

**CHIMEC S.p.A.**

Via delle Ande 19, 00144 ROMA

*E.N.I. S.p.A. - RAFFINERIA DI LIVORNO*

*Via Aurelia 7, fraz. Stagno, Collesalveti (LI)*

**Simulazione dell'esposizione olfattiva sul  
territorio conseguente alle emissioni di  
odore in atmosfera**

Ing. Andrea N. Rossi

Ing. Sonia Zanetti

Documento protocollo	TD017-14r00 del 20/06/2014		
Codice Cliente	10505	Commessa	14383

## Indice

<b>1. Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Scenario emissivo .....</b>	<b>4</b>
2.1 Monitoraggi olfattometrici .....	4
2.2 Definizione dello scenario emissivo .....	4
2.3 Parametri di emissione .....	9
2.4 Variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione .....	11
<b>3. Scenario micrometeorologico .....</b>	<b>12</b>
3.1 Dati meteorologici grezzi disponibili .....	12
3.2 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi .....	12
3.3 Calcolo dei parametri micrometeorologici .....	13
3.4 Allestimento dell'input meteo del modello di dispersione .....	13
3.5 Analisi degli andamenti dei parametri meteorologici .....	14
<b>4. Descrizione del territorio .....</b>	<b>18</b>
4.1 Sistema di coordinate planimetriche .....	18
4.2 Griglia di recettori di calcolo .....	18
4.3 Dati orografici .....	18
4.4 Effetti dell'orografia sulla dispersione .....	18
4.5 Corografia e cartografia .....	19
<b>5. Modello di dispersione .....</b>	<b>20</b>
5.1 Descrizione del modello di dispersione .....	20
5.2 Parametri assegnati nelle simulazioni .....	21
5.3 Trattamento delle calme di vento .....	21
5.4 Effetti delle fluttuazioni istantanee della concentrazione di odore ai recettori .....	22
5.5 Elaborazione finale delle concentrazioni orarie simulate .....	22
<b>6. Presentazione dei risultati .....</b>	<b>24</b>
6.1 Mappa di esposizione .....	24
6.2 Ricettori sensibili .....	24
6.3 Considerazioni generali .....	24
6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili .....	25
6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un singolo ricettore sensibile .....	25
6.6 Conclusioni .....	27

## Allegati

- Allegato 1: Mappa del 98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore (in  $\text{ou}_E/\text{m}^3$ ).
- Allegato 2: Rose dei venti.
- Allegato 3: Medie dei parametri meteorologici orari, secondo il mese e l'ora.
- Allegato 4: Medie, minime e massime dei parametri meteorologici orari.
- Allegato 5: Distribuzione della velocità del vento media oraria.
- Allegato 6: Variazioni delle portate di odore nel dominio temporale di simulazione.
- Allegato 7: Mappa delle quote altimetriche del dominio spaziale di simulazione.
- Allegato 8: Distribuzioni di frequenza delle concentrazioni orarie di picco di odore presso un singolo ricettore.

## ***1. Premessa***

Il presente studio, commissionato da CHIMEC S.p.A., ha come obiettivo la determinazione dell'esposizione in aria ambiente sul territorio all'odore emesso in atmosfera della raffineria di Livorno gestita da E.N.I. S.p.A., ubicata in località Stagno, in parte sul territorio del Comune di Livorno e in parte su quello di Collesalveti (LI).

L'esposizione olfattiva sul territorio è determinata applicando un modello di dispersione atmosferica, che calcola la concentrazione di odore nell'aria ambiente al suolo, elaborando i dati di emissione, i dati meteorologici e i dati di descrizione del territorio.

Lo scenario emissivo per le simulazioni di dispersione è stato definito sulla base dei risultati dei monitoraggi olfattometrici eseguiti presso lo stabilimento (vedasi § 2.1) e delle informazioni fornite dal committente.

I dati meteorologici impiegati nelle simulazioni e che determinano il dominio temporale di simulazione appartengono al periodo dal 01/01/2012 al 31/12/2012 (vedasi § 3).

## 2. Scenario emissivo

### 2.1 Monitoraggi olfattometrici

**Tabella 1. Monitoraggi i cui risultati sono stati presi in esame per l'elaborazione dello scenario emissivo.**

Data del campionamento	Esecutore del campionamento	Esecutore delle prove	Parametri monitorati	Documento Progress S.r.l. di presentazione dei risultati
06/02/2013	Progress S.r.l.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova n. 066/13 del 15/02/2013 (comm. 13056)
25/06/2013	CHIMEC S.p.A.	Progress S.r.l.	Concentrazione di odore (UNI EN 13725:2004)	Rapporto di prova n. 363/13 del 15/07/2013 (comm. 13363)

**Tabella 2. Campioni sottoposti a prova olfattometrica.**

Sorgente o area monitorata <sup>(1)</sup>	Campioni <sup>(2)</sup> del 06/02/2013	Campioni <sup>(2)</sup> del 25/06/2013
Impianto TAAE - Vasca fognie meteo oleose	130206SBA04	130625ZZD04
Impianto TAAE - Vasca melme	130206SBA05	130625ZZD05
Impianto TAAE - Biologico - Ossidazione	130206SBA06	130625ZZD06
Impianto TAAE - Vasca API - Sfiati	130206SBA07	130625ZZD07
Serbatoio TNK 157 - Serbatoio benzina	130206SBA09 <sup>(3)</sup>	130625ZZD09 <sup>(3)</sup>
Serbatoio TNK 504 - Serbatoio benzina finita	130206SBA10 <sup>(3)</sup>	130625ZZD10 <sup>(3)</sup>
Serbatoio TNK 135 - Serbatoio greggio	130206SBA11 <sup>(3)</sup>	130625ZZD11 <sup>(3)</sup>
Serbatoio TNK 177 - Serbatoio bitume	130206SBA12	130625ZZD12
Serbatoio TNK 124 - APA	130206SBA14 <sup>(3)</sup>	130625ZZD14 <sup>(3)</sup>
Serbatoio TNK 150 OC - Bunker	130206SBA15	130625ZZD15

- (1) Nell'elenco sono inclusi solo i campioni olfattometrici grazie ai quali è possibile definire i parametri di emissione; in particolare sono esclusi i campioni di aria ambiente di lavoro o i campioni di aria ambiente che non individuano un'emissione fugitiva.
- (2) Codici dei campioni olfattometrici sottoposti a prova nell'ambito dei monitoraggi indicati in Tabella 1.
- (3) Per quanto riguarda il campionamento delle emissioni diffuse derivanti dai fluidi stoccati nei serbatoi a tetto galleggiante (per motivi di sicurezza dei lavoratori) è stato utilizzato un metodo alternativo, e di conseguenza anche per la determinazione della portata volumetrica di aeriforme odorigeno emessa da queste sorgenti (vedasi § 2.2.2).

### 2.2 Definizione dello scenario emissivo

#### 2.2.1 Sorgenti incluse nello scenario

Secondo la prassi consolidata, dallo scenario emissivo sono state escluse le sorgenti per le quali la concentrazione di odore dei campioni (vedasi § 2.1) sia risultata inferiore a circa 80 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Di seguito sono elencate allora le tipologie di sorgenti residue per le quali fossero disponibili dati di emissione di odore e che sono state incluse nello scenario emissivo per le simulazioni di dispersione.

**Tabella 3. Concentrazioni di odore impiegate per il calcolo delle portate di odore per le simulazioni.**

Tipo di sorgente di odore	Concentrazione di odore impiegata per le simulazioni (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Criterio di calcolo a partire dalle concentrazioni di odore dei campioni sottoposti a prova (§ 2.1, Tabella 2)
Serbatoi benzina <sup>(1)</sup>	150	Concentrazione di odore massima tra le quattro concentrazioni di odore
Serbatoi greggio	72	Concentrazione di odore massima tra le due concentrazioni di odore
Serbatoi bitume	380	Concentrazione di odore massima tra le due concentrazioni di odore
Serbatoi APA	28000	Concentrazione di odore massima tra le due concentrazioni di odore
Vasca fogne meteo oleose	7300	Concentrazione di odore massima tra le due concentrazioni di odore
Vasca melme	3400	Concentrazione di odore massima tra le due concentrazioni di odore
Vasca biologico - sfiati vasca API <sup>(2)</sup>	380	Concentrazione di odore massima tra le quattro concentrazioni di odore

- (1) Sono stati campionati due serbatoi di benzine durante i monitoraggi olfattometrici (vedasi Tabella 2). Essendo risultate le concentrazioni di odore di tali campioni molto simili tra loro non si è ritenuto di dover distinguere, dal punto di vista olfattometrico, i serbatoi contenenti diversi sottoprodotti affini alle benzine.
- (2) Le vasche del trattamento biologico, MS3a e MS3b, terminano con le vasche sfiati API S24 e S17. Pertanto le prime e le seconde sono state accorpate, nelle simulazioni, in un'unica sorgente.

Dunque le sorgenti effettivamente incluse nello scenario emissivo per le simulazioni sono le seguenti.

**Tabella 4. Sorgenti incluse nello scenario emissivo.**

Sorgenti di emissione	Morfologia della sorgente
Serbatoio greggio 104	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio greggio 105	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio semilavorato benzine 112	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio greggio 121	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio APA 124	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio semilavorato benzine 126	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio semilavorato benzine 127	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio semilavorato benzine 129	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio semilavorato benzine 130	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio semilavorato benzine 131	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio semilavorato benzine 132	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio greggio 135	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio greggio 137	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio semilavorato benzine 153	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio benzine finite 157	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio bitume 159	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio bitume 161	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio bitume 173	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio bitume 174	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio bitume 175	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio bitume 176	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio bitume 177	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio bitume 178	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Serbatoio semilavorato benzine 501	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio benzine finite 502	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio benzine finite 504	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio benzine finite 509	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio semilavorato benzine 510	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto galleggiante)
Serbatoio APA 589	Diffusa/fuggitiva (serbatoio a tetto fisso)
Vasca fogne meteo oleose S34, S36, S33, S12, V3	Diffusa estesa areale a ventilazione eolica naturale (vasca di liquido, con la superficie esposta all'atmosfera)
Vasca melme W71	Diffusa estesa areale a ventilazione eolica naturale (vasca di liquido, con la superficie esposta all'atmosfera)
Vasca biologico MS3a, MS3b - Vasca sfiati API S17, S24	Diffusa estesa areale a ventilazione eolica naturale (vasca di liquido, con la superficie esposta all'atmosfera)

### 2.2.2 Assunzioni per la definizione dei parametri di emissione delle sorgenti

Le diverse sorgenti di emissioni di odore dello stabilimento sono state modellizzate come segue.

- Per i serbatoi a tetto fisso si ipotizza che l'emissione diffusa sia connessa esclusivamente all'esalazione attraverso gli sfiati o le valvole di respirazione durante le operazioni di carico dei serbatoi, e che in particolare la portata volumetrica di aeriforme odorigeno emessa complessivamente dagli sfiati e dalle valvole di respirazione di ogni serbatoio sia pari alla portata volumetrica di prodotto caricata nel serbatoio. La portata volumetrica di prodotto caricato è stata calcolata dai livelli di carica (in mm) dei serbatoi ora per ora forniti dal gestore relativamente all'anno 2012 e dalla sezione interna del serbatoio. Nelle ore in cui il serbatoio non è in carico (ossia il livello di carica è uguale o inferiore al livello dell'ora precedente) l'emissione di odore è nulla. La concentrazione di odore dell'emissione di odore attraverso gli sfiati è pari a quella del campione aeriforme prelevato, durante il monitoraggio olfattometrico, direttamente da uno degli sfiati del serbatoio.
- Per i serbatoi a tetto galleggiante si ipotizza che l'emissione sia connessa sia alla volatilizzazione del fluido che aderisce alla superficie interna verticale del serbatoio durante e dopo le operazioni di scarico, sia al rilascio del fluido volatilizzato tramite possibili fughe attraverso le guaine perimetrali del tetto. La portata volumetrica dell'aeriforme odorigeno emesso è calcolata in relazione all'intensità dei moti atmosferici turbolenti che principalmente determinano la volatilizzazione delle sostanze dalla superficie del serbatoio; più precisamente, è data dal prodotto fra l'area della corona circolare (avente diametro esterno pari al diametro del tetto e diametro interno di un metro inferiore a quest'ultimo) corrispondente alla guaina perimetrale del tetto e la velocità ascensionale dell'aria dovuta alla turbolenza atmosferica, parametrizzata come il valore massimo (ora dopo ora) fra la velocità di attrito superficiale ( $u_*$ ) e la velocità di scala convettiva ( $w_*$ ) (vedasi § 3.3). La concentrazione di odore dell'emissione è stimata sulla base dei campioni olfattometrici sottoposti a prova (vedasi § 2.1).
- Per le vasche la portata volumetrica emessa è stata assunta pari al valore comunicato dal gestore dello stabilimento. La portata volumetrica dell'aeriforme odorigeno emesso è successivamente ricalcolata, per ogni ora del dominio temporale di simulazione, in relazione all'intensità dei moti atmosferici turbolenti che principalmente determinano la volatilizzazione delle sostanze; più precisamente, è data dal prodotto fra la portata volumetrica comunicata dal gestore e la velocità ascensionale dell'aria dovuta alla turbolenza atmosferica, parametrizzata come il valore massimo (ora dopo ora) fra la velocità di attrito superficiale ( $u_*$ ) e la velocità di scala convettiva ( $w_*$ ) (vedasi § 3.3). La concentrazione di odore dell'emissione è stimata sulla base dei campioni olfattometrici sottoposti a prova (vedasi § 2.1).

## 2.2.3 Serbatoi di stoccaggio idrocarburi

**Tabella 5. Serbatoi considerati nel presente studio, secondo quanto indicato dal gestore.**

Serbatoio	Fluido stoccato <sup>(1)</sup>	Fluido assimilato per analogia <sup>(2)</sup>	Concentrazione di odore (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ) <sup>(3)</sup>	Tipo di tetto <sup>(1)</sup>	Diametro (m) <sup>(1) (4)</sup>	n. sfiati	Area emissiva (m <sup>2</sup> ) <sup>(5)</sup>
104	Greggio	greggio	72	galleggiante	54,9	-	85,4
105	Greggio	greggio	72	galleggiante	54,9	-	85,4
112	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	40,8	-	63,4
121	Greggio	greggio	72	galleggiante	54,9	-	85,4
124	APA	APA	28000	fisso	0,3	1	0,073
126	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	33,6	-	52,1
127	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	33,5	-	51,9
129	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	14,6	-	22,2
130	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	14,6	-	22,2
131	Semilavorato benzine	benzina	150	fisso	0,3	2	0,101
132	Semilavorato benzine	benzina	150	fisso	0,3	2	0,101
135	Greggio	greggio	72	galleggiante	68,0	-	106
137	Greggio	greggio	72	galleggiante	75,4	-	117,7
153	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	51,0	-	79,3
157	Benzine finite	benzina	150	galleggiante	42,6	-	66,2
159	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
161	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
173	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
174	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
175	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
176	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
177	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
178	Bitume	bitume	380	fisso	0,2	1	0,0182
501	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	39,0	-	60,5
502	Benzine finite	benzina	150	galleggiante	39,0	-	60,5
504	Benzine finite	benzina	150	galleggiante	39,0	-	60,5
509	Benzine finite	benzina	150	galleggiante	49,5	-	78,0
510	Semilavorato benzine	benzina	150	galleggiante	49,5	-	77,0
589	APA	APA	28000	fisso	0,2	2	0,0649

- (1) Informazione fornita dal gestore.
- (2) I tipi di fluidi effettivamente stoccati nei serbatoi, come risultanti nella colonna di sinistra, sono stati assimilati, per quanto riguarda le emissioni di odore, a una delle tipologie di fluido per le quali sono noti i parametri di emissione di odore (vedasi Tabella 3).
- (3) Vedasi Tabella 3.
- (4) Per i serbatoi a tetto galleggiante, il diametro in tabella è il diametro interno del serbatoio. Per i serbatoi a tetto fisso, il diametro in tabella è il diametro dello sfiato. I diametri di sfiati e valvole sono stati comunicati dal committente.
- (5) Per i serbatoi a tetto galleggiante, è l'area della corona circolare (calcolata come specificato nel § 2.2.2). Per i serbatoi a tetto fisso, è l'area equivalente degli sfiati ricavata dal diametro e dal numero di sfiati per ciascun serbatoio. Il numero di sfiati e valvole è stato comunicato dal committente.

**Tabella 6. Portata di odore dei serbatoi.**

Serbatoio	Tipo di tetto	Portata di odore emessa dai serbatoi a tetto galleggiante (ou <sub>E</sub> /s @ 1 m/s) <sup>(1)</sup>	Portata di odore emessa dai serbatoi a tetto fisso (ou <sub>E</sub> /s @ 1 m/h) <sup>(2)</sup>
104	galleggiante	6100	-
105	galleggiante	6100	-
112	galleggiante	9500	-
121	galleggiante	6100	-
124	fisso	-	780
126	galleggiante	7800	-
127	galleggiante	7800	-
129	galleggiante	3300	-
130	galleggiante	3300	-
131	fisso	-	2,7
132	fisso	-	2,7
135	galleggiante	7600	-
137	galleggiante	8500	-
153	galleggiante	12000	-
157	galleggiante	9900	-
159	fisso	-	6,9
161	fisso	-	11
173	fisso	-	44
174	fisso	-	44
175	fisso	-	16
176	fisso	-	16
177	fisso	-	19
178	fisso	-	19
501	galleggiante	9100	-
502	galleggiante	9100	-
504	galleggiante	9100	-
509	galleggiante	12000	-
510	galleggiante	12000	-
589	fisso	-	2200

- (1) Per i serbatoi a tetto galleggiante la portata di odore è calcolata moltiplicando l'area della corona circolare del serbatoio (Tabella 5) per la velocità ascensionale unitaria e per la concentrazione di odore. La portata di odore inserita nelle simulazioni ora per ora nel dominio temporale di simulazione è pari al valore in tabella moltiplicato per la velocità ascensionale oraria dell'aria.
- (2) Per i serbatoi a tetto fisso la portata di odore è calcolata moltiplicando l'area equivalente degli sfiati per la velocità di innalzamento unitaria del livello (1 m/h) e per la concentrazione di odore e dividendo per 3600 s/h. La portata di odore inserita nelle simulazioni ora per ora nel dominio temporale di simulazione è pari al valore in tabella moltiplicato, nelle ore nelle quali il serbatoio è assunto in carica, per l'incremento orario del livello del liquido nel serbatoio (in m).

#### 2.2.4 Vasche di trattamento reflui

**Tabella 7. Dimensioni delle sorgenti areali.**

Sorgente areale (vasche)	Dimensioni <sup>(1)</sup>
Vasca fogne meteo oleose S34, S36, S33, S12, V3	n. 4 vasche complessivamente di dimensioni 25 m x 9 m; area totale: 225 m <sup>2</sup>
Vasca melme W71	vasca quadrata di dimensione 10 m x 10 m; area totale: 100 m <sup>2</sup>
Vasca biologico MS3a, MS3b - Vasca sfiati API S17, S24	n. 4 vasche complessivamente di dimensione 41 m x 26 m; area totale: 1066 m <sup>2</sup>

- (1) Dati comunicati dal committente.



### 2.2.5 Modellizzazione delle sorgenti nelle simulazioni di dispersione

Nelle simulazioni le sorgenti reali elencate nel § 2.2.1 sono state rappresentate nelle sorgenti seguenti. Per contenere i tempi di simulazione, in particolare, le sorgenti di emissione costituite dai serbatoi elencati in Tabella 5 sono state aggregate in considerazione della loro prossimità, come elencato di seguito.

**Tabella 8. Rappresentazione delle sorgenti reali nelle simulazioni.**

Sorgente nelle simulazioni	Sorgente reale rappresentata (Tabella 5)
SG01	serb. 589
SG02	serb. 159   161   173   174   175   176   177   178
SG03	serb. 126   127   129   130   131   132
SG04	serb. 137
SG05	serb. 104   105   509
SG06	serb. 121   135   510
SG07	serb. 124
SG08	serb. 501   502   504
SG09	serb. 153
SG10	serb. 112   157
SG11	Vasche fogne meteo oleose
SG12	Vasca melme
SG13	Biologico   sfiati vasche API

### 2.3 Parametri di emissione

**Tabella 9. Caratteristiche geometriche delle sorgenti nelle simulazioni di dispersione.**

Sorgente	Coord. X (m) <sup>(1)</sup>	Coord. Y (m) <sup>(1)</sup>	Quota del suolo alla base della sorgente (m) <sup>(2)</sup>	Altezza del punto di emissione rispetto al suolo (m)	Diametro della sezione di efflusso (m)
SG01	608348	4826839	3,0	15,8 <sup>(3)</sup>	0,0649 <sup>(5)</sup>
SG02	608315	4826512	3,0	11,1 <sup>(4)</sup>	1,28 <sup>(6)</sup>
SG03	608012	4826380	4,0	13,0 <sup>(4)</sup>	97,2 <sup>(6)</sup>
SG04	607546	4826515	4,0	19,6 <sup>(3)</sup>	75,4 <sup>(5)</sup>
SG05	607636	4826689	3,0	16,9 <sup>(4)</sup>	159,0 <sup>(6)</sup>
SG06	607797	4826657	1,0	16,3 <sup>(4)</sup>	172,0 <sup>(6)</sup>
SG07	607697	4826877	3,0	10,0 <sup>(3)</sup>	0,30 <sup>(5)</sup>
SG08	607949	4827002	2,0	16,0 <sup>(4)</sup>	117,0 <sup>(6)</sup>
SG09	607509	4827149	2,0	16,6 <sup>(3)</sup>	51,0 <sup>(5)</sup>
SG10	607698	4827112	2,0	15,6 <sup>(4)</sup>	83,5 <sup>(6)</sup>
SG11	608105	4827279	2,0	0 <sup>(3)</sup>	16,9 <sup>(7)</sup>
SG12	608165	4827372	1,0	2,0 <sup>(3)</sup>	11,3 <sup>(7)</sup>
SG13	608061	4827389	1,0	3,0 <sup>(3)</sup>	36,8 <sup>(7)</sup>

- (1) Coordinate planimetriche desunte dai documenti cartografici e riferiti al sistema di coordinate definito nel § 4.1.
- (2) Quote desunte dai dati orografici specificati nel § 4.3.
- (3) Dato comunicato dal committente.
- (4) Per le sorgenti che rappresentano l'aggregazione di più serbatoi, l'altezza del punto di emissione è stata posta pari alla minore delle altezze dei serbatoi del gruppo, dove l'altezza di ciascun serbatoio è stata comunicata dal committente.
- (5) Vedasi Tabella 5.
- (6) Per le sorgenti che rappresentano l'aggregazione di più serbatoi, il diametro della sorgente risultante è posto pari alla somma dei diametri dei serbatoi del gruppo; nel caso presente infatti tale scelta sembra preferibile rispetto all'assumere il diametro della sorgente risultante pari al diametro del cerchio di area pari alla somma delle aree dei serbatoi del gruppo.
- (7) Per le vasche, il diametro è quello del cerchio di area pari alla superficie della vasca (vedasi Tabella 7).

**Tabella 10. Parametri fisici di emissione delle sorgenti in Tabella 9**

Sorgente	Portata volumetrica (a 20 °C, m <sup>3</sup> /s)	Temperatura dell'aeriforme emesso (°C)	Velocità di efflusso (m/s)	Vertical momentum flux factor <sup>(5)</sup>
SG01	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG02	- <sup>(1)</sup>	160 <sup>(6)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG03	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG04	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG05	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG06	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG07	- <sup>(1)</sup>	60 <sup>(6)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG08	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG09	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG10	- <sup>(1)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG11	3,11 <sup>(2)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG12	1,37 <sup>(2)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0
SG13	13,5 <sup>(2)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	trascurabile <sup>(4)</sup>	0

- (1) Per i serbatoi, anche a seguito delle aggregazioni effettuate (§ 2.2.5), non giova riportare la portata volumetrica emessa, che comunque è calcolata come specificato nel § 2.2.2.
- (2) Portata volumetrica comunicata dal gestore, riferita alla velocità ascensionale unitaria dell'aria.
- (3) Valore convenzionale, impostato considerando che la temperatura dei liquidi contenuti nei serbatoi e nelle vasche considerati non dovrebbe generalmente generare significativi innalzamenti degli aeriformi per galleggiamento (*buoyancy rising*).
- (4) Ai fini della determinazione dell'innalzamento del pennacchio, la velocità di efflusso di questa sorgente è trascurabile, perché non è significativamente superiore alle velocità dell'aria nello strato limite planetario.
- (5) Questo fattore è pari rispettivamente a 1 o a 0 quando la componente meccanica che contribuisce all'innalzamento del pennacchio (*momentum rising*) è considerata oppure non è considerata nel modello di dispersione.
- (6) I serbatoi sono mantenuti in temperatura mediante un sistema di riscaldamento. La temperatura del fluido è stata comunicata dal committente ed è assunta costante lungo tutto il dominio di simulazione.

**Tabella 11. Portate di odore in emissione delle sorgenti in Tabella 9.**

Sorgente	Portata di odore (ou <sub>E</sub> /s)
SG01	- <sup>(1)</sup>
SG02	- <sup>(1)</sup>
SG03	- <sup>(1)</sup>
SG04	- <sup>(1)</sup>
SG05	- <sup>(1)</sup>
SG06	- <sup>(1)</sup>
SG07	- <sup>(1)</sup>
SG08	- <sup>(1)</sup>
SG09	- <sup>(1)</sup>
SG10	- <sup>(1)</sup>
SG11	23'000 <sup>(3)</sup>
SG12	4'700 <sup>(3)</sup>
SG13	5'100 <sup>(3)</sup>

- (1) Vedasi Tabella 6 e Tabella 8.
- (3) Portata di odore riferita alla velocità ascensionale unitaria (quindi ou<sub>E</sub>/s @ 1 m/s) dell'aria. Essa è calcolata moltiplicando la portata volumetrica alla velocità ascensionale unitaria (vedasi Tabella 10) per la concentrazione di odore (Tabella 3). Nelle simulazioni di dispersione eseguite, la portata di odore è stata ricalcolata, ora per ora, moltiplicando tale valore per la velocità ascensionale oraria dell'aria stimata dai parametri di turbolenza.

## 2.4 Variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione

**Tabella 12. Assunzioni circa le variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione.**

Sorgente	Variazioni dei parametri di emissione nel dominio temporale di simulazione
Serbatoi a tetto galleggiante	Attiva 24h/24h. La portata di odore oraria, ora dopo ora, è calcolata moltiplicando il valore in Tabella 6 per il massimo orario fra la velocità di attrito superficiale oraria ( $u_*$ ) e la velocità di scala convettiva oraria ( $w_*$ ).
Serbatoi a tetto fisso	Attiva solamente quando il serbatoio è in carica (vedasi § 2.2). La portata di odore oraria, ora dopo ora, quando la sorgente è attiva, è calcolata moltiplicando il valore in Tabella 11 per la differenza (se positiva) fra il livello di carica (in m) del serbatoio nell'ora corrente (come risultante dai tabulati forniti dal gestore della raffineria) ed il livello di carica (in m) del serbatoio nell'ora precedente. La portata di odore è invece nulla se il livello è stabile o in diminuzione.
Vasche	Attiva 24h/24h. La portata di odore oraria, ora dopo ora, è calcolata moltiplicando il valore in Tabella 11 per il massimo orario fra la velocità di attrito superficiale oraria ( $u_*$ ) e la velocità di scala convettiva oraria ( $w_*$ ).

Nell'Allegato 6 alcuni grafici illustrano la variazione nel tempo della portata di odore delle sorgenti di emissione; più in dettaglio nell'allegato sono riportate le figure seguenti.

- La Figura 6.01 mostra, a titolo esemplificativo, la distribuzione di frequenza della somma delle portate di odore effettive orarie della sorgente 11, ossia delle "Vasche fogne meteo oleose". Si nota che per questa sorgente la classe di portata di odore effettiva più frequente (moda) è intorno a 2'000 ou<sub>E</sub>/s, ma i valori massimi assunti nelle simulazioni sono un ordine di grandezza superiore.
- La Figura 6.02 mostra gli andamenti, secondo il mese e l'ora, della portata di odore delle stesse sorgenti della figura precedente. Poiché la portata di odore è calcolata in funzione del valore massimo orario fra la velocità di attrito superficiale oraria (che ha l'andamento illustrato in Figura 3.07 dell'Allegato 3: è grosso modo proporzionale alla velocità del vento) e la velocità di scala convettiva oraria (che ha l'andamento illustrato in Figura 3.10 dell'Allegato 3: è nulla nelle ore notturne ed è grosso modo proporzionale alla radiazione solare), questi andamenti presentano un aumento marcato nelle ore centrali del giorno, specie nei mesi primaverili, mentre nei mesi freddi rispetto ai mesi caldi le portate di odore sono mediamente maggiori di notte, ma aumentano in misura più contenuta nelle ore diurne.
- La Figura 6.03 rappresenta le medie annuali aggregate per ora del giorno di tutte le sorgenti considerate nelle simulazioni; evidenzia quindi gli andamenti ciclici giornalieri e i contributi relativi delle diverse sorgenti. In particolare sono state qui raggruppate le sorgenti relative ai serbatoi e le sorgenti relative alle vasche del trattamento acque (TAE). Nello scenario emissivo considerato le portate di odore dei serbatoi sono le maggiori sul totale delle emissioni dello stabilimento.
- La Figura 6.04 rappresenta il massimo giornaliero della portata di odore oraria totale effettiva; sul grafico è visibile il contributo dei serbatoi considerati e delle vasche del TAE al massimo giornaliero. Sulle ascisse si leggono le date del dominio temporale di simulazione, l'anno 2012. Conseguentemente alle ipotesi assunte (vedasi Tabella 12), la portata di odore fluttua in modo apparentemente irregolare durante l'anno, ma in realtà in modo proporzionale all'andamento della velocità del vento e della turbolenza di origine convettiva.

### 3. Scenario micrometeorologico

#### 3.1 Dati meteorologici grezzi disponibili

**Tabella 13. Identificazione e caratteristiche delle stazioni meteorologiche superficiali disponibili.**

Stazione	Gestore della stazione e fonte dei dati	Località	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Quota s.l.m. (m)	Distanza dalle sorgenti di emissione (km) <sup>(5)</sup>	Quota dell'anemometro rispetto al suolo (m)
Raffineria	ENI Livorno <sup>(1)</sup>	Via Aurelia 7, fraz. Stagno, Collesalveti (LI)	608287 <sup>(3)</sup>	4826996 <sup>(3)</sup>	1,0 <sup>(3)</sup>	0	10 <sup>(3)</sup>
Lido di Camaione	Regione Toscana <sup>(2)</sup>	Via Fratelli Rosselli, Camaione (LU)	599823 <sup>(3)</sup>	4861259 <sup>(3)</sup>	5,0 <sup>(4)</sup>	35	1,8 <sup>(6)</sup>

- (1) I dati meteorologici sono stati forniti dal gestore dello stabilimento (ns. prot. 13T0228) e provengono dalla stazione della raffineria.
- (2) I dati meteorologici per questa stazione sono stati trasmessi dalla Regione Toscana (ns. prot. 14T0055).
- (3) Dato comunicato dal gestore della stazione.
- (4) Dato riportato sul sito internet <http://agrometeo.arsia.toscana.it>.
- (5) Distanza calcolata dalle coordinate planimetriche della stazione rispetto alle coordinate del centro dello stabilimento (§ 4.2).
- (6) Quota del sensore di misurazione della radiazione solare, parametro per il quale sono stati richiesti i dati meteorologici di questa stazione.

**Tabella 14. Parametri meteorologici impiegati nelle elaborazioni.**

Parametro meteorologico	Stazione di provenienza <sup>(1)</sup>	Elaborazione fornita dalla stazione	Passo temporale	Unità di misura	Periodo
Temperatura dell'aria	Raffineria	media	orario	°C	dal 01/01/2012 al 31/12/2012 <sup>(2)</sup>
Velocità del vento	Raffineria	media scalare	orario	m/s	
Velocità del vento risultante	Raffineria	media vettoriale	orario	m/s	
Direzione di provenienza del vento	Raffineria	risultante vettoriale	orario	gradi nord	
Radiazione solare incidente totale	Lido di Camaione	media	30 minuti	W/m <sup>2</sup>	
Pressione atmosferica	Raffineria	media	orario	mbar	

- (1) Vedasi Tabella 13.
- (2) Gli orari di registrazione dei dati sono apparentemente sincronizzati sul fuso CET (UTC+01), che è già quello normalmente impiegato nelle simulazioni (vedasi § 3.4).

#### 3.2 Normalizzazione dei dati meteorologici grezzi

##### 3.2.1 Calcolo dei dati a passo temporale orario

Poiché alcuni dati meteorologici grezzi erano disponibili con passo temporale più fitto di quello richiesto dal modello di dispersione utilizzato, sono state eseguite delle elaborazioni per calcolare i dati con passo temporale orario, come descritto nella tabella seguente.

**Tabella 15. Elaborazioni compiute per calcolare i dati con passo temporale orario.**

Parametro meteorologico	Tipo di elaborazione per il calcolo dei dati con passo temporale orario
Radiazione solare media oraria	media aritmetica oraria dei dati a passo temporale originario

##### 3.2.2 Copertura delle vacanze

I dati meteorologici a passo temporale orario presentano alcune vacanze (dati registrati invalidi o non registrati), come riportato nella tabella seguente.

**Tabella 16. Percentuale di dati meteorologici orari non validi, secondo il mese.**

Parametro meteo	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	globale
Temperatura aria	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Velocità vento	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,4%	<0,1%
Velocità vento risult.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,4%	<0,1%
Direzione del vento	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,4%	<0,1%
Radiaz. solare totale	0%	0,3%	0%	0%	0%	6,5%	0%	0%	3,2%	9,1%	0%	6,3%	2,1%
Pressione atmosferica	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Le vacanze presenti nei dati di durata inferiore a 4 ore (o 2 ore per i dati di radiazione solare) sono state completate per interpolazione lineare fra i due dati validi adiacenti. Le vacanze più ampie sono state completate rimpiazzando ciascun dato orario vacante:

- per la direzione del vento, con la direzione prevalente secondo il mese e l'ora, dedotta dall'intero insieme di dati validi;
- per gli altri parametri, con il dato medio secondo il mese e l'ora per quel parametro, calcolato dall'intero insieme di dati validi.

### 3.3 Calcolo dei parametri micrometeorologici

**Tabella 17. Parametri micrometeorologici (di turbolenza atmosferica) ottenuti in output dal pre-processore.**

Parametro micrometeorologico	Sigla	Passo temporale	Metodo di calcolo
Copertura nuvolosa <sup>(3)</sup>	cl	orario	ADMS3 <sup>(1)</sup>
Radiazione solare netta	Q*	orario	
Flusso di calore sensibile superficiale	Q <sub>h</sub>	orario	
Velocità d'attrito superficiale (friction velocity)	u*	orario	
Lunghezza di Monin-Obukhov	L <sub>MO</sub>	orario	
Velocità di scala convettiva	w*	orario	
Altezza di rimescolamento (altezza dello strato limite)	MH	orario	CALMET <sup>(2)</sup>

- (1) D.J. Thomson "ADMS3 - The Met Input Module", P05/01N/03, Cambridge Environmental Research Consultants (CERC), Novembre 2003.
- (2) J.S. Scire, F.R. Robe, M.E. Fernau, R.J. Yamartino "A User's Guide for the CALMET Meteorological Model", Earth Tech Inc., Gennaio 2005.
- (3) Il coefficiente angolare e l'intercetta della retta della radiazione solare short-wave in funzione dell'elevazione solare in assenza di nubi (cl=0) sono stati impostati, analizzando graficamente i dati di radiazione solare totale, rispettivamente ai valori a1=+780 W/m<sup>2</sup> e a2=+15 W/m<sup>2</sup>.

### 3.4 Allestimento dell'input meteo del modello di dispersione

**Tabella 18. Informazioni riguardo all'allestimento dell'input meteo del modello di dispersione.**

Fuso orario (time zone)	ABTZ = UTC+0100 (fuso orario CET)
Passo temporale di simulazione (modeling time-step)	1 ora (NSECDT = 3600) <sup>(1)</sup>
Meteorological Data Format (METFM)	METFM = 2 (ISC ASCII file) <sup>(2)</sup>
Rugosità superficiale (surface roughness length) (z <sub>0</sub> )	1,0 m

- (1) Ossia il file di input meteo del modello di dispersione è costituito dalla sequenza ininterrotta di dati micrometeorologici con cadenza oraria. Questa impostazione è funzionale alla necessità di calcolare le concentrazioni di inquinante al suolo per ogni singola ora, così da poter esprimere numericamente l'esposizione mediante un assegnato percentile delle concentrazioni orarie di inquinante.
- (2) Ossia lo scenario meteorologico è definito mediante una sola stazione meteorologica superficiale, dunque l'atmosfera è simulata come omogenea sui piani orizzontali.

### 3.5 Analisi degli andamenti dei parametri meteorologici

#### 3.5.1 Convenzioni adottate nell'accorpamento temporale dei parametri meteorologici

I valori delle ore che compaiono negli allegati indicano, secondo la consueta convenzione, i 60 minuti precedenti l'ora: ad esempio, l'ora 16 indica i 60 minuti fra le 15:00 e le 16:00.

Le ore della giornata sono accorpate in "notte" e "di" assumendo come "di" il periodo compreso fra un'ora dopo l'alba fino ad un'ora prima del tramonto. Poiché il set di dati di ciascun parametro meteorologico è una successione discreta di valori orari, si assume nel presente studio che un'ora del mattino appartiene al "di" se la transizione fra notte e di (ossia il momento un'ora dopo l'alba) avviene prima della metà dell'ora stessa; allo stesso modo, un'ora della sera appartiene al "di" se la transizione fra di e notte (ossia il momento un'ora prima del tramonto) avviene oltre la metà dell'ora stessa. Questa condizione è stata tradotta (con una trascurabile approssimazione) assumendo che siano ore del "di" tutte le ore al centro delle quali l'elevazione solare è maggiore di 0,156.

Seguendo la consueta convenzione adottata in meteorologia, le stagioni hanno inizio il primo giorno del mese in cui avviene il cambiamento di stagione astronomica. Ad esempio, l'inverno inizia il primo di dicembre e termina l'ultimo giorno (28 o 29) di febbraio.

#### 3.5.2 Allegato 2. Rose dei venti

In allegato sono illustrate le rose dei vettori del vento ottenute dai dati meteo orari a valle del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.2).

Nella prassi meteorologica, nelle rose dei venti è consuetudine indicare l'angolo di direzione del vento, ossia, per convenzione, l'angolo di provenienza del vento, in senso orario rispetto al nord. Ad esempio, quando si indica che il vento ha angolo 90° (est), si intende che esso soffia da est verso ovest.

Al contrario, nell'ambito della simulazione della dispersione degli inquinanti, è più efficace rappresentare non già la direzione del vento (ossia l'angolo di provenienza), ma piuttosto il vettore del vento (ossia la direzione verso cui il vento soffia). Quest'ultima è la convenzione assunta nel presente studio.

Quindi, nel presente studio, quando si indica, ad esempio, che il vento ha angolo 90° (est), si intende che esso soffia da ovest verso est.

La Figura 2.01 è la rosa generale dei vettori di direzione del vento ricavata dai dati orari. Essa evidenzia, presso il sito geografico in esame, le seguenti direzioni prevalenti:

- dal settore fra NNE e E verso il settore fra SSW e W, largamente predominante; in questo settore il picco di frequenza è verso WSW;
- da WNW verso ESE, meno frequente delle precedenti.

La Figura 2.02 è la rosa dei vettori del vento secondo l'alternanza di notte e di.

- I venti diurni e notturni hanno le medesime direzioni prevalenti evidenziate nella rosa generale (Figura 2.01).
- I venti verso i quadranti orientali e specialmente quelli verso ESE sono più frequenti nelle ore diurne.
- I venti verso i quadranti occidentali sono più frequenti nelle ore notturne. In particolare, i venti verso il settore compreso fra WNW e N sono largamente più frequenti nelle ore notturne.

La Figura 2.03 è la rosa dei vettori del vento secondo la fascia oraria.

- I venti verso WSW e W sono tipici delle ore del primo mattino.
- I venti verso NW e NNW sono molto più frequenti nelle ore notturne.
- I venti verso ESE e S sono molto più frequenti nelle ore centrali del giorno e nella fascia serale.

La Figura 2.04 è la rosa dei vettori del vento secondo la stagione.

- In autunno e in inverno sono particolarmente frequenti i venti verso il settore compreso fra SSW e W.
- In primavera e in estate i venti sono più uniformemente distribuiti. In estate i venti si dispongono prevalentemente verso ESE oppure verso WSW e W, con frequenze simili.

La Figura 2.05 è la rosa dei vettori del vento secondo la velocità del vento.

- I venti delle classi di velocità  $0 \div 1$  m/s sono diretti quasi esclusivamente verso i quadranti occidentali.
- I venti delle classi di velocità  $1 \div 2$  m/s sono diretti in larga prevalenza verso il settore compreso fra SSW e W.
- I venti delle classi di velocità  $2 \div 3$  m/s sono diretti prevalentemente verso ESE, ma sono molto frequenti anche verso WSW e W.
- I venti più intensi (velocità  $> 3,0$  m/s) si dispongono su due settori contrapposti: verso il settore compreso fra NNE e E oppure verso quello compreso fra S e W.
- In generale i venti verso i quadranti orientali (più tipicamente diurni) hanno una distribuzione delle velocità intorno ai valori alti ( $> 2$  m/s); quelli verso il quadrante sudoccidentale (tipici del primo mattino) intorno ai valori intermedi ( $1 \div 2$  m/s); quelli verso il quadrante nordoccidentale (tipici delle ore notturne) intorno ai valori bassi ( $< 1$  m/s).

La Figura 2.06 è la mappa delle frequenze delle classi di velocità del vento, secondo l'ora del giorno. Sulle ascisse è l'ora del giorno e sulle ordinate la velocità del vento.

- Di notte (ore  $23 \div 07$ ) la classe di velocità largamente più frequente è  $0,5 \div 1$  m/s.
- Durante il mattino l'intera distribuzione delle velocità si trasla gradualmente verso le velocità maggiori; in serata nuovamente essa si riporta verso i livelli tipici notturni.

La Figura 2.07 è la rosa dei vettori del vento secondo la stagione e secondo l'alternanza di notte e dì.

- I venti verso SSW e SW sono tipici delle notti invernali.
- I venti verso WSW e W sono più frequenti nelle notti invernali o autunnali.
- I venti verso gli interi quadranti orientali sono molto più frequenti nei dì estivi.
- I venti verso NW e NNW sono tipici delle notti estive e primaverili.

La Figura 2.08 è la mappa delle frequenze dei vettori del vento, secondo l'ora del giorno. Sulle ascisse è la direzione verso cui il vento è diretto e sulle ordinate l'ora del giorno.

- I venti verso il settore compreso fra SSW e WNW sono frequenti in tutte le ore, ma il massimo della frequenza è nelle ore della mattina (ore  $05 \div 11$ ).
- I venti diretti verso i quadranti orientali sono più frequenti nelle ore  $11 \div 23$ .
- Nel tardo pomeriggio (ore  $15 \div 19$ ) i massimi di frequenza dei venti sono verso ESE e S.



### 3.5.3 Allegato 3. Medie dei parametri meteorologici, secondo il mese e l'ora

In allegato sono illustrate le medie dei parametri meteorologici orari, secondo il mese e l'ora, ottenute dai dati meteo orari, prima del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.2). Quanto ai parametri micrometeorologici elencati in Tabella 17, le figure ad essi relativi sono ottenuti dall'intero set di dati calcolato.

La Figura 3.01 è il grafico delle medie della temperatura dell'aria oraria, secondo il mese e l'ora.

- L'andamento giornaliero della temperatura nei diversi mesi è quello consueto per questo parametro.

La Figura 3.02 è il grafico delle medie della velocità del vento scalare oraria, secondo il mese e l'ora.

- Dopo l'alba la velocità del vento solitamente cresce fino al pomeriggio e poi decresce intorno al tramonto. Questo andamento è più accentuato nei mesi con maggiore convettività diurna.
- Generalmente nelle ore notturne i venti sono più intensi nei mesi freddi che nei mesi caldi.

La Figura 3.04 è il grafico delle medie della radiazione solare globale oraria, secondo il mese e l'ora.

- L'andamento è regolare, proporzionale all'elevazione solare.

La Figura 3.09 è il grafico delle medie dell'altezza di mescolamento oraria, secondo il mese e l'ora.

- Dopo l'alba l'altezza di mescolamento cresce gradualmente fino al tramonto, quando torna repentinamente ai valori notturni.
- Nei mesi caldi l'altezza di mescolamento nelle ore notturne è mediamente inferiore (a causa dei venti più deboli) ma cresce molto più intensamente nel corso del dì.

### 3.5.4 Allegato 4. Medie, minime e massime dei parametri meteorologici

In allegato sono illustrate le medie, minime e massime dei parametri meteorologici orari, ottenute dai dati meteo orari, prima del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.2).

La Figura 4.01 è il grafico delle medie, minime e massime della temperatura dell'aria oraria.

- L'andamento delle medie mensili è regolare, eccetto gennaio e febbraio.
- Il massimo assoluto e il massimo delle medie mensili sono in agosto.
- Il minimo assoluto e il minimo delle medie mensili sono in febbraio.

La Figura 4.02 è il grafico delle medie, minime e massime della velocità del vento oraria.

- Il massimo delle medie mensili e il massimo assoluto sono in febbraio.

La Figura 4.04 è il grafico delle medie, minime e massime della radiazione solare globale oraria.

- L'andamento delle medie mensili è regolare, ad eccezione del mese di aprile, per il quale la media mensile è inferiore all'atteso.
- Il massimo delle medie mensili è in luglio.

### 3.5.5 Allegato 5. Distribuzione della velocità del vento oraria

La Figura 5.01 è la distribuzione della velocità del vento scalare media oraria, su base globale, ottenuta dai dati meteo orari, prima del procedimento di copertura delle vacanze (vedasi § 3.2.2).



- Il profilo qualitativo della distribuzione della velocità del vento media è simile a quello consueto log-normale. Il massimo della distribuzione di velocità (moda) è in corrispondenza del valore di 0,6 m/s.
- Le calme totali di vento (ossia le ore durante le quali la velocità del vento oraria è nulla) sono assenti.

## 4. Descrizione del territorio

### 4.1 Sistema di coordinate planimetriche

**Tabella 19. Sistema di coordinate planimetriche impiegato nel presente studio.**

<i>Sistema</i>	UTM (Universal Transverse of Mercatore)
<i>Datum</i>	WGS-84 (World Geodetic System 1984)
<i>Fuso</i>	32
<i>Zona</i>	T (nord)

### 4.2 Griglia di recettori di calcolo

**Tabella 20. Coordinate planimetriche per l'inquadramento generale del sito oggetto dello studio.**

	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
Estremo sudovest del dominio spaziale di simulazione	605000	4823000
Estremo nordest del dominio spaziale di simulazione	611000	4829000
Estremo sudovest dell'area dello stabilimento	607000	4825200
Estremo nordest dell'area dello stabilimento	608900	4827700
Centro approssimativo dello stabilimento	608000	4826400

**Tabella 21. Griglia di recettori di calcolo stesa sul dominio spaziale di simulazione.**

<i>Dimensione della griglia di recettori</i>	(X) 6000, (Y) 6000 m
<i>Passo della griglia di recettori (lungo X e lungo Y)</i>	200 m
<i>Computational grid spacing</i>	200 m (DGRIDKM = 0,2 km)
<i>Numero di punti recettori (nodi della griglia)</i>	961
<i>Altezza del recettore rispetto al suolo</i>	2 m

**Tabella 22. Territori comunali circostanti allo stabilimento.**

Comune	Comune in cui è ubicato lo stabilimento	Completamente incluso nella griglia di recettori	Parzialmente incluso nella griglia di recettori	Completamente esterno alla griglia di recettori <sup>(1)</sup>
Collesalveti (LI)	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>(2)</sup>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Livorno (LI)	<input checked="" type="checkbox"/> <sup>(2)</sup>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pisa (PI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(1) Questi territori comunali sono esterni alla griglia di recettori non per opinabile scelta, ma perché necessariamente la griglia di recettori deve avere dimensioni finite, tali da contenere entro termini accettabili i tempi di calcolo.

(2) Lo stabilimento è parzialmente in Comune di Livorno e parzialmente in quello di Collesalveti.

### 4.3 Dati orografici

**Tabella 23. Fonte e caratteristiche dei dati orografici (quote altimetriche) nel dominio spaziale di simulazione.**

<i>Fonte dei dati</i>	USGS (United States Geological Survey) (URL: <a href="http://earthexplorer.usgs.gov">http://earthexplorer.usgs.gov</a> )
<i>Tipo di dati</i>	SRTM, resolution 3 arc second (nominal 90 m sample spacing <sup>(1)</sup> ), digital raster elevation

(1) La griglia di punti in coordinate geografiche è stata riproiettata per interpolazione sulla griglia di recettori (vedasi § 4.2) mediante un software GIS.

La mappa delle quote altimetriche, per ciascun recettore, nel dominio spaziale di simulazione è mostrata nell'Allegato 7, Figura 7.1. In ascissa e ordinata sono indicate le coordinate planimetriche (in km).

### 4.4 Effetti dell'orografia sulla dispersione

La presenza di rilievi orografici nell'area di studio è stata studiata mediante l'opzione di *Partial plume path adjustment* di CALPUFF. Nel modello è stata introdotta come dato di ingresso la matrice delle quote altimetriche del terreno (vedasi § 4.3).

L'opzione di *Partial plume path adjustment* fa in modo che i puff emessi (che rappresentano l'aeriforme emesso che va disperdendosi trasportato dal vento) tendano a seguire il profilo del terreno, ma con una correzione: quando la quota del terreno nella direzione di avanzamento del puff cresce, l'altezza del centro del puff rispetto al terreno è ridotta di un coefficiente dipendente dalla classe di stabilità atmosferica, ossia il puff tende ad essere schiacciato contro il terreno, generando un aumento locale della concentrazione di inquinante al suolo; per converso, quando la quota del terreno decresce l'altezza del centro del puff rispetto al suolo è incrementata di un coefficiente dipendente dalla classe di stabilità atmosferica, ossia il puff tende a "decollare", generando una riduzione locale della concentrazione di inquinante al suolo. Questi due effetti sono più marcati nelle condizioni di atmosfera stabile (notturne).

#### 4.5 Corografia e cartografia

**Tabella 24. Fonte e descrizione dei documenti di corografia e cartografia.**

Fonte dei documenti	Corografie e cartografie sono state trasmesse dal gestore
---------------------	---

## 5. Modello di dispersione

### 5.1 Descrizione del modello di dispersione

**Tabella 25. Riferimenti del modello (software) di dispersione impiegato per le simulazioni.**

Nome	CALPUFF
Versione	6.42 del 14 aprile 2011 - level 110325
Produttore e distributore	Earth Tech, Inc. 196 Baker Avenue - Concord, MA 01742 - USA - <a href="http://www.src.com">http://www.src.com</a>
Progetto	CALPUFF è stato realizzato nell'ambito di un progetto finanziato dal California Air Resources Board (CARB), dal U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) e da istituzioni pubbliche e aziende private australiane.

CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN\_ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale - Aria Clima Emissioni, 2001.

Il modello di dispersione CALPUFF, nel modo in cui è impiegato nell'ambito del presente studio, è classificabile nella tipologia 2 della scheda 9 della norma UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici", ma ha alcune caratteristiche avanzate tali da classificarlo nella tipologia 3 della medesima scheda 9.

CALPUFF è uno dei *preferred models* adottati ufficialmente da US EPA per la stima della qualità dell'aria, con le seguenti motivazioni (Appendix W to Part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register, Vol. 68, No. 72, Tuesday, April 15, 2003 / Rules and Regulations):

- «In some public comments there was a general consensus that the technical basis of the CALPUFF modeling system has merit and provides substantial capabilities to not only address long range transport, but to address transport and dispersion effects in some complex wind situations».
- «CALPUFF in its current configuration is suitable for regulatory use for long range transport, and on a case-by-case basis for complex wind situations».

Si rimanda al documento citato per quanto riguarda il rapporto sugli studi circa la validazione e la stima dell'accuratezza del modello.

## 5.2 Parametri assegnati nelle simulazioni

**Tabella 26. Principali parametri di controllo assegnati nelle simulazioni di dispersione.**

Modulo per le trasformazioni chimiche	Disattivo
Modulo per la deposizione secca	Disattivo
Modulo per la deposizione umida	Disattivo
Metodo di calcolo delle velocità turbolente <sup>(1)</sup>	MCTURB = 1 (standard CALPUFF subroutines)
Metodo di calcolo dei coefficienti di dispersione	MDISP = 2 <sup>(2)</sup>
PDF <sup>(3)</sup> used for dispersion under convective conditions	MPDF = 1 (yes)
Leaf area index (indice di copertura fogliare)	XLAIIN = 0,2
Profilo verticale di velocità del vento (PLX0)	Default "ISC RURAL" values
Soglia sotto cui si attiva il modulo delle calme di vento	WSCALM = 0,1 m/s <sup>(4)</sup>
Modulo per il Building downwash	Disattivo
Plume rise (innalzamento del pennacchio)	Attivo <sup>(5)</sup>
Plume rise: transitional plume rise	MTRANS = 0
Plume rise: stack tip downwash	MTIP = 0
Plume rise: method used to compute plume rise	MRISE = 1 (Briggs plume rise)
Plume rise: vertical wind shear above stack top	MSHEAR = 0
Modellazione degli elementi del pennacchio	MSLUG = 0 (puff model used)

(1) "Method used to compute turbulence sigma-v and sigma-w using micrometeorological variables"

(2) "Dispersion coefficients from internally calculated sigma-v, sigma-w using micrometeorological variables (u\*, w\*, L, etc.)"

(3) "Probability Distribution Function"

(4) Vedasi § 3.5.5. Dunque il modulo delle calme (vedasi § 5.3) non è stato applicato a nessuna delle ore del dominio temporale di simulazione.

(5) Il *buoyancy rising* è sostanzialmente disattivo per tutte le sorgenti per le quali è stata impostata una temperatura dell'effluente pari a 0 °C (vedasi Tabella 10). Il *momentum rising* è attivo solo per le sorgenti per cui è stato assegnato "Vertical momentum flux factor" = 1 (vedasi Tabella 10).

## 5.3 Trattamento delle calme di vento

Il trattamento delle calme di vento in CALPUFF è descritto nel paragrafo 2.14 della guida utente del modello di dispersione (J.S. Scire, D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, "A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model", Earth Tech Inc., Gennaio 2000).

Sui puff rilasciati in atmosfera durante le ore di calma di vento, CALPUFF attua i seguenti accorgimenti:

- la posizione del centro del puff rimane immutata;
- l'intera massa di inquinante da rilasciare nel corso dell'ora è posta in un unico puff;
- il puff è posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento (non è calcolato l'innalzamento graduale);
- non sono calcolati gli effetti scia degli edifici;
- la crescita dei parametri  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri  $\sigma_v$  e  $\sigma_w$  (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

Sui puff che sono già stati rilasciati prima dell'ora di calma di vento, CALPUFF attua i seguenti accorgimenti, durante le ore di calma di vento:

- la posizione del centro del puff rimane immutata;
- il puff è posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento (non è calcolato l'innalzamento graduale);
- la crescita dei parametri  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;

- i parametri  $\sigma_v$  e  $\sigma_w$  (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

## 5.4 Effetti delle fluttuazioni istantanee della concentrazione di odore ai recettori

Affinché un odore sia percepibile è sufficiente che la concentrazione di odore in aria superi la soglia di percezione olfattiva anche solo per il tempo di un respiro. La concentrazione di odore, così come qualunque variabile scalare dell'atmosfera, fluttua istantaneamente per effetto della turbolenza. Poiché il modello di dispersione impiegato produce come output, per ciascuna ora e ciascun recettore, la media oraria della concentrazione di odore ai recettori, è necessario dedurre da questa la concentrazione oraria di picco di odore, definita come la concentrazione che in un'ora è oltrepassata per circa il tempo di un respiro (3÷4 secondi). In Australia, ove sono stati condotti ampi studi al riguardo, il documento "Approved methods for the modelling and assessment of air pollutants in New South Wales" (Department of Environment and Conservation, Sydney, New South Wales, documento "DEC 2005/361", agosto 2005), stabilisce che la stima della concentrazione di picco deve essere condotta moltiplicando la concentrazione media oraria per un coefficiente (*peak-to-mean ratio*). Nel presente studio è stato adottato un *peak-to-mean ratio* di 2,3.

## 5.5 Elaborazione finale delle concentrazioni orarie simulate

### 5.5.1 Criteri di valutazione dell'esposizione olfattiva

Per la concentrazione di odore in aria ambiente la legislazione nazionale non stabilisce limiti di riferimento (valori limite di qualità dell'aria). Le autorizzazioni rilasciate al gestore dello stabilimento e ad oggi vigenti non fissano limiti di esposizione sul territorio all'odore emesso.

Per valutare l'accettabilità dell'esposizione olfattiva sul territorio conseguente alle emissioni di odore del sito in esame si possono considerare i seguenti riferimenti:

- la D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15/02/2012 pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, Serie Ordinaria n. 8 del 20/02/2012, recante "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno";
- le linee guida dell'Agenzia Ambientale del Regno Unito (UK-EA) "H4. Odour Management" (Environment Agency, United Kingdom, Bristol, marzo 2011).

Le linee guida UK-EA assumono come livello indicativo di riferimento per "*moderately offensive odours*" la concentrazione di odore di  $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , espressa come 98° percentile.

Le linee guida contenute nella citata D.G.R. Lombardia, invece, non fissano un valore limite unico per l'esposizione olfattiva, ma richiedono che i risultati delle simulazioni di dispersione siano confrontati con tre livelli di esposizione:  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ ,  $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  e  $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , espressi come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore. Per induzione si considera allora che:

- per livelli di esposizione olfattiva inferiori ad  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore l'impatto olfattivo è accettabile;
- per livelli di esposizione olfattiva superiori a  $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore l'impatto olfattivo è non accettabile o non tollerabile;
- i livelli di esposizione olfattiva intermedi ( $1\div 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ ) costituiscono una "fascia di valutazione" all'interno della quale l'accettabilità dell'impatto deve essere valutata caso per caso, in relazione, per esempio, alla numerosità della popolazione esposta (in termini di densità abitativa) e alla destinazione d'uso prevalente (agricola, industriale, commerciale, residenziale) del territorio.

Tali criteri saranno adottati allora nel commento dei risultati delle simulazioni.

### 5.5.2 Elaborazione statistica delle concentrazioni orarie simulate

Per ciascuno dei recettori idealmente disposti sul dominio spaziale di simulazione e per ogni ora del dominio temporale, CALPUFF calcola la concentrazione media oraria di inquinante al suolo. Dalla matrice di queste concentrazioni sono calcolati quindi i parametri statistici elencati di seguito.

**Tabella 27. Parametri statistici di sintesi dei risultati delle simulazioni di dispersione.**

Inquinante	Parametri statistici	Recettori per i quali sono calcolati
Odore	98° percentile <sup>(1)</sup> su base globale delle concentrazioni orarie di picco <sup>(2)</sup> simulate in aria al suolo	Per ogni singolo recettore del dominio spaziale di simulazione (vedasi § 4.2), inclusi i recettori sensibili (vedasi § 6.2)
Odore	Massimo su base globale delle concentrazioni orarie di picco <sup>(2)</sup> simulate in aria al suolo	

- (1) Per esemplificare che cosa si intende per "98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco", si consideri quanto segue. Come definito dalla norma UNI EN 13725:2004, l'odore di un campione aeriforme avente concentrazione di odore pari a 1 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> è percepibile solo dal 50% degli individui. Quindi, ad esempio, se presso un dato recettore il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore è di 1 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, la concentrazione di picco di odore simulata nell'aria al suolo è inferiore a 1 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> per il 98% delle ore del dominio temporale delle simulazioni; quindi il 50% della popolazione non può percepire l'odore emesso dalle sorgenti in esame per più del 2% delle ore del dominio temporale di simulazione.
- (2) Le concentrazioni orarie di picco di odore sono ottenute, per ogni recettore e per ogni ora del dominio temporale di simulazione, moltiplicando le concentrazioni medie orarie restituite dal modello per il *peak-to-mean ratio*.

## 6. Presentazione dei risultati

### 6.1 Mappa di esposizione

**Tabella 28. Descrizione del contenuto delle mappe di esposizione allegate.**

Allegato	Scenario	Contenuto
1	Risultante dai monitoraggi (§ 2.1 e 2.2)	Mappa del 98° percentile su base globale (ossia calcolato su tutte le ore del dominio temporale di simulazione) delle concentrazioni orarie di picco di odore in aria al suolo ( $ou_E/m^3$ ), elaborata dai risultati delle simulazioni numeriche della dispersione delle emissioni dello scenario emissivo definito (vedasi in particolare § 2.3 e § 2.4).

Sullo sfondo della mappa è visibile la corografia dell'area di studio (§ 4.5). Il perimetro dell'area di pertinenza dello stabilimento è indicato da una linea azzurra. Le sorgenti di emissione sono individuate in colore magenta. Il colore arancione chiaro sono tracciati i confini comunali e in colore arancione sono indicati i nomi dei Comuni. Le posizioni dei ricettori sensibili individuati sul territorio (§ 6.2) sono indicate da cerchi in colore blu.

Le isoplete (curve iso-valore) del 98° percentile della concentrazione oraria di picco di odore sono in colore verde. Le isoplete sono accompagnate da un numero rosso che indica il valore di concentrazione oraria di picco di odore in aria ambiente al suolo, espresso come 98° percentile, che è costante su quella isopleta.

### 6.2 Ricettori sensibili

**Tabella 29. Ricettori sensibili.**

n.	Coord. X (m) <sup>(1)</sup>	Coord. Y (m) <sup>(1)</sup>	Ubicazione toponimica	Destinazione d'uso <sup>(2)</sup>	Distanza dalle sorgenti di emissione (m) <sup>(3)</sup>	Posizione rispetto alle sorgenti
1	609000	4827200	Impianti sportivi, via Eugenio Curiel, fraz. Stagno, Collesalveti (LI)	residenziale	1300	NE
2	609000	4827600	Scuola media, Via Buozi, fraz. Stagno, Collesalveti (LI)	residenziale	1600	NE
3	609400	4827200	Scuola elementare, via De Gasperi, fraz. Stagno, Collesalveti (LI)	residenziale	1600	ENE
4	610600	4826000	Via Aiaccia, Collesalveti (LI)	rurale	2600	E
5	607200	4824400	Scuole elementari, Via Valenti, Livorno (LI)	residenziale	2200	SSW
6	606200	4823600	Asilo nido, Via Santelli, Livorno (LI)	residenziale	3300	SSW

(1) Dati riferiti al sistema di coordinate definito nel § 4.1.

(2) Destinazione d'uso prevalente apparente o presunta sulla base delle immagini satellitari disponibili al pubblico e dei documenti trasmessi dal committente.

(3) Distanza approssimativa calcolata dalle coordinate in tabella rispetto alle coordinate del centro dello stabilimento (vedasi § 4.2).

### 6.3 Considerazioni generali

Nella mappa di esposizione (vedasi § 6.1) si osserva quanto segue.

- L'aspetto delle isoplete di concentrazione nella mappa di esposizione è congruentemente con la rosa dei venti (vedasi § 3.5.2): esse appaiono orientate e allungate verso il settore compreso tra sud e ovest-sudovest e, secondariamente, verso sudest.



## 6.4 Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili

**Tabella 30. Esposizione olfattiva simulata presso i ricettori sensibili e confronto con i criteri di valutazione <sup>(1)</sup>.**

Ricettore	Esposizione olfattiva calcolata <sup>(2)</sup> (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	L'esposizione è < 1 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> (l'esposizione è trascurabile)	L'esposizione è > 1 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> (criterio inferiore DGR Lombardia)	L'esposizione è > 3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> (criterio mediano DGR Lomb. e criterio UK-EA)	L'esposizione è > 5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> (criterio superiore DGR Lombardia)
1	0,69	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	0,78	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	0,50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	0,34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	0,58	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	0,34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(1) Vedasi § 5.5.1.

(2) In termini di 98° percentile su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate in aria al suolo (in ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>).

**Tabella 31. Concentrazioni massime calcolate presso i ricettori sensibili.**

Ricettore	Massimo su base globale delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate in aria al suolo (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )
1	1,5
2	1,5
3	1,1
4	0,71
5	0,85
6	0,60

## 6.5 Dettaglio dei risultati delle simulazioni presso un singolo ricettore sensibile

L'Allegato 8 mostra in dettaglio i risultati delle simulazioni per un singolo ricettore sensibile, il ricettore 5 (via Valenti, Livorno), scelto a titolo esemplificativo.

- La Figura 8.01 è la distribuzione di frequenza globale delle concentrazioni orarie di picco di odore per il ricettore scelto. Per il 55% delle ore del dominio temporale la concentrazione oraria di picco di odore simulata presso quel ricettore è nulla; questo risultato dipende dalla frequenza con la quale il ricettore si trova sottovento rispetto alle sorgenti di emissione (§ 3.5.2) più che dalle portate di odore impiegate nelle simulazioni sulla scorta dei risultati dei monitoraggi e dalle ipotesi dello scenario emissivo (§ 2.3 e 2.4).
- La Figura 8.02 è il complementare a 100 della frequenza cumulata percentuale globale delle concentrazioni orarie di picco di odore presso il ricettore scelto. Il valore rappresentato nel grafico decresce da sinistra verso destra. Dal grafico è possibile desumere, presso questo ricettore, tutti i desiderati percentili di concentrazione. Per esempio, la concentrazione oraria di picco di odore simulata è superiore a 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> per il 3% delle ore del dominio temporale di simulazione.
- La Figura 8.03 è il "run chart" delle concentrazioni orarie di picco di odore presso il ricettore scelto. Sulle ascisse del grafico vi sono le date del dominio temporale di simulazione (anno 2012). Le ore di esposizione maggiore sono disseminate su tutto l'anno, come conseguenza del fatto che le emissioni introdotte nelle simulazioni sono attive tutto l'anno e che le loro portate di odore dipendono approssimativamente dalla velocità del vento, la quale (vedasi Allegato 4 Figura 4.02) ha variazioni relativamente modeste in termini di medie e massimi durante l'anno.
- La Figura 8.04 mostra in quali ore della giornata le concentrazioni orarie di picco di odore simulate presso il ricettore scelto sono maggiori. Esso è ottenuto come segue: dall'insieme completo dei risultati presso il ricettore scelto (ossia dagli stessi dati rappresentati nella Figura 8.03) è estratto il sottoinsieme che costituisce il 2% delle ore a concentrazione maggiore (ossia, è estratto il sottoinsieme delle concentrazioni superiori al 98° percentile); questo sottoinsieme è raggruppato secondo l'ora del giorno in

cui quella concentrazione (che supera il 98° percentile) è simulata. Nella Figura 2.03 dell'Allegato 2 si nota che il ricettore scelto, che è a SSW delle sorgenti di emissione, si trova sottovento a queste con frequenza maggiore nelle ore 13÷15 e 20÷22; considerando poi che (come si vedrà di seguito) le concentrazioni maggiori simulate sono prodotte in larga maggioranza in ore notturne, si giustifica che in figura il massimo della frequenza sia nelle ore 20÷21.

Nella tabella seguente sono riportati i dati delle simulazioni relativi ad alcune delle ore che, presso il ricettore scelto, concorrono a determinare l'esposizione olfattiva in termini di 98° percentile delle concentrazioni di picco di odore, ossia le ore con l'impatto olfattivo "peggiore" presso il ricettore.

**Tabella 32. Dati meteo ed emissivi nelle ore in cui, al ricettore scelto, la concentrazione eccede il 98° percentile.**

Dato di input o output delle simulazioni	100° percentile (max annuo)	99,5° percentile (posiz. 44)	99° percentile (posiz. 88)	98,5° percentile (posiz. 132)	98° percentile (posiz. 175)	Media nelle ore >98° perc.
Orario	23/02/2012 01:00	27/01/2012 06:00	18/08/2012 21:00	14/08/2012 22:00	01/04/2012 20:00	-
Temperatura dell'aria (°C)	+8,2	+4,9	+28,2	+24,8	+15,2	+11,9
Velocità del vento (m/s)	1,97	1,97	1,60	1,60	1,80	1,95
Vettore del vento	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	-
Radiazione solare globale (W/m <sup>2</sup> )	0	0	0	0	0	12
Pressione atmosferica (hPa)	1023	1023	1015	1011	1007	1019
Lunghezza di Monin-Obukhov (m)	+43	+46	+30	+30	+30	+81
Velocità d'attrito superficiale (m/s)	0,23	0,24	0,17	0,17	0,19	0,26
Flusso di calore sensibile superf. (W/m <sup>2</sup> )	-27	-27	-15	-15	-21	-23
Classi di stabilità PGT	6	6	6	6	6	5,6
Altezza di rimescolamento (m)	125	132	90	90	95	178
Velocità di scala convettiva (m/s)	0	0	0	0	0	0
Portata di odore (ou <sub>E</sub> /s) serbatoi	33'000	33'000	24'000	24'000	27'000	36'000
Portata di odore (ou <sub>E</sub> /s) vasche TAE	7'600	7'800	5'600	5'600	6'300	8'500
Portata di odore (ou <sub>E</sub> /s) totale	40'000	41'000	29'000	29'000	33'000	45'000
Concentr. di picco di odore (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	0,85	0,74	0,68	0,62	0,58	-

Si nota quanto segue.

- Le condizioni micrometeorologiche più sfavorevoli, ossia quelle che nelle simulazioni producono presso il ricettore le concentrazioni maggiori, sono le seguenti: struttura dell'atmosfera notturna (stabile, non convettiva; lunghezza di Monin-Obukhov positiva); altezza di rimescolamento modesta; vettore del vento diretto verso il ricettore (SSW).
- Questo 2% di ore "peggiori" non è associato invece ai massimi delle portate di odore. Infatti le concentrazioni simulate presso il ricettore in generale non sono massime quando le portate di odore delle emissioni sono massime (l'intervallo di variabilità delle portate di odore è visibile nella Figura 6.04 dell'Allegato 6; vedasi § 2.4), ma anzi, paradossalmente, quando le portate di odore sono ai livelli inferiori, perché, come detto, gli episodi di concentrazione simulata massima sono associati alle condizioni meteorologiche peggiori e queste a loro volta non sono associate generalmente, nel caso qui in esame, ai livelli massimi delle portate di odore.

## 6.6 Conclusioni

Sulla base dei risultati dei monitoraggi olfattometrici (§ 2.1) e dei dati forniti dal committente e dal gestore dello stabilimento, nello scenario emissivo per le simulazioni di dispersione sono state considerate le seguenti emissioni di odore.

- Serbatoi di benzine
- Serbatoi di grezzo
- Serbatoi di bitume
- Serbatoi APA
- Vasca fogne meteo oleose
- Vasche biologico, vasche sfiati API
- Vasca melme

Dalle simulazioni eseguite sulla base dei dati meteorologici disponibili (vedasi § 3.1), risulta che lo scenario emissivo considerato produce un'esposizione olfattiva sul territorio (in termini di 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore) che si può commentare come segue, con riferimento ai criteri di valutazione assunti (§ 5.5.1).

- Presso tutti i ricettori sensibili e i centri urbani inclusi nel dominio spaziale di simulazione, l'esposizione olfattiva simulata è inferiore al minore dei criteri di valutazione adottati (vedasi § 5.5), ossia è conforme ai criteri medesimi.
- Le sorgenti che in proporzione maggiore producono l'esposizione simulata sono i serbatoi, in particolare quelli a tetto galleggiante.