



**AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE**  
**ALLEGATO D.5 REV.1: RELAZIONE**  
**TECNICA SU DATI METEO CLIMATICI E**  
**MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO**

*RAFFINERIA DI VENEZIA*

# INDICE

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>1. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. SCELTA DEL MODELLO .....</b>	<b>4</b>
2.1 LE LINEE GUIDA ANPA PER LA SCELTA DEL MODELLO.....	4
2.2 IL MODELLO ADMS 4 .....	6
2.3 VALIDAZIONE DEL MODELLO .....	9
2.4 VANTAGGI NELL'USO DI ADMS 4.....	9
<b>3. RICERCA E VALUTAZIONE CRITICA DEI DATI IN INGRESSO..</b>	<b>10</b>
3.1 DOMINIO DI CALCOLO .....	10
3.2 DATI OROGRAFICI .....	10
3.2.1 <i>Dati meteorologici</i> .....	12
3.2.2 <i>Dati relativi alle sorgenti emissive</i> .....	15
<b>4. SIMULAZIONI .....</b>	<b>20</b>

## **INDICE DELLE TABELLE**

Tabella 3-1: Distribuzione delle frequenze delle quote di inversione .....	14
Tabella 3-2: Caratteristiche delle sorgenti. Anno 2005 .....	16
Tabella 3-3: Tassi di emissioni di inquinanti. Anno 2005 .....	16
Tabella 3-4: Caratteristiche delle sorgenti. Massima Capacità Produttiva .....	17
Tabella 3-5: Tassi di emissioni di inquinanti. Massima Capacità Produttiva.....	17
Tabella 3-6: Caratteristiche delle sorgenti. Massima Capacità Produttiva con SCR, WGS, ESP .....	18
Tabella 3-7: Tassi di emissioni di inquinanti. Massima Capacità Produttiva con SCR, WGS, ESP .....	18
Tabella 3-8: Caratteristiche delle sorgenti. Massima Capacità Produttiva con lavaggio waste gas.....	19
Tabella 3-9: Tassi di emissioni di inquinanti. Massima Capacità Produttiva con lavaggio waste gas.....	19

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 3-1: Dominio di calcolo utilizzato .....	10
Figura 3-2: Area di calcolo sovrapposta all'orografia .....	11
Figura 3-3: centraline di rilevamento in prossimità dell'impianto .....	12
Figura 3-4: Rosa dei venti per l'anno 2005 .....	13

## **INTRODUZIONE**

Il presente documento ha l'obiettivo di descrivere il modello di calcolo e i relativi dati di input per l'esecuzione delle simulazioni delle ricadute di inquinanti al suolo.

Le modellazioni sono state effettuate mediante il software ADMS (versione 4). Tali analisi sono state eseguite con riferimento alla richiesta di integrazione formulata dal Gruppo Istruttore in seguito alla riunione tenutasi in data 26/02/2008

La richiesta di integrazione è relativa alla valutazione dell'opportunità di considerare puntualmente le altezze di inversione.

Al fine di adempiere alle prescrizioni dell'Autorità, le modellazioni illustrate nella presente relazione sono state condotte utilizzando uno specifico modulo integrativo del software di simulazione. Tale modulo permette di inserire come dati di input i profili di temperatura. I dati utilizzati sono stati reperiti presso il sito internet dell'Ente della Zona Industriale di Porto Marghera<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://www.entezona.it/>

### 1. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO

Per poter prevedere le ripercussioni sull'atmosfera dell'intervento proposto, stante l'impossibilità pratica di realizzare prove sul campo, è necessario ricorrere a modelli matematici di simulazione della dispersione di inquinanti in aria. Tali modelli, ampiamente diffusi e i cui risultati danno generalmente una buona previsione del fenomeno, necessitano di una attenta preparazione dei dati di ingresso e valutazione dei dati di uscita.

Il modello elabora dati che influiscono sull'emissione e dispersione di inquinanti in atmosfera, in particolare:

- dati sulle sorgenti di emissione (localizzazione, struttura, intensità di emissione, ecc.);
- dati sull'orografia del territorio in esame;
- dati sul clima del territorio in esame.

Lo studio è stato impostato secondo il seguente schema:

- scelta del modello;
- ricerca e valutazione critica dei dati di ingresso:
  - meteorologia;
  - orografia;
  - dati sulle sorgenti di emissione;
- applicazione del modello per la previsione dell'impatto dovuto alle emissioni dell'impianto nell'assetto impiantistico da autorizzare;
- confronto dei risultati ottenuti dall'applicazione del modello con le concentrazioni rilevate dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nell'area in esame e con i limiti indicati dal DM 60/2002 (si veda Allegato D.6);
- conclusioni.

Nella simulazione delle concentrazioni al suolo di inquinanti (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM 10) dovute all'impianto si utilizzano i dati meteorologici relativi all'anno 2005.

**2. SCELTA DEL MODELLO****2.1 Le linee guida ANPA per la scelta del modello**

La scelta della scala spaziale e temporale rappresentativa del fenomeno considerato è il primo passo in base al quale viene scelto il tipo di modello da utilizzare.

“Non esiste un modello universale, che funziona bene per qualsiasi sorgente di emissione, qualsiasi situazione meteorologica e di orografia, qualsiasi inquinante” (Cirillo et al., 1996).

Seguendo le indicazioni contenute nel documento ANPA ‘Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici’ (RTI 1/97-AMB), si è per prima cosa selezionato lo scenario rappresentativo del caso in oggetto tra i seguenti possibili:

**scala spaziale**

- i = 1⇒ microscala (fino a 1 Km)
- i = 2⇒ scala locale (fino a 10-20 Km)
- i = 3⇒ scala intermedia (fino a 100-200 Km)
- i = 4⇒ grande scala (fino a 1000-2000 Km)

**dimensione temporale**

- j = 1⇒ analisi di breve periodo, cioè analisi di singoli episodi (orientativamente da alcuni minuti ad alcuni giorni)
- j = 2⇒ analisi di lungo periodo, cioè applicazioni di tipo climatologico (periodi stagionali e annuali)
- j = 3⇒ previsioni a breve – medio termine, (da un’ora fino ad una settimana in corrispondenza dell’attuale limite delle previsioni meteorologiche)

**ambito territoriale**

- k = 1⇒ sito semplice (terreno pianeggiante, caratteristiche territoriali e meteorologiche omogenee)
- k = 2⇒ sito complesso (orografia complessa, caratteristiche territoriali e/o meteorologiche non omogenee)

**sorgente**

- l = 1⇒ puntiforme
- l = 2⇒ lineare
- l = 3⇒ areale

### inquinanti

$m = 1 \Rightarrow$  inquinante inerte (o reattivo al primo ordine, cioè con decadimento espresso per mezzo di costante di tempo)

$m = 2 \Rightarrow$  inquinante reattivo

$m = 3 \Rightarrow$  gas pesante o infiammabile

Nel caso della valutazione delle emissioni di un impianto chimico, lo scenario di applicazione è rappresentato dalla seguente matrice:

$$M(i,j,k,l,m) = M(i = 2, j = 2, k = 2, l = 1, m = 1)$$

In questo caso il documento ANPA raccomanda l'uso delle seguenti tre tipologie di modelli :

- modelli climatologici analitici statistici;
- modelli climatologici analitici iterativi;
- modelli climatologici 3D iterativi.

I 3 tipi di modelli hanno capacità di descrizione di dettaglio crescenti nell'ordine in cui sono stati considerati e, di conseguenza, necessitano di dati di ingresso e risorse di calcolo sempre maggiori.

L'utilizzo di modelli 3D lagrangiani o euleriani appare eccessivo per questi scopi e richiede misure di profili verticali di vento per la ricostruzione del campo tridimensionale. I modelli analitici offrono, insieme ad una affidabilità riconosciuta, dati di ingresso più semplici da reperire e quindi maggiori possibilità di trovare dati meteorologici in una stazione sufficientemente vicina al sito da essere rappresentativa.

Tra i modelli analitici, quelli che utilizzano dati meteo sequenziali sono molto più realistici e flessibili; permettono inoltre di calcolare le concentrazioni con diversi percentili, consentendo anche il confronto con i limiti di legge. Questo è confermato da diversi articoli scientifici, tra cui si cita:

*"I dati meteorologici più adatti per essere usati come input per i modelli di dispersione sono serie sequenziali di osservazioni meteorologiche, in grado di caratterizzare trasporto e diffusione di un plume inquinante"<sup>2</sup>.*

Usualmente in Italia negli studi di impatto ambientale vengono usati modelli climatologici analitici statistici, soprattutto a causa della difficoltà di reperire dati orari delle variabili meteo. Per ottenere un risultato più attendibile e realistico in questo studio verrà invece utilizzato un modello climatologico iterativo: ADMS 4.

---

<sup>2</sup> M. Cirillo, F. Desiato 'Setting up a regulatory frame for atmospheric dispersion modelling in Italy; needs, actors and ongoing activities', 5th International Conference on harmonisation within atmospheric dispersion modelling for regulatory purposes, May 1998, Rodi.



### 2.2 Il modello ADMS 4

Il modello prescelto, di nuova generazione, è ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System), nella versione più aggiornata (release 4). ADMS è un modello di dispersione di inquinanti in atmosfera analitico, multi-sorgente (fino a 300 sorgenti con 30 differenti inquinanti), implementato da CERC (Cambridge Environmental Research Consultants) e validato dal dipartimento dell'ambiente del governo inglese (DETR, Department of the Environment, Transport and the Regions), per effettuare studi di impatto ambientale.

Il modello ADMS consente di calcolare le concentrazioni in aria, a livello del suolo, dovute all'emissione di inquinanti sia da sorgenti puntiformi (che simulano il comportamento dei camini di emissione), sia da sorgenti areali (emissioni al suolo distribuite su un'area non trascurabile) e lineari (ad esempio il traffico veicolare lungo le strade). Considera inoltre gli effetti di edifici, orografia e linee di costa.

In particolare per l'orografia è possibile una descrizione di dettaglio, dato che ADMS4 consente di immettere un DTM (Modello Digitale del Terreno) con numero di punti non superiore a 5000.

Il dominio di calcolo è un rettangolo, suddiviso a sua volta in un insieme di maglie rettangolari con una griglia regolare. Il codice calcola le concentrazioni previste sui nodi della griglia. Le dimensioni dell'area di calcolo, il numero di maglie e di nodi della griglia, dipendono dalla scelta dell'utente e dal particolare ambiente di installazione del programma.

Le assunzioni semplificative sono le seguenti:

- linearità (principio di sovrapposizione degli effetti);
- stazionarietà (indipendenza dal tempo delle equazioni utilizzate dal codice);
- omogeneità delle condizioni meteorologiche (le condizioni meteorologiche si suppongono costanti nel tempo per ogni ora e nello spazio su tutto il dominio di calcolo).
- ADMS è caratterizzato dal punto di vista computazionale dalle seguenti innovazioni che lo differenziano dai modelli di vecchia generazione:
- la descrizione dello strato limite utilizza non un singolo parametro delle classi di Pasquill, ma due parametri: l'altezza dello strato limite e la lunghezza di Monin-Obukhov;
- la dispersione in condizioni meteorologiche convettive usa una distribuzione ibrida (non gaussiana sulla verticale) che studi di validazione hanno mostrato essere una rappresentazione migliore di un'espressione gaussiana.

È inoltre uno dei pochi modelli che, per calcolare la risalita del plume dovuta alla spinta di galleggiamento, risolve direttamente le equazioni di bilancio, che hanno base fisica, piuttosto che usare le relazioni empiriche di Briggs.

I modelli gaussiani sono basati sull'assunzione che la concentrazione di inquinante segua una distribuzione normale sia sul piano orizzontale che su quello verticale.

Dal momento che il "pennacchio" di inquinante assume forme irregolari in ogni istante temporale, si ricorre alla valutazione della media temporale della concentrazione degli inquinanti.

I modelli gaussiani si fondano sul principio di conservazione della massa, di cui si riporta in seguito l'equazione:

$$\frac{\partial C dx dy dz}{\partial t} = F + S + R$$

Dove:

- $C(x,y,z,t)$  è la concentrazione media di inquinante nel punto  $(x,y,z)$  nell'istante temporale  $t$ ;
- $F$  è il flusso netto di inquinante in ingresso nel volume di controllo infinitesimo  $dv = (dx dy dz)$ ; il flusso netto è composto dai contributi relativi al trasporto dell'inquinante, alla diffusione turbolenta e alla diffusione molecolare;
- $S$  è il contributo relativo ad eventuali sorgenti di inquinante nel volume di controllo  $dv$ ;
- $R$  corrisponde alla rimozione dell'inquinante.
- Le ipotesi assunte nei modelli gaussiani sono le seguenti:
- ipotesi di fluido incomprimibile;
- diffusione molecolare trascurabile;
- diffusione turbolenta trascurabile in direzione orizzontale (lungo l'asse  $x$ );
- inquinante inerte;
- processo stazionario.

In seguito è riportata l'equazione gaussiana, che permette il calcolo della concentrazione di inquinante in ogni punto dell'area di studio:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi V \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right]$$

Dove:

- $C(x,y,z)$  è la concentrazione dell'inquinante nel punto  $(x,y,z)$ ;
- $x$  è la distanza dalla sorgente sottovento;
- $y$  è la distanza orizzontale dalla linea centrale del pennacchio;
- $z$  è la distanza verticale dalla linea centrale del pennacchio;
- $Q$  è il tasso di emissione dell'inquinante;
- $V$  è la velocità del vento lungo la direzione  $x$ ;
- $\sigma_x$  è il coefficiente di dispersione orizzontale;
- $\sigma_y$  è il coefficiente di dispersione verticale.

I coefficienti di dispersione rappresentano la deviazione standard delle distribuzioni gaussiane orizzontale e verticale, e sono funzione della distanza

e della stabilità atmosferica. A valori bassi di deviazione standard corrisponde una curva di forma stretta, con un'elevata concentrazione massima; curve di distribuzione più piatte (con basse concentrazioni di picco) sono in relazione con valori elevati di deviazione standard.

In sintesi le caratteristiche di rilievo del modello ADMS sono le seguenti:

- equazioni basate sul principio fisico del bilancio di massa per la modellizzazione del sovrainnalzamento della sorgente rispetto alla reale altezza del punto di emissione;
- maggiore dettaglio nella valutazione dell'orografia locale;
- possibilità di utilizzo di dati meteorologici sequenziali invece che dati mediati statisticamente.
- possibilità di calcolare medie al percentile richiesto delle concentrazioni calcolate.

Il modello non tratta le calme di vento, a causa della singolarità dell'equazione nei casi di velocità nulla: il limite inferiore ammissibile di velocità del vento, tuttavia, è molto basso e pari a 0,75 m/s; esso permette pertanto di classificare come calme di vento ( $v < 0,75$  m/s) solo poche decine di ore all'anno. Questo consente una descrizione molto realistica del moto del plume perché la percentuale di condizioni meteorologiche non trattate è molto ristretta.

Come dato di ingresso meteorologico è possibile utilizzare misure orarie delle principali variabili meteorologiche o medie statistiche. Il modello calcola per ogni input orario le ricadute al suolo e restituisce come output le concentrazioni in ogni nodo del reticolo al percentile richiesto. Questo rappresenta una innovazione importante nella modellistica degli impatti perché permette di effettuare direttamente il confronto con i limiti di legge, che sono espressi in funzione di un determinato percentile. Con i modelli di vecchia generazione, che utilizzavano come input meteorologico le joint frequency function, cioè medie statistiche delle variabili meteorologiche, si poteva ottenere solo il valore medio delle concentrazioni calcolate e non era quindi possibile un confronto diretto con i limiti di legge e i valori guida.

In questo studio non verranno quindi distinte due diverse valutazioni (climatologica e a breve termine) per gli impatti dovuti alle emissioni della raffineria in progetto sulla base di differenti input meteorologici. Una distinzione in questi termini non appare appropriata sulla base del documento ANPA RTI-1/97 AMB, in cui la distinzione tra climatologico e a breve termine dipende invece dalla scala temporale di analisi, che dipende a sua volta dalla particolare situazione che si sta simulando (gli impatti dovuti alla presenza di un impianto oppure, ad esempio, il rilascio nell'ambiente di contaminanti in seguito ad un incidente in cui si voglia valutare l'impatto nelle prime ore).

La distinzione tra climatologico e short term in funzione del tipo di input meteorologico, media statistica o dato puntuale, deriva dall'impossibilità di usare dati sequenziali per valutazioni climatologiche con i modelli 'di vecchia generazione' e dalla necessità di presentare stime per i seguenti parametri:

- concentrazioni medie annuali, fondamentali per l'impatto sulla salute umana;
- concentrazioni ottenute con scenari worst case (non rappresentati da un input meteorologico mediato statisticamente che smussa i valori di

picco), in cui il dato meteorologico viene però scelto con un ampio grado di soggettività.

Con ADMS è il modello stesso a valutare lo scenario peggiore, selezionando tra le misure orarie di un anno, quella che porta ad un picco di contaminazione: questo scenario corrisponde al dato medio di concentrazione calcolato al 100° percentile.

Per una ulteriore e più dettagliata descrizione delle caratteristiche del modello ADMS e dei suoi limiti di applicabilità si rimanda a "ADMS 4 The leading atmospheric dispersion model – User Guide and Technical Specification – CERC Limited, June 2007".

### 2.3 Validazione del modello

Dal 1992 CERC è stato uno dei partecipanti chiave nella serie di workshop 'Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes'. Il workshop ha incluso lavori di validazione di vari modelli con dati di campo, analisi dei risultati e discussione delle tecniche di validazione.

ADMS 4 è stato validato sui dati sperimentali provenienti da Kincaid, Indianapolis e Prairie Grass con diverse tecniche di validazione.

Ulteriori studi di validazione sono stati condotti in riferimento a set di dati rilevati con tecniche di telerilevamento (Lidar) e in siti caratterizzati da orografia complessa e presenza di edifici (AGA, Alaska North Slope, Baldwin, Cinder Cone Butte, Clifty Creek, EOGR, Hogback Ridge, Lovett, Martins Creek, Millstone, Tracy, Westvaco).

### 2.4 Vantaggi nell'uso di ADMS 4

Si riassumono di seguito i vantaggi rispetto ai modelli di vecchia generazione che hanno portato alla scelta di utilizzare il software ADMS4:

- equazioni basate sul principio fisico del bilancio di massa, invece che su relazioni empiriche (come quelle di Briggs) per modellizzare il sovrainnalzamento della sorgente rispetto alla reale altezza del punto di emissione;
- maggiore dettaglio nel considerare l'orografia locale.
- Inoltre il modello permette di utilizzare dati meteorologici sequenziali invece che dati mediati statisticamente. Questo comporta i seguenti vantaggi:
- possibilità di calcolare medie al percentile richiesto delle concentrazioni calcolate;
- possibilità di confronto diretto, in quanto variabili statisticamente coerenti, tra l'output del modello e i limiti di legge;
- oggettività dello scenario worst case che deriva direttamente dai dati misurati e non da una scelta soggettiva.

## 3. RICERCA E VALUTAZIONE CRITICA DEI DATI IN INGRESSO

### 3.1 Dominio di calcolo

La griglia è stata definita su un'area di 10 x 10 km<sup>2</sup> (scala locale). Sulla base dell'analisi dei dati meteorologici e della conformazione orografica dell'area è stato scelto un dominio di calcolo centrata sul sito di intervento.

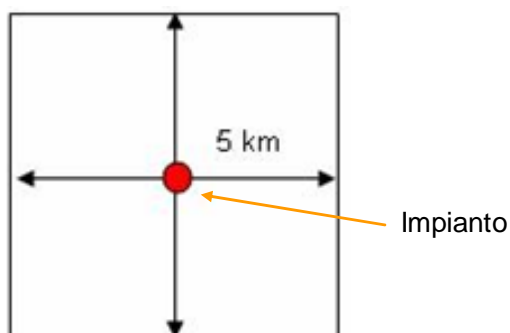
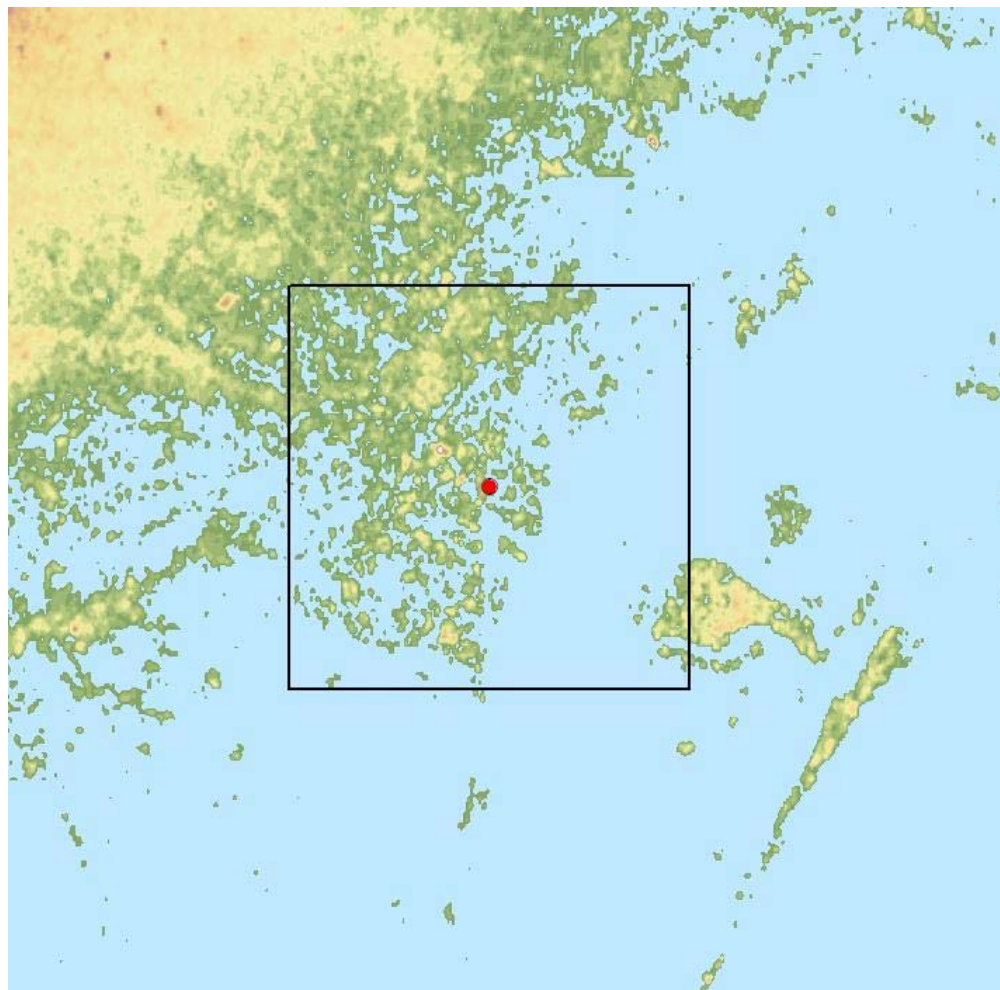


Figura 3-1: Dominio di calcolo utilizzato

### 3.2 Dati orografici

Per svolgere i calcoli ADMS 4 richiede la definizione di un DTM (Digital Terrain Model) in un'area più vasta rispetto alla griglia di calcolo.

La seguente Figura 3-2 mostra l'area di calcolo sovrapposta all'orografia.



**Figura 3-2: Area di calcolo sovrapposta all'orografia**

I dati orografici vengono forniti in un file che specifica le coordinate X, Y del punto e il relativo valore di quota. E' possibile considerare fino a 5000 punti che il programma poi interpola su una griglia regolare di non più di 64 x 64 punti.

Ogni valore al centro di una maglia rappresenta la quota media nell'intorno del punto geografico a cui il nodo del reticolo si riferisce. In tal modo la matrice delle quote fornisce una rappresentazione numerica della conformazione del territorio esaminato. ADMS calcola infatti la ricaduta degli inquinanti emessi su ciascuno dei punti del reticolo considerato.

Data la scala del dominio di calcolo, il DTM è stato costruito su un'area di circa 676 km<sup>2</sup> attraverso l'utilizzo del programma Terrainx64 (Ultrasoft3D) che prevede una risoluzione orizzontale pari a 3-arco secondi (90 metri).

Un ulteriore dato orografico che va inserito nel modello è la rugosità del terreno, che influenza in diversi modi la dispersione ed il trasporto di inquinanti in atmosfera. Il modello ADMS consente di assegnare alla rugosità un valore standard, uguale in tutto il dominio spaziale di calcolo, oppure una mappa della rugosità del tutto simile a quella dell'orografia. La rugosità può assumere valori compresi tra 0,005 m, per zone erbose con erba rasa, e 1 m, tipico di zone urbane e boschi di alberi ad alto fusto.

In questo caso è stato imposto un valore pari ad 0,1, uguale per tutto il dominio, corrispondente ad un'area con insediamenti urbani.

#### 3.2.1 Dati meteorologici

I dati meteorologici vengono forniti al modello in un file che contiene le misure sequenziali (ad esempio orarie) delle variabili meteorologiche.

E' anche possibile fornire come input un insieme di dati sequenziali e dati mediati statisticamente.

I dati di input sono misurati dalla Centralina n. 5 della rete Agip (direzione e velocità del vento, temperatura) e dalla stazione 23 della rete dell'Ente di Zona (irraggiamento solare, pioggia e umidità).

Di seguito si presenta una mappa in scala 1:50.000 con l'ubicazione delle centraline, tra cui quelle che hanno fornito i dati meteo utilizzati nello studio.

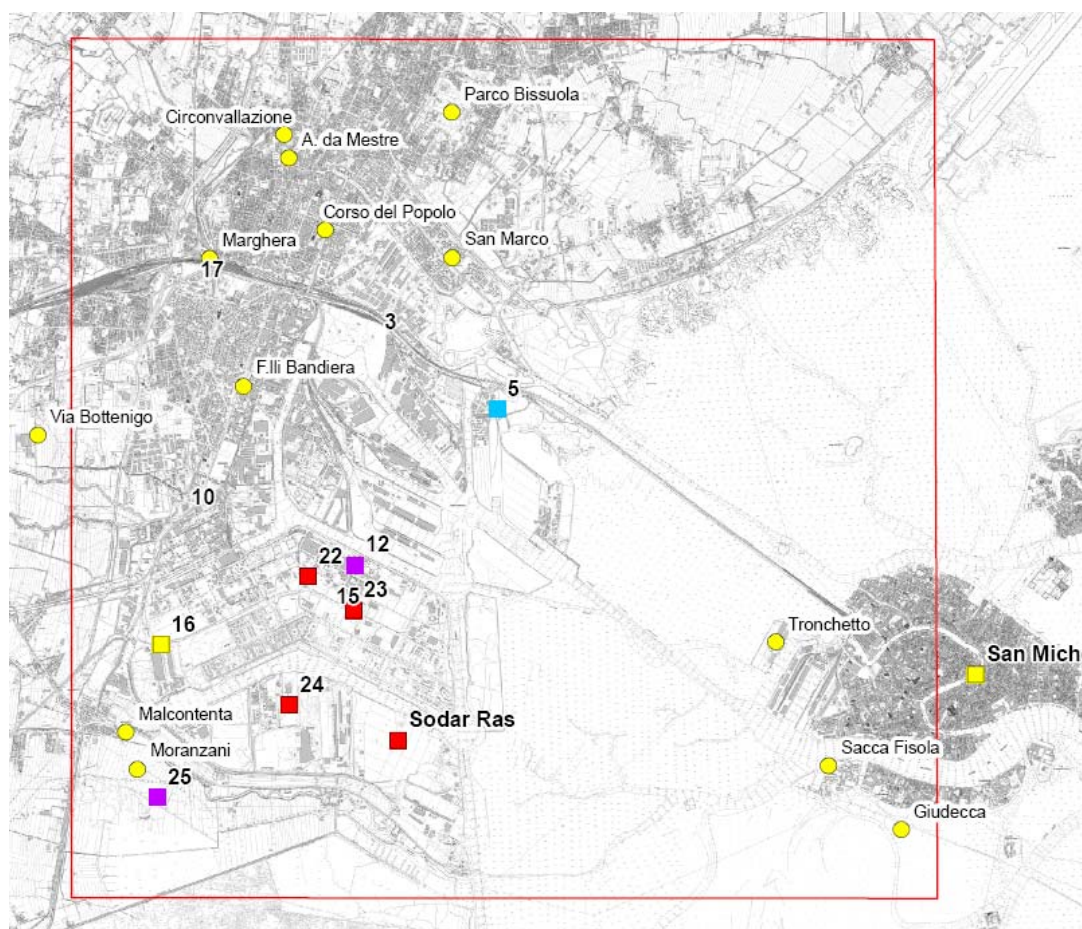


Figura 3-3: centraline di rilevamento in prossimità dell'impianto

I dati di input sono riferiti all'anno 2005.

Le variabili considerate dal modello sono:

- temperatura al suolo;
- velocità del vento;
- direzione del vento;

- umidità;
- precipitazioni;
- irraggiamento solare.

Una serie di dati meteorologici raccolta con continuità per un anno è sufficiente a caratterizzare la stima degli impatti. Le principali variabili meteorologiche presentano significative variazioni stagionali, ma i valori medi annuali hanno un range di variazione piuttosto basso.

La figura seguente illustra la rosa dei venti, calcolata con i dati meteorologici relativi all'anno 2005. I venti prevalenti provengono dal quadrante nord-orientale e sud-orientale.

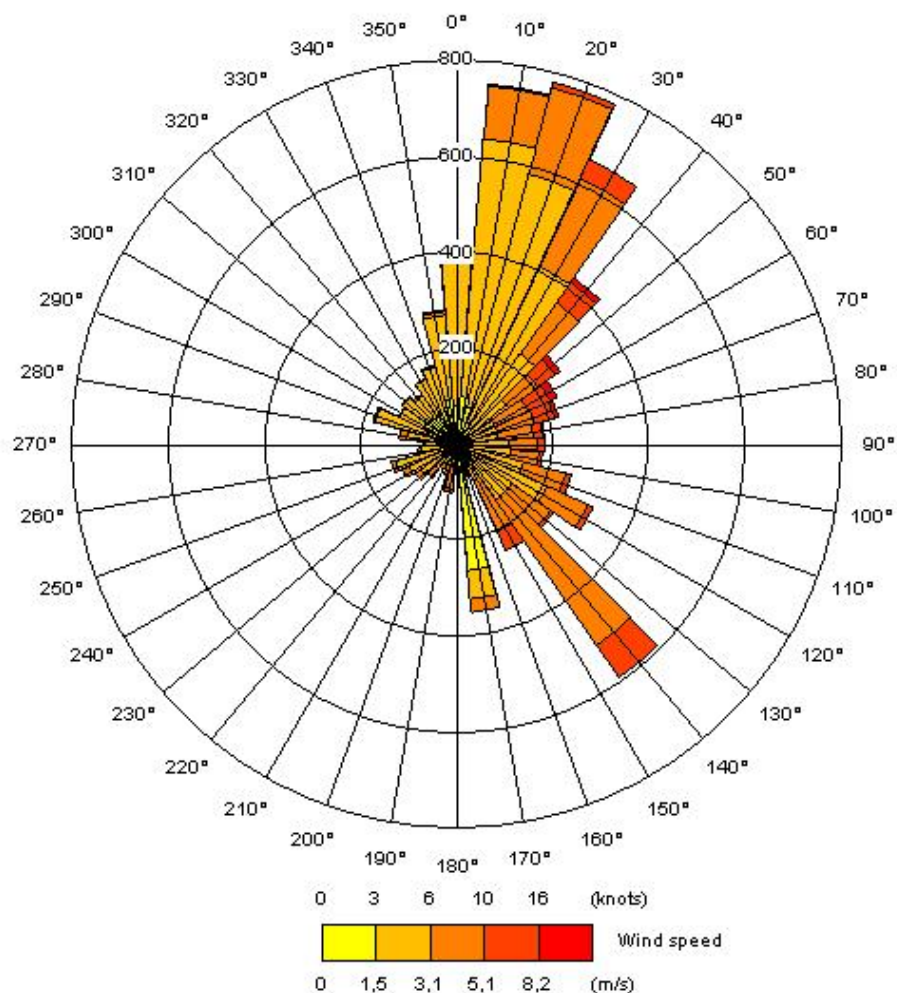


Figura 3-4: Rosa dei venti per l'anno 2005

Il documento ANPA "I modelli nella valutazione della qualità dell'aria" (RTI CTN\_ACE 2/2000), aggiornamento ed integrazione dell'altro documento ANPA sopra citato, raccomanda, per analisi climatologiche con serie



sequenziali di dati, l'utilizzo di una serie di misure con risoluzione oraria o trioraria di almeno un anno di dati.

Oltre ai dati meteo indicati in precedenza, sono stati considerati i profili di temperatura, rilevati in corrispondenza della stazione Sodar-Rass, di proprietà dell'Ente della Zona Industriale di Porto Marghera.

In seguito si riportano informazioni relative alle tecniche di rilevazione dei profili di temperatura, tratte dalla relazione "Presentazione dei rilevamenti nell'anno civile 2005", disponibile presso il sito dell'Ente Zona.

Il profilo verticale di temperatura è un parametro rilevante nella valutazione della turbolenza dell'aria; la strumentazione a disposizione dell'Ente Zona permette di rilevare il profilo termico e di individuare quindi eventuali inversioni termiche al suolo o in quota.

Il sistema Rass (Radio Acoustic Sounding System) include un generatore acustico che invia verso l'alto un breve treno di onde sinusoidali di lunghezza d'onda assegnata. La velocità di propagazione del segnale nell'aria dipende dalla radice quadrata della temperatura locale; tale velocità viene continuamente rilevata da terra mediante un radar doppler.

Il radar doppler consiste in un trasmettitore radio in emissione continua e di un ricevitore; entrambi sono situati in prossimità del radiatore acustico e sono muniti di antenne capaci di coprire lo stesso angolo dell'antenna acustica. La rilevazione della velocità del pacchetto sonoro è resa possibile dal fatto che questo, propagandosi, modifica localmente l'indice di rifrazione elettromagnetica dell'aria che è funzione della pressione. Il diagramma delle velocità, in funzione del tempo trascorso dal momento del lancio dell'impulso, permette di tracciare direttamente l'andamento della temperatura in funzione della quota.

Nel presente studio sono stati considerati i profili termici relativi all'anno 2005. I profili sono costituiti da misure di temperatura effettuate ogni 10 m, dall'altezza del suolo fino a una quota massima di 600 m.

Nella seguente Tabella 3-1 è riportata la distribuzione percentuale delle frequenze delle quote di inversione.

**Tabella 3-1: Distribuzione delle frequenze delle quote di inversione**

m	Prima inversione	Seconda inversione	Terza inversione	Quarta inversione	Quinta inversione
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
0-100	34,19	4,37	0	0	0
100-200	44,24	31,1	13,13	2,15	0,02
200-300	12,62	25,24	25,34	13,53	6,11
300-400	5	15,9	20,89	19,07	13,2
400-500	1,97	9,06	14,41	18,5	16,05
500-600	0,98	6,3	10,06	15,74	17,85
600-700	0,61	4,14	7,14	12,54	14,82
700-800	0,26	2,32	5	8,87	12,85
800-900	0,11	1,11	2,49	5,63	9,58
900-1000	0,01	0,34	1,12	2,39	5,19
1000-1100	0	0,08	0,33	1,05	2,72
1100-1200	0	0,03	0,06	0,36	0,94
1200-1300	0	0,02	0,02	0,17	0,66

m	Prima inversione	Seconda inversione	Terza inversione	Quarta inversione	Quinta inversione
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Altezza media (m)	155	306	401	513	606

Dall'osservazione dei dati riportati nella tabella si deduce che la grande maggioranza delle inversioni termiche si verifica a quote inferiori di 600 m. Pertanto i dati di temperatura in quota, disponibili fino all'altezza di 600 m, forniscono una valutazione esaustiva dei fenomeni di inversione termica.

#### 3.2.2 Dati relativi alle sorgenti emissive

Come accennato le sorgenti di emissione si suddividono in:

- sorgenti puntiformi;
- sorgenti areali;
- sorgenti lineari.

I dati sulle sorgenti di emissione richiesti dal modello ADMS sono essenzialmente di due tipi: dati di emissione e dati strutturali.

In questo caso è stata considerata una sorgente puntiforme per simulare il rilascio di inquinanti dai camini dell'impianto.

Sono stati considerati i seguenti inquinanti:

- monossido di carbonio (CO);
- ossidi di azoto (NO<sub>2</sub>);
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>);
- polveri (PM 10).

Nelle seguenti tabelle sono indicate le caratteristiche delle sorgenti e i tassi di emissione di inquinanti nei diversi scenari di emissione considerati, in particolare:

- assetto emissivo all'anno di riferimento (2005) (Tabelle 3-2 e 3-3);
- assetto emissivo alla massima capacità produttiva per la configurazione da autorizzare (Tabelle 3-4 e 3-5);
- ipotesi di applicazione di tecniche di trattamento secondario tipo SCR, WGS e ESP al camino E18 (unità COGE + DP3) (Tabelle 3-6 e 3-7);
- ipotesi di applicazione di tecniche per la riduzione delle emissioni di SO<sub>2</sub> dal sistema ad eiettori mediante lavaggio del waste gas da colonne vacuum DP2 e DP3 (Tabelle 3-8 e 3-9).

Per quanto concerne le configurazioni sopra citate, si precisa che:

l'assetto emissivo riferito all'anno 2005 (anno di riferimento) si riferisce alla situazione emissiva effettiva, cioè determinata sulla base dei valori rilevati ai camini nell'anno 2005;

l'assetto emissivo riferito alla configurazione da autorizzare, così come quelle relative alle ipotesi di applicazione dei sistemi di abbattimento sopra indicati (tecnica SCR, WGS, ESP al camino E18 e lavaggio waste-gas da vacuum DP2 e DP3) si riferiscono invece alla massima capacità produttiva della Raffineria.

Tabella 3-2: Caratteristiche delle sorgenti. Anno 2005

Sorgente	Caratteristiche geometriche		Caratteristiche emissive				
	Altezza (m)	Diametro (m)	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	Temp. (°C)	Velocità (m/s)	% UR	%O <sub>2</sub>
E03	35	1,98	22.939	417	7,61	7,68	7,6
E08	70	1,58	19.432	189,5	6,47	9,28	6,7
E12	45	2	22.023	336	5,96	8,96	6,6
E14	36	2	30.119	323,5	8,73	10,45	7,6
E15	35	2,55	22.834	323	3,93	6,77	7,7
E16	40	1,2	11.126	383,5	9,84	10,97	7,5
E17	61	1,2	17.867	316	14,17	11,61	7,4
E18	80	5	490.752	173	11,6	7,35	13,4
E20	80	2,8	57.024	192	5,49	12,47	4,6

Tabella 3-3: Tassi di emissioni di inquinanti. Anno 2005

Sorgente	Tassi di emissione (g/s)			
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Polveri	CO
E03	7,92	2,19	0,31	0,14
E08	6,72	2,08	0,25	0,06
E12	7,58	1,86	0,50	0,36
E14	10,39	2,78	0,28	0,11
E15	7,86	2,14	0,58	0,64
E16	1,11	0,75	0,08	0,08
E17	9,58	1,42	0,11	0,33
E18	49,92	24,78	2,97	2,92
E20	19,64	6,64	0,92	0,11

**Tabella 3-4: Caratteristiche delle sorgenti. Massima Capacità Produttiva**

Sorgente	Caratteristiche geometriche		Caratteristiche emissive				
	Altezza (m)	Diametro (m)	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	Temp. (°C)	Velocità (m/s)	% UR	%O <sub>2</sub>
E03	35	1,98	26.230	417	8,71	7,68	7,6
E08	70	1,58	35.850	189,5	11,95	9,28	6,7
E12	45	2	22.502	336	6,10	8,96	6,6
E14	36	2	52.151	323,5	15,12	10,45	7,6
E15	35	2,55	32.578	323	5,62	6,77	7,7
E16	40	1,2	12.906	383,5	11,42	10,97	7,5
E17	61	1,2	22.079	316	17,53	11,61	7,4
E18	80	5	560.524	173	13,25	7,35	13,4
E20	80	2,8	69.258	192	6,26	12,47	4,6

**Tabella 3-5: Tassi di emissioni di inquinanti. Massima Capacità Produttiva**

Sorgente	Tassi di emissione (g/s)			
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Polveri	CO
E03	11,60	4,30	0,96	0,38
E08	15,85	6,15	1,31	0,52
E12	9,95	3,55	0,83	0,33
E14	23,06	9,58	1,91	0,76
E15	14,40	5,50	1,19	0,47
E16	5,71	1,84	0,47	0,19
E17	16,96	2,73	0,65	0,27
E18	44,26	30,69	2,08	3,53
E20	19,39	8,66	0,96	1,06

Tabella 3-6: Caratteristiche delle sorgenti. Massima Capacità Produttiva con SCR, WGS, ESP

Sorgente	Caratteristiche geometriche		Caratteristiche emissive				
	Altezza (m)	Diametro (m)	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	Temp. (°C)	Velocità (m/s)	% UR	%O <sub>2</sub>
E03	35	1,98	26.230	417	8,71	7,68	7,6
E08	70	1,58	35.850	189,5	11,95	9,28	6,7
E12	45	2	22.502	336	6,10	8,96	6,6
E14	36	2	52.151	323,5	15,12	10,45	7,6
E15	35	2,55	32.578	323	5,62	6,77	7,7
E16	40	1,2	12.906	383,5	11,42	10,97	7,5
E17	61	1,2	22.079	316	17,53	11,61	7,4
E18	80	5	560.524	173	13,25	7,35	13,4
E20	80	2,8	69.258	192	6,26	12,47	4,6

Tabella 3-7: Tassi di emissioni di inquinanti. Massima Capacità Produttiva con SCR, WGS, ESP

Sorgente	Tassi di emissione (g/s)			
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Polveri	CO
E03	11,06	4,10	0,91	0,38
E08	15,85	6,15	1,31	0,52
E12	9,95	3,55	0,82	0,33
E14	23,06	9,58	1,91	0,76
E15	14,40	5,50	1,19	0,47
E16	5,71	1,84	0,47	0,19
E17	16,96	2,74	0,65	0,28
E18	2,66	15,57	1,56	3,54
E20	19,39	8,66	0,96	1,06

**Tabella 3-8: Caratteristiche delle sorgenti. Massima Capacità Produttiva con lavaggio waste gas**

Sorgente	Caratteristiche geometriche		Caratteristiche emissive				
	Altezza (m)	Diametro (m)	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	Temp. (°C)	Velocità (m/s)	% UR	%O <sub>2</sub>
E03	35	1,98	26.230	417	8,71	7,68	7,6
E08	70	1,58	35.850	189,5	11,95	9,28	6,7
E12	45	2	22.502	336	6,10	8,96	6,6
E14	36	2	52.151	323,5	15,12	10,45	7,6
E15	35	2,55	32.578	323	5,62	6,77	7,7
E16	40	1,2	12.906	383,5	11,42	10,97	7,5
E17	61	1,2	22.079	316	17,53	11,61	7,4
E18	80	5	560.524	173	13,25	7,35	13,4
E20	80	2,8	69.258	192	6,26	12,47	4,6

**Tabella 3-9: Tassi di emissioni di inquinanti. Massima Capacità Produttiva con lavaggio waste gas**

Sorgente	Tassi di emissione (g/s)			
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Polveri	CO
E03	7,71	4,10	0,38	0,91
E08	15,85	6,15	0,52	1,31
E12	9,95	3,55	0,33	0,82
E14	23,06	9,58	0,76	1,91
E15	14,40	5,50	0,47	1,19
E16	5,71	1,84	0,19	0,47
E17	16,96	2,74	0,28	0,65
E18	39,98	30,70	3,54	2,08
E20	19,39	8,66	1,06	0,96

### 4. SIMULAZIONI

I risultati delle simulazioni modellistiche sono presentati nell'Allegato D.6 rev.1 alla domanda di AIA.

In particolare, la rappresentazione grafica delle ricadute al suolo dei macroinquinanti sul territorio in analisi viene visualizzata mediante aree di isoconcentrazione (aree caratterizzate da un ugual valore di concentrazione); tali curve vengono generate a partire dai valori di output calcolati dal modello in tutti i nodi del reticolo di calcolo, attraverso interpolazione dei dati.