3 STABILITÀ

Per valutare le condizioni nelle quali si vengono a trovare gli inquinanti trasportati e diffusi dalla piattaforma in direzione della linea di costa oggetto di studio, è interessante determinare la frequenza di accadimento delle classi di stabilità atmosferica.

Il calcolo della classe di stabilità di Pasquill è stato effettuato utilizzando dati di velocità del vento, copertura nuvolosa e radiazione solare.

In Figura 4 sono mostrate, suddivise per stagioni, le percentuali delle occorrenze orarie delle diverse classi di stabilità per la serie meteorologica estratta a partire dal Dataset MINNI in corrispondenza del punto situato sulla costa emiliana. La classe A corrisponde ad atmosfera fortemente instabile (forte insolazione, debole ventilazione), la classe F corrisponde a condizioni di forte stabilità (notte, cielo sereno, debole ventilazione), mentre la classe D corrisponde a condizioni neutre (sia notte sia giorno, vento forte oppure cielo nuvoloso).



La classe più frequente risulta la D (neutra, 34% a livello annuale) per via della sua presenza sia di notte che di giorno. Le situazioni di maggiore instabilità (A e B) si rilevano più frequenti in primavera ed estate, quelle di maggiore stabilità (F) in inverno. La classe C, associata ad ore diurne di bel tempo ed intensa ventilazione, presenta frequenze non trascurabili (attorno al 10%) in tutte le stagioni.

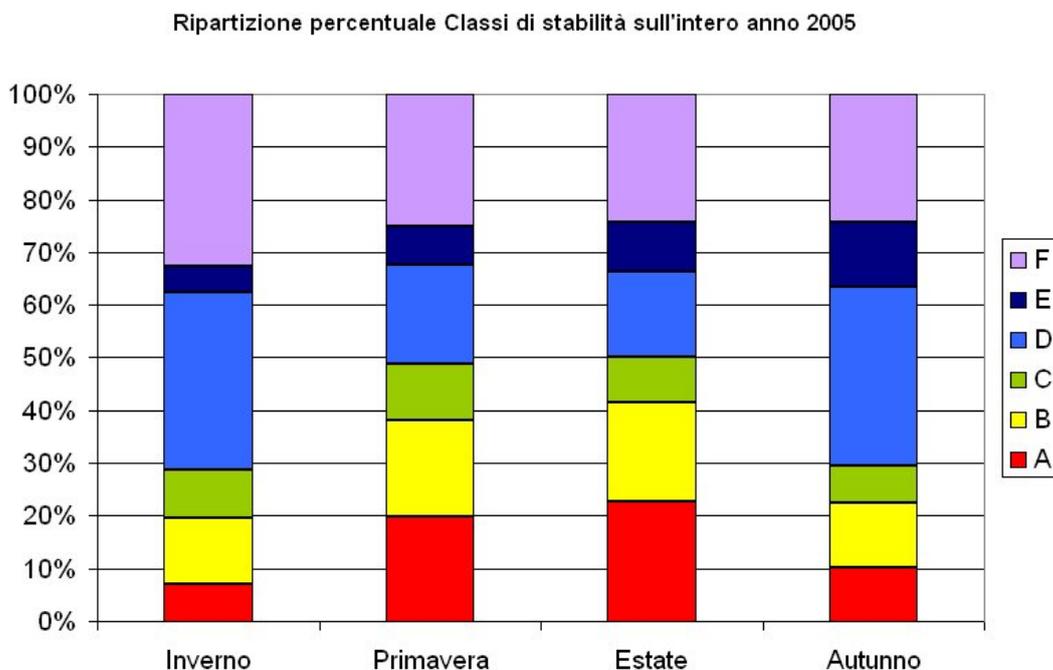


Figura 4 - Ripartizione percentuale del valore della classe di stabilità durante le quattro stagioni dell'anno sulla costa emiliana.

 ENI S.p.A. Divisione Exploration & Production	Doc. SAOP/120 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PROGETTO DI COLTIVAZIONE CAMPO GUENDALINA	App Pag. 9
--	---	---------------

3 DESCRIZIONE DEL MODELLO MATEMATICO UTILIZZATO

3.1 LINEE GUIDA EPA DEI MODELLI RACCOMANDATI

A livello mondiale, sono disponibili numerosi modelli matematici di simulazione della diffusione atmosferica. Per facilitare la scelta all'utente finale, US-EPA (United States - Environmental Protection Agency), ente di protezione ambientale, su mandato del Congresso degli Stati Uniti cura la pubblicazione della guida ai modelli sulla qualità dell'aria che debbono essere utilizzati per gli scopi indicati.

I modelli inseriti in questa guida sono stati sviluppati da EPA stessa o da centri privati. In entrambi i casi, prima di essere registrati nel Registro Federale ed essere inseriti nella guida, i modelli vengono sottoposti ad un'estesa serie di procedure di validazione scientifica.

I modelli che superano tali verifiche sono classificati in due liste differenti:

- lista A o dei modelli preferiti;
- lista B o dei modelli alternativi.

I modelli della lista A sono quelli preferiti da EPA per le specifiche applicazioni per cui sono stati sviluppati, i modelli della lista B, invece, possono essere usati in alternativa ai modelli della lista A solo in quelle situazioni specifiche per le quali l'utente dimostri che forniscono dei risultati migliori. I modelli inclusi nelle linee guida EPA hanno prestazioni garantite dalle serie procedure di validazione EPA.

3.2 MODELLO OCD (“*OFFSHORE AND COASTAL DISPERSION MODEL*”)

Tra i modelli della lista A è presente OCD (“*Offshore and Coastal Dispersion model*”) come modello di riferimento per la simulazione della dispersione da sorgenti posizionate lungo la costa o in mare.

OCD (Hanna et al., 1985; Di Cristofaro and Hanna, 1989), qui applicato nella sua versione 5, è un modello Gaussiano rettilineo sviluppato negli anni ottanta inizialmente per determinare l'impatto sulla qualità dell'aria delle regioni costiere di fonti di emissione vicine alla costa e di natura puntuale, areale o lineare. In seguito, il modello è stato integrato della possibilità di trattare anche sorgenti “*off-shore*” (es. piattaforme).

OCD incorpora il trasporto e la dispersione del pennacchio sull'acqua, come pure la sua trasformazione quando attraversa la linea costiera. Necessita dei dati orari meteorologici da stazioni vicine alla costa e sul mare.

Le differenze nella profondità dello strato limite e nella stabilità tra l'acqua e la terra sono importanti sui processi di dispersione. L'altezza di mescolamento sull'acqua è abbastanza limitata per mancanza di un forte flusso di calore sensibile dalla superficie. Negli studi con traccianti usati per testare e sviluppare il modello di OCD, in più della metà delle ore l'altezza di mescolamento è stata osservata pari a 100 m o meno. Queste limitate altezze di mescolamento possono causare l'intrappolamento dei pennacchi vicino alla suolo.

	ENI S.p.A. Divisione Exploration & Production	Doc. SAOP/120 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PROGETTO DI COLTIVAZIONE CAMPO GUENDALINA	App Pag. 10
---	--	---	----------------

L'altra principale peculiarità delle caratteristiche dello strato limite sull'acqua è nella variazione diurna ed annuale della stabilità, che è completamente non correlata al comportamento tipico sulla terra. Per esempio, le osservazioni di temperatura di aria ed acqua nel mare del Nord mostrano (Nieuwstadt, 1977) che inversioni di temperatura (condizioni fortemente stabili) persistono tipicamente per la maggior parte del giorno in giugno mentre condizioni instabili persistono tutto il giorno in gennaio. I dati mostrano anche che in marzo o in aprile, le condizioni sono stabili nel pomeriggio ed instabili di notte. Questi andamenti di stabilità stagionali e diurni potrebbero essere differenti in altre aree geografiche, e questi effetti possono essere modellati correttamente soltanto se le intensità di temperature e turbolenza di aria ed acqua sono direttamente osservate.

Caratteristiche salienti:

- viene parametrizzata l'altezza dello strato limite costiero (TIBL – “*Thermal Internal Boundary Layer*”);
- è esplicitamente considerata la fumigazione (cioè, la dispersione verticale del pennacchio che attraversa il TIBL);
- è fornita la parametrizzazione dello strato limite superficiale sull'acqua;
- è trattata la dispersione del pennacchio nel caso di terreno complesso e di disturbo aerodinamico della piattaforma.

Il modello consta di tre principali componenti:

- gli algoritmi per il trattamento della dispersione sull'acqua, che sono basati sulla dinamica dello strato limite sull'acqua;
- gli algoritmi per il trattamento della dispersione nel corso della transizione del pennacchio dall'acqua alla terra;
- gli algoritmi, derivati da modelli esistenti, per descrivere la dispersione su terreno complesso.



4 APPLICAZIONE DEL MODELLO OCD

4.1 SCENARIO METEOROLOGICO

Come input meteorologico nelle simulazioni sono stati utilizzati i dati orari relativi all'intero anno 2005 estratti dal dataset MINNI in corrispondenza della piattaforma e sulla terraferma.

Le variabili meteorologiche necessarie per alimentare il modello matematico sono rappresentate da valori medi orari di:

- velocità del vento;
- direzione di provenienza del vento;
- temperatura dell'aria;
- umidità relativa;
- classe di stabilità, determinata in base all'intensità del vento, alla radiazione globale ed alla nuvolosità;

Inoltre per alimentare il modello è necessaria la temperatura della superficie del mare, disponibile presso il sito del NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) sottoforma di serie di dati di temperatura media mensile. In Figura 5 è mostrato l'andamento delle temperature medie mensili della superficie del mare, che oscilla nell'area oggetto di studio tra i 10°C d'inverno ed i 25°C d'estate.

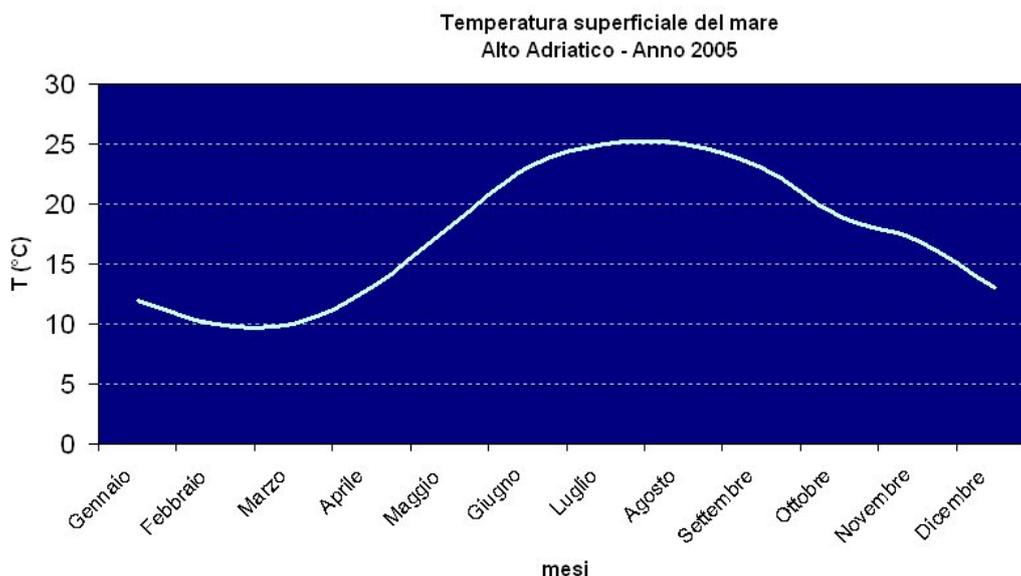


Figura 5 - Andamento della temperatura media mensile della superficie del mare per l'anno 2005.

Queste variabili costituiscono l'input meteorologico, che è diviso in un file per la terraferma ed uno per l'acqua.

4.2 SCENARIO EMISSIVO

Sono distinguibili tre fasi principali nel processo di realizzazione della piattaforma *off-shore* in progetto. La prima è la “Fase di Installazione Piattaforma e Posa Condotte”, la seconda è la “Fase di Perforazione” e la terza è la “Fase di Sviluppo”. Sono state eseguite le simulazioni di dispersione utilizzando il codice OCD su scala annuale per valutare l’impatto delle emissioni durante ciascuna delle tre fasi.

E’ importante sottolineare come, ai fini della valutazione di impatto ambientale, i dati emissivi considerati descrivano uno scenario emissivo di tipo “conservativo”, sicuramente più pessimistico rispetto a quello reale. Infatti, mentre la fase di sviluppo prevede emissione continua proveniente da una macchina in funzione 365 giorni/anno, le altre due fasi hanno durata limitata nel tempo. In particolare, la fase di installazione ha una durata di circa 60 giorni mentre la fase di perforazione ha una durata di circa 100 giorni (98). Nonostante la durata di queste due fasi sia inferiore all’anno, sono state eseguite ugualmente simulazioni annuali in modo tale da includere le condizioni meteorologiche peggiori possibili per la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Inoltre, in via cautelativa, nelle simulazioni si è ipotizzato che tutte le attività caratteristiche di ciascuna fase siano svolte contemporaneamente ed anche il traffico dei mezzi navali sia il più intenso possibile.

Nei tre paragrafi seguenti vengono illustrate in dettaglio le sorgenti inquinanti simulate nelle tre fasi di realizzazione delle piattaforme.

4.2.1 Fase di Installazione della Piattaforma e Posa Condotte

4.2.1.1 INSTALLAZIONE/RIMOZIONE DELLA PIATTAFORMA

E’ stato considerato l’insieme degli impianti di generazione di potenza installati sul pontone e dei motori dei mezzi navali di supporto (rimorchiatore salpa ancore, rimorchiatore, “*supply vessel*”), per una potenza totale di 16.700 hp, a cui viene attribuita una portata totale del gas di scarico di 130.000 m³/h a una temperatura di 450 °C.

In corrispondenza della piattaforma vengono considerate le emissioni derivanti dall’insieme degli impianti sopra descritti e modellati come una sorgente puntuale avente una portata equivalente.

Piattaforma Guendalina

Coordinate X, Y (UTM): 808242, 4942024 (UTM32, metri)

In corrispondenza di tale piattaforma le caratteristiche delle emissioni sono le seguenti:

- Insieme degli impianti di generazione di potenza
- Altezza s.l.m. del punto di rilascio: 26,5 m
- Diametro: 3 m
- Temperatura dei fumi all’uscita: 450 °C
- Velocità uscita fumi: 5,1 m/sec

In corrispondenza di tale piattaforma le caratteristiche dei 4 punti di emissione considerati sono le seguenti:

1. Diesel engine CAT 3516

- Altezza s.l.m. del punto di rilascio: 33,20 m
- Diametro interno del camino: 0,46 m
- Temperatura dei fumi all'uscita: 287 °C
- Velocità uscita fumi: 4,4 m/sec

Le emissioni sono costituite da ossidi di azoto totali (NO_x), monossido di carbonio (CO) e particelle totali sospese (PTS) aventi i seguenti ratei di emissione:

- NO_x 2,81 g/sec
- CO 0,28 g/sec
- PTS 0,06 g/sec

2. Diesel engine CAT 3516

- Altezza s.l.m. del punto di rilascio: 33,20 m
- Diametro interno del camino: 0,46 m
- Temperatura dei fumi all'uscita: 323 °C
- Velocità uscita fumi: 4,9 m/sec

Le emissioni sono costituite da ossidi di azoto totali (NO_x), monossido di carbonio (CO) e particelle totali sospese (PTS) aventi i seguenti ratei di emissione:

- NO_x 3,06 g/sec
- CO 0,33 g/sec
- PTS 0,07 g/sec

3. Diesel engine CAT 3516

- Altezza s.l.m. del punto di rilascio: 34,20 m
- Diametro interno del camino: 0,46 m
- Temperatura dei fumi all'uscita: 333 °C
- Velocità uscita fumi: 4,5 m/sec

Le emissioni sono costituite da ossidi di azoto totali (NO_x), monossido di carbonio (CO) e particelle totali sospese (PTS) aventi i seguenti ratei di emissione:

- NO_x 2,81 g/sec
- CO 0,38 g/sec
- PTS 0,06 g/sec

4. Diesel engine CAT 3516

- Altezza s.l.m. del punto di rilascio: 34,20 m
- Diametro interno del camino: 0,46 m
- Temperatura dei fumi all'uscita: 360 °C
- Velocità uscita fumi: 4,8 m/sec

Le emissioni sono costituite da ossidi di azoto totali (NO_x), monossido di carbonio (CO) e particelle totali sospese (PTS) aventi i seguenti ratei di emissione:

- NO_x 3,03 g/sec
- CO 0,46 g/sec
- PTS 0,07 g/sec

4.2.2.2 MEZZI NAVALI DI SUPPORTO

Sono state simulate le emissioni derivanti da 1 “*supply vessel (tug)*” che, ogni giorno di simulazione, parte dalla terraferma (Ravenna), arriva alla piattaforma Guendalina e torna al punto di partenza (ipotesi “conservativa”). Il “*supply vessels*” viene utilizzato per il trasporto di materiali (andata) e rifiuti (ritorno).

Inoltre, vengono considerate le emissioni di 1 “*crew boat*” che, ogni giorno di simulazione, parte dalla terraferma, arriva alla piattaforma Guendalina e torna al punto di partenza (ipotesi “conservativa”). I “*crew boat*” sono utilizzati per il trasporto di personale e materiali di piccole dimensioni.

Per la stima delle emissioni dei mezzi navali simulati si è fatto ricorso nuovamente a Fattori di Emissione indicati dalla stessa EPA e da studi presenti in letteratura (www.epa.gov, Trozzi et al., 1998).

Le emissioni di ciascun “*supply vessel*” lungo la rotta sono costituite da ossidi di azoto totali (NO_x), monossido di carbonio (CO) e particelle totali sospese (PTS) aventi i seguenti ratei di emissione:

- NO_x 1,58 g/sec
- CO 0,20 g/sec
- PTS 0,03 g/sec

Le emissioni del “*crew boat*” lungo le rotte sono costituite da ossidi di azoto totali (NO_x), monossido di carbonio (CO) e particelle totali sospese (PTS) aventi i seguenti ratei di emissione:

- NO_x 0,20 g/sec
- CO 0,19 g/sec
- PTS 0,003 g/sec

4.2.3 **Fase di Sviluppo**

4.2.3.1 GENERATORE

In corrispondenza della piattaforma Guendalina vengono considerate le emissioni provenienti dallo scarico di un generatore.

Piattaforma Guendalina

Coordinate X, Y (UTM): 808242, 4942024 (UTM32, metri)

In corrispondenza di tale piattaforma le caratteristiche del punto di emissione considerato sono le seguenti:

1. Generatore

- Altezza s.l.m. del punto di rilascio: 20 m
- Diametro interno del camino: 0,20 m
- Temperatura dei fumi all'uscita: 316 °C
- Velocità uscita fumi: 16,5 m/sec

Le emissioni del generatore sono costituite da ossidi di azoto totali (NO_x) e monossido di carbonio (CO) aventi i seguenti ratei di emissione:

- NO_x 0,04 g/sec
- CO 0,02 g/sec

Le emissioni riportate non si riferiscono al normal funzionamento dei generatori, bensì a particolari condizioni di marcia (es: avviamento) o a casi in cui la regolazione delle macchine non risulti ottimale. Di conseguenza tali emissioni sono state utilizzate nelle simulazioni in quanto rappresentative di una situazione peggiorativa e quindi cautelative.

4.3 GRIGLIE DI CALCOLO

Le simulazioni con OCD sono state effettuate su di un dominio spaziale dalle caratteristiche elencate di seguito.

Dominio di calcolo:

- Estensione: 80 km x 70 km
- Risoluzione: 1000 m
- Coordinate X, Y del punto SW (UTM32): 743242, 4907024
- Terreno piatto.

4.4 OPZIONI DI RUN

Per la presente applicazione, sono state identificate come ottimali le seguenti opzioni di run del modello OCD:

- *Terrain Adjustment:* No
- *Stack-tip downwash:* Sì
- *Gradual plume Rise:* Sì
- *Buoyancy-induced dispersion:* Sì
- Periodi di media:

<u>Ossidi totali di azoto:</u>	1hr, anno
<u>Monossido di carbonio:</u>	1hr, anno
<u>Particolato Totale Sospeso:</u>	1hr, anno

5 BIBLIOGRAFIA

Calori G., Finardi S., Nanni A., Radice P., Riccardo S., Bertello A., Pavone F. (2005) Long-term air quality modelling in Ivrea and Torino areas: sources contribution and scenario analysis. Proc. of 5th Int. Conf. on Urban Air Quality, Valencia (Spain), 29-31 March 2005.

Cotton, W.R., Pielke R. A., Walko R. L. , Liston G. E., Tremback C. J., Jiang H., McAnelly R. L., Harrington J. Y., Nicholls M. E., Carrio G. G. and McFadden J. P., (2003): RAMS 2001: Current status and future directions. Meteorol. Atmos. Phys., 82, 5-29.

DiCristofaro, D.C. and Hanna S.R. (1989). OCD: The Offshore and Coastal Dispersion Model. Two volumes. EARTH TECH Report No. A085-1, prepared for Minerals Management Service, U.S. Department of the Interior, 381 Elden Street, Herndon, VA 22070-4817, under contract no. 14-12-0001-30396.

Finardi S., D'Allura A., Calori G., Silibello C., De Maria R., Cascone C., Lollobrigida F. (2005) Deterministic air quality forecasting system for Torino urban area: verification on winter and summer episodes. Proc. of 5th Int. Conf. on Urban Air Quality, Valencia (Spain), 29-31 March 2005.

Finzi G. e Brusasca G. (1991). La qualità dell'aria. Modelli previsionali e gestionali - Masson, Milano, pp 346.

Hanna, S.R., Schulman L.L., Paine R.J., Pleim J.E. and Baer M. (1985). Development and Evaluation of the Offshore and Coastal Dispersion Model. JAPCA, 35, 1039-1047.

Nieuwstadt, F.T.M. (1977). The Dispersion of Pollutants over a Water Surface. Eighth International Technical Meeting on Air Pollution, Modeling and It's Applications, NATO/CCMS Dot. No. 80, pp. 337-359.

Silibello C., Calori G., Arduino G., Contardi C., Sordi F. (2005b) Model based yearly air quality evaluation on Piemonte region. Accepted at 10th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Sissi (Malia), Crete, Greece 17-20 October, 2005. Sutton O.G., (1947), "The problem of diffusion in the lower atmosphere", Quart. J. R. Met. Soc. 73, pp. 257.

S.R. Hanna, G.A. Briggs, R.P. Hosker Jr (1982). Handbook on atmospheric diffusion, Technical Information Center, US Department of Energy.

Trozzi C., Vaccaro R. (1998). Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships, Techne report MEET RF98.

Zanini G., F. Monforti-Ferrario, P. Ornelli, T. Pignatelli, G. Vialetto, G., Brusasca, G. Calori, S. Finardi, P. Radice and C. Silibello (2004). The MINNI Project. Proc. of 9th Int. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 1-4 June 2004, Garmisch-Partenkirchen (Germany), Vol. 1, 243-247.