



Raffineria di Livorno
Via Aurelia, 7
57017 Stagno-Collesalveti (LI)
Tel. +39 0586 948111
eni.com

Livorno, 7 dicembre 2016
RAFLI DIR 61/330-2016 FL/ff



GESTIONE AMBIENTALE
VERIFICATA
Reg. n° IT-000241

Raffineria di
Livorno

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del
Territorio e del Mare
Direzione Generale per le Valutazioni e le
Autorizzazioni Ambientali (DVA)
Div. III Rischio rilevante e autorizzazione
integrata ambientale
Via Cristoforo Colombo, 44 - 00147 Roma
aia@pec.minambiente.it

Istituto Superiore per la Ricerca e la
Protezione Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

ARPA Toscana
Settore Rischio Industriale - AVC
Via Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze
Dipartimento Provinciale di Livorno
Via Marradi, 144 - 57126 Livorno
arpat.protocollo@postacert.toscana.it

**OGGETTO: Raffineria Eni di Livorno - Autorizzazione Integrata Ambientale
DVA-DEC-2010-0000498 del 06/08/2010 - Prescrizioni in
materia di emissioni non convogliate in atmosfera -
Valutazione dell'impatto delle potenziali emissioni odorigene**

Con riferimento a:

- comunicazione Raffineria di Livorno Prot. RAFLI DIR 61/100-2015 AB/fm del 25/03/2015 con oggetto "Raffineria eni di Livorno - Autorizzazione Integrata Ambientale DVA-DEC-2010-0000498 del 06/08/2010 Prescrizioni in materia di emissioni non convogliate in atmosfera - Piano di monitoraggio delle emissioni odorigene";
- comunicazione Raffineria di Livorno Prot. RAFLI DIR 61/163-2015 FL/ff del 29/04/2015 con oggetto "Autorizzazione Integrata Ambientale DVA-DEC-2010-0000498 del 06/08/2010 per l'esercizio della Raffineria di Livorno della Società

eni spa
Capitale sociale Euro 4.005.358.876,00 i.v.
Registro Imprese di Roma, Codice Fiscale 00484960588
Part. IVA 00905811006, R.E.A. Roma n. 756453
Sede legale:
Piazzale Enrico Mattei, 1 - 00144 Roma
Sedi secondarie:
Via Emilia, 1 - Piazza Ezio Vanoni, 1
20097 San Donato Milanese (MI)



eni S.p.A. – Diffida ai sensi dell’art. 29-undecies, comma 2, del D.Lgs 152/2006 (ID 40)”,

- comunicazione ISPRA Prot. 027423 del 23/06/2015 con oggetto “*Riscontro superamento delle inottemperanze oggetto della diffida di cui alla nota MATMM Prot. DVA-2015-0013440 del 19/05/2015 (Prot. ISPRA 22559 del 22/05/2015)*”,
 - comunicazione Raffineria di Livorno Prot. RAFLI DIR 61/016-2016 FL/ff del 28/01/2016 con oggetto “*Autorizzazione Integrata Ambientale DVA-DEC-2010-0000498 del 06/08/2010 per l’esercizio della Raffineria di Livorno della Società eni S.p.A – Piano di monitoraggio delle emissioni odorigene 2015/2016*”,
- trasmettiamo in Allegato 1 la “Valutazione dell’impatto delle potenziali emissioni odorigene” della Raffineria Eni di Livorno. Tale valutazione è stata effettuata:
- utilizzando i risultati analitici delle campagne di monitoraggio effettuate secondo le modalità condivise durante la riunione tenutasi il 12 gennaio 2016 presso la raffineria con ISPRA ed ARPAT e riportato nel “*Piano di monitoraggio delle emissioni odorigene 2015/2016*”;
 - stimando le potenziali emissioni odorigene e valutandone la ricaduta sul territorio secondo quanto concordato con ISPRA ed ARPAT nella riunione tenutasi il 12 gennaio 2016 presso la raffineria e riportato nel “*Piano di monitoraggio delle emissioni odorigene 2015/2016*”;
 - implementando i commenti ricevuti da ISPRA ed ARPAT durante l’incontro del 27/09/2016 presso gli uffici dell’ARPAT di Livorno, di cui si allega verbale (Allegato 2).

Trasmettiamo altresì, in Allegato 3, nota di risposta per punti al suddetto verbale.

Si resta a disposizione per ogni eventuale chiarimento.

Distinti saluti

il Gestore


Eni SpA
Refining & Marketing
Raffineria di Livorno
Senior Vice President
Fabrizio Loddo

Allegato 1: Valutazione dell’impatto delle potenziali emissioni odorigene

Allegato 2: Verbale della riunione con ARPAT ed ISPRA del 27/09/2016

Allegato 3: Nota di risposta per punti al verbale della riunione con ARPAT ed ISPRA del 27/09/2016



ENI S.p.A.

Raffineria di Livorno

Valutazione dell'impatto delle potenziali emissioni odorigene



Ing. Francesca Seni

Data: dicembre 2016



INDICE

SOMMARIO	3
INTRODUZIONE.....	3
METODOLOGIA	4
CONCLUSIONI	5
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
2. MODELLISTICA DIFFUSIONALE	8
2.1. APPROCCIO METODOLOGICO.....	8
2.2. CALPUFF MODEL SYSTEM	8
3. AREA DI STUDIO	10
4. METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA	11
4.1. CARATTERIZZAZIONE STAZIONI METEOROLOGICHE	12
4.1.1. <i>Dati meteorologici - Stazione meteorologica LAMMA COMMA MED.....</i>	<i>12</i>
4.1.2. <i>Dati meteorologici - Stazione meteorologica SMN di Livorno</i>	<i>13</i>
4.1.3. <i>Dati meteorologici - Stazione meteorologica di Livorno.....</i>	<i>14</i>
4.2. CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA	16
4.2.1. <i>Caratterizzazione meteoclimatica.....</i>	<i>16</i>
5. SCENARIO EMISSIVO	18
5.1. PARCO SERBATOI	18
5.1.1. <i>Individuazione sorgenti</i>	<i>18</i>
5.1.2. <i>Modellistica per il Calcolo delle Emissioni</i>	<i>20</i>
5.1.3. <i>Scenario Emissivo e Calcolo delle Emissioni</i>	<i>21</i>
5.2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO TAE	27
5.2.1. <i>Metodologia utilizzata per la stima delle emissioni odorigene dalle vasche</i>	<i>29</i>
5.3. RISULTATI DEI MONITORAGGI AMBIENTALI.....	29
5.4. STIMA DELLE EMISSIONI ODORIGENE	33
5.4.1. <i>Parco Serbatoi</i>	<i>33</i>
5.4.2. <i>Impianto TAE.....</i>	<i>34</i>
6. CONFIGURAZIONE DEL CODICE.....	44
6.1. CALMET.....	44
6.2. APPLICAZIONE DEL CODICE CALMET	44
6.3. DOMINIO DI CALCOLO PER LA DISPERSIONE	47
6.3.1. <i>Recettori discreti</i>	<i>48</i>
6.4. CALPUFF	52
6.4.1. <i>Emissioni derivanti dai serbatoi</i>	<i>53</i>
6.4.2. <i>Emissioni derivanti dall'impianto TAE</i>	<i>53</i>

6.4.3.	<i>Simulazioni della dispersione</i>	<i>54</i>
6.4.4.	<i>Verifica dell'innescò dell'effetto downwash sugli effluenti dai serbatoi a tetto galleggiante</i>	<i>54</i>
6.4.5.	<i>Calibrazione del modello con dati misurati</i>	<i>54</i>
7.	CRITERI DI ACCETTABILITÀ DELLA MOLESTIA OLFATTIVA	63
7.1.	INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DI MOLESTIA OLFATTIVA	63
8.	RISULTATI.....	66
8.1.	RECETTORI DISCRETI CONCENTRAZIONI	66
8.2.	RECETTORI A GRIGLIA	69

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – ANALISI METEOROLOGICA

ALLEGATO 2 – ANAGRAFICA DEI SERBATOI

ALLEGATO 3 – EQUAZIONI E PARAMETRI PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DAI SERBATOI

ALLEGATO 4 – DETTAGLIO DELLE EMISSIONI DAI SERBATOI PER TIPOLOGIA DI PRODOTTO

ALLEGATO 5 – EFFETTO BUILDING DOWNWASH

SOMMARIO

INTRODUZIONE

Il presente studio si inserisce in una serie di attività messe in atto dalla Raffineria eni di Livorno, in ottemperanza ad una specifica prescrizione dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) del 06/08/2010 (U. prot DVA-DEC-2010-0000498 del 06/08/2010).

Nel settembre 2011 la Raffineria ha redatto il "Piano di monitoraggio delle emissioni odorigene", sulla base del quale sono state portate avanti le prime attività inerenti la mappatura e caratterizzazione dei punti emissivi e la valutazione dell'impatto olfattivo sul territorio circostante:

- nel febbraio 2013 è stata effettuata una prima campagna olfattometrica (secondo la norma UNI EN 13725:2004) al fine della determinazione delle principali sorgenti emissive;
- tra i mesi di giugno e luglio 2013 è stata effettuata una seconda campagna olfattometrica (secondo la norma UNI EN 13725:2004) atta a verificare i punti emissivi trovati nella precedente;
- tra fine 2013 e nel 2014 è stato portato avanti lo studio di impatto olfattivo mediante l'utilizzo di un modello matematico di dispersione degli odorigeni.

Gli esiti delle suddette attività sono riportati in maniera organica nel report "Attività di monitoraggio delle emissioni odorigene e studio dell'impatto olfattivo all'esterno dello stabilimento - Relazione conclusiva" dell'ottobre 2014

Alla luce dei risultati emersi dalla valutazione dell'impatto odorigeno sul territorio relativa all'anno 2013, eni Raffineria di Livorno ha valutato alcuni interventi di mitigazione da mettere in atto. Tali interventi, descritti nella relazione "Interventi di mitigazione degli impatti olfattivi a seguito dello studio dell'impatto odorigeno sul territorio" del Febbraio 2015, possono essere riassunti come segue:

- potenziamento del sistema di odorizzazione/neutralizzazione emissioni odorigene già installato presso le vasche di arrivo dell'impianto TAE (completato nel gennaio 2015);
- installazione di un nuovo sistema di odorizzazione/neutralizzazione delle emissioni odorigene presso le vasche W70 di arrivo fanghi TAE (completato nel gennaio 2015);
- implementazione, a partire dal secondo semestre 2015, di nuove campagne di monitoraggio semestrali, sempre svolte secondo la norma UNI EN 13725:2004 e finalizzate a raccogliere ulteriori dati.

A valle di alcune segnalazioni di maleodoranze da parte della popolazione, sono stati effettuati degli interventi da parte dei tecnici ARPAT nel periodo 26/12/2014 - 11/01/2015, ai quali è seguita una diffida del MATTM nel marzo 2015.

La raffineria nell'aprile 2015, in risposta alla diffida, ha inviato agli enti una nota riportante una serie di ulteriori misure di mitigazione che sarebbero state messe in

atto e relativo cronoprogramma degli interventi. Le ulteriori misure di mitigazione sono di seguito riassunte:

- installazione entro il 31 dicembre 2016 di aeratori sommersi con diffusori a disco a bolle fini presso la vasca di aerazione del TAE (MS-3A);
- ripristino di un secondo agitatore nella vasca finale S-23A/B entro il 31/12/2015, con relative valutazioni del potenziale d'emissione di aerosol con caratteristiche osmogene dalla stessa vasca;
- realizzazione di un nuovo sistema di abbattimento delle emissioni odorigene, entro aprile 2016, mediante nebulizzazione di acqua e prodotto neutralizzante sull'intera superficie delle vasche di arrivo reflui (fogne meteo oleose) V-3, S-12, S-33, S-34 e S-36;
- realizzazione di un nuovo sistema di abbattimento delle emissioni odorigene, entro aprile 2016, mediante nebulizzazione di acqua e prodotto neutralizzante sull'intera superficie delle vasche di arrivo fanghi W-70A e W-70B;
- effettuazione, entro il 30/09/2015, di uno studio di fattibilità per la copertura delle vasche di aerazione, di cui al punto 1 della presente lista;
- caratterizzazione emissiva e studio delle ricadute, entro il 30/09/2015, dei serbatoi a tetto galleggiante dell'impianto TAE in cui sono stoccate le acque reflue in ingresso all'impianto medesimo;
- realizzazione di due nuove campagne di misura (una nel periodo estivo e l'altra nel periodo invernale) degli odori sia per avere ulteriori dati analitici sia per verificare i risultati delle campagne di misura già eseguite nel 2013.

Nel settembre 2015 la Raffineria ha proceduto con una prima campagna di monitoraggio delle emissioni odorigene, secondo quanto riportato nel piano di monitoraggio del 2011.

Nel gennaio 2016 è stato condiviso con ISPRA ed ARPAT un nuovo "Protocollo di monitoraggio delle emissioni odorigene", messo in atto nelle successive campagne del 2016. Tale documento riporta anche le modalità con cui è stato condotto il presente studio di impatto olfattivo sul territorio.

METODOLOGIA

Come riportato nel "Protocollo di monitoraggio delle emissioni odorigene Raffineria di Livorno - 2015/2016", condiviso con gli Enti nel gennaio 2016, sono state identificate come potenziali sorgenti odorigene quelle unità che durante le fasi di normale funzionamento processano, stoccano o movimentano i preparati identificati come odorigeni che possono dare emissione continua o discontinua in atmosfera. Le principali sorgenti identificate sono state le seguenti:

- serbatoi di stoccaggio prodotti;
- impianto TAE di raffineria.

Le potenziali emissioni odorigene dai serbatoi sono state valutate combinando opportunamente le concentrazioni di odori rilevate durante le campagne di monitoraggio con le emissioni delle sostanze potenzialmente odorigene, valutate secondo quanto suggerito dall'American Petroleum Institute (API) nello standard AP-42, tramite l'utilizzo del codice di calcolo TANKS.

Le potenziali emissioni odorigene dalle vasche presenti nell'impianto di trattamento acque effluenti (TAE) di raffineria sono state valutate utilizzando i dati misurati in campo, sia applicando il bilancio di massa sulle emissioni della vasca per il calcolo del termine di sorgente (vasche di arrivo, MS-3A, MS-3B, S-23A/B e W70) sia applicando tecniche consolidate quali Wind Tunnel e successiva stima di bilancio di massa (S16 e MS-2).

Il presente studio diffusionale è stato redatto a valle di tre campagne di monitoraggio semestrali (settembre 2015, febbraio 2016 e agosto/settembre 2016) messe in atto come riportato nel documento "Protocollo di monitoraggio delle emissioni odorigene, Raffineria di Livorno - 2015/2016" del 28 gennaio 2016 (prot. RAFLI DIR 61/016-2016 FL/ff).

Il presente studio riporta quindi gli esiti dei monitoraggi effettuati nel mese di settembre 2015, nel mese di febbraio 2016 e nei mesi di agosto e settembre 2016. I monitoraggi effettuati nei mesi di febbraio 2016 e settembre 2016 sono stati in parte effettuati con la supervisione di ARPAT in campo.

Per quanto concerne la meteorologia utilizzata, sono stati analizzati i dati di 3 differenti stazioni (stazione meteorologica con palo a 25 metri sul livello del suolo di LAMMA COMMA MED, stazione mareografica della rete nazionale di Livorno, stazione virtuale del modello COSMO di ARPA EMR per i profili in quota) con le quali, mediante il codice di calcolo CALMET, sono stati definiti gli input meteorologici di un intero anno solare.

Al fine di valutare in maniera più dettagliata l'impatto delle emissioni è stato implementato inoltre l'effetto building downwash tramite l'introduzione delle caratteristiche geometriche delle apparecchiature presenti all'interno dello stabilimento.

Tutto ciò ha permesso di valutare l'impatto che le emissioni, caratterizzate tramite le campagne analitiche, possono determinare sull'ambiente circostante. Le valutazioni sia di stima delle emissioni che di molestia olfattiva sono state condotte considerando che la percezione odorigena stima fenomeni che variano molto velocemente e che stimolano l'apparato sensoriale su breve periodo (da 30 secondi a 5-10 minuti).

CONCLUSIONI

Pur non esistendo nella normativa italiana un riferimento di legge per la valutazione dell'accettabilità della molestia olfattiva per impianti esistenti, nel presente studio sono stati presi come criteri "target" cautelativi i valori di accettabilità del disturbo olfattivo, espressi come concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile calcolate su base annuale,



quelli riportati nelle "Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno", delibera n. 1087 del 24/06/2016 della Giunta Provinciale di Trento.

Dall'esame dei risultati, riferendoci all'indicatore del 98° percentile, è emerso che i valori di unità odorimetriche stimati dal modello diffusionale in alcuni recettori selezionati sono di poco superiori ai valori "target" presi a riferimento.

Alla luce dei risultati emersi dalla valutazione dell'impatto delle potenziali emissioni odorigene sul territorio, la Raffineria sta portando avanti un'analisi delle sorgenti di emissione che danno un maggior contributo al fine di valutare gli interventi di mitigazione da mettere in atto.

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La Raffineria di Livorno ENI è ubicata nell'area di Stagno, nel comune di Livorno e Collesalveti.

Nella seguente figura si rappresenta lo stabilimento di Livorno di ENI - Raffineria di Livorno la cui localizzazione è individuata al fine dello studio per la dispersione delle sostanze potenzialmente concorrenti alla molestia olfattiva sul territorio.

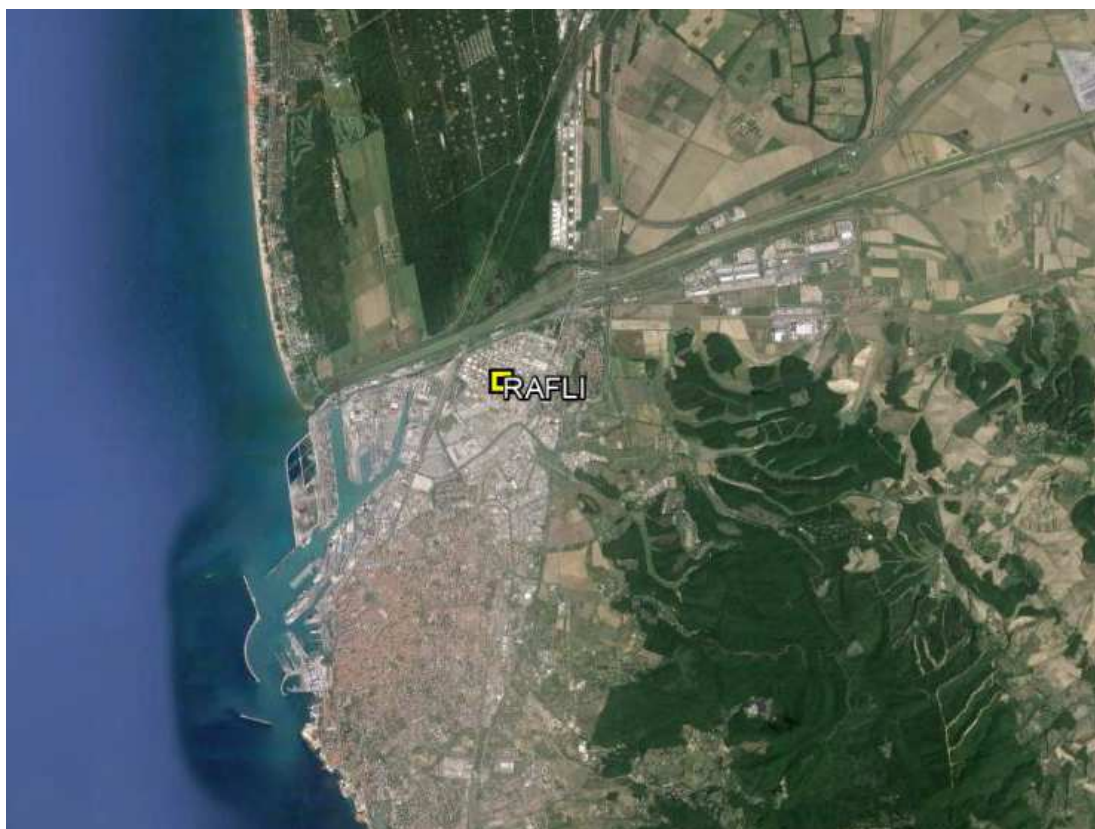


Figura 1.1: Aerofotogramma con la localizzazione dell'impianto di ENI Raffineria di Livorno.

2. MODELLISTICA DIFFUSIONALE

2.1. APPROCCIO METODOLOGICO

L'approccio metodologico è stato concordato nel corso della riunione effettuata presso la Raffineria di Livorno del 12 gennaio 2016 tra ENI e gli organismi di controllo ISPRA-ARPAT.

Tale approccio è stato quindi riepilogato nel "Protocollo di monitoraggio delle emissioni odorigene, Raffineria di Livorno - 2015/2016" del 28 gennaio 2016 inviato agli enti competenti, cui si rimanda per maggior dettaglio.

Nel suddetto piano sono state descritte le modalità di campionamento da effettuare in campo, distinguendo tra i punti di monitoraggio delle sorgenti, quelli dei recettori esterni alla raffineria e quelli di n. 5 punti interni di raffineria da utilizzare successivamente per la calibrazione del modello.

In particolare, per il monitoraggio delle sorgenti sono state seguite le seguenti modalità di campionamento:

- per quanto riguarda i serbatoi a tetto fisso si è proceduto al campionamento dell'emissione odorigena prelevando il campione direttamente dalla valvola di respiro del serbatoio;
- per quanto riguarda i serbatoi a tetto galleggiante si è proceduto al campionamento dell'emissione odorigena prelevando il campione direttamente dalla presa campione posta sul tetto del serbatoio;
- per quanto riguarda le vasche si è proceduto a campionare l'emissione odorigena collocandosi a bordo vasca (vasche di arrivo, MS-3A, MS-3B, S-23A/B e W70) o collocando la wind tunnel sul pelo della vasca (S16 e MS2).

Per la valutazione dell'impatto odorigeno, mediante simulazione di dispersione in atmosfera e ricaduta al suolo, è stata poi proposta l'implementazione del modello di dispersione CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA)¹, che rappresenta di fatto lo standard più largamente adottato nella valutazione della dispersione di sostanze in atmosfera.

Nei capitoli seguenti si riporta nel dettaglio lo sviluppo dello studio, così come proposto nel Protocollo di monitoraggio .

2.2. CALPUFF MODEL SYSTEM

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM¹, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

¹ **CALPUFF Regulatory Updates and Consequence Analysis**

The current regulatory version of the CALPUFF Modeling System includes:

CALMET version 5.8, level 070623

CALPUFF version 5.8, level 070623

CALPOST version 5.6394, level 070622

Il sistema di modelli è costituito da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore CALPUFF: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di processare i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli nel formato più adatto alle esigenze dell'utente.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa. Il campo di vento viene ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale viene rielaborato per tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso. Calmet è dotato, infine, di un modello micrometeorologico per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

CALPUFF è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente. CALPUFF è in grado di utilizzare campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo. CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida, trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ecc. CALPUFF è infine in grado di trattare diverse tipologie di sorgente emissiva, in base essenzialmente alle caratteristiche geometriche: sorgente puntiforme, lineare, areale, volumetrica. CALPUFF è in grado di simulare l'impatto delle emissioni valutando tempi di mediazione che variano da un'ora (3600 sec) ad un secondo così da poter caratterizzare quelle sostanze che producono effetti in periodi molto brevi.

CALPOST consente di elaborare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle esigenze dell'utente. Tramite Calpost si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione.

For every update of the "EPA-approved" version of the CALPUFF Modeling System, a consequence analysis is performed by EPA using an update protocol that identifies what model changes have been made and their implications based on the analysis results. This analysis compares the base CALPUFF Modeling System (i.e., current regulatory version) with the beta (i.e., proposed updated version).

3. AREA DI STUDIO

Per il calcolo delle concentrazioni in aria ambiente derivanti dalle emissioni inquinanti dell'impianto della ENI - Raffineria di Livorno si è scelto di selezionare un dominio di calcolo comprendente un'area di estensione pari a circa 144 km² nel comune di Livorno e Collesalveti e centrata sullo stabilimento, come mostrato dal quadrato giallo in Figura 3.1. Il dominio è da ritenersi idoneo alla descrizione della dispersione delle emissioni odorigene in relazione alla meteorologia dell'area.

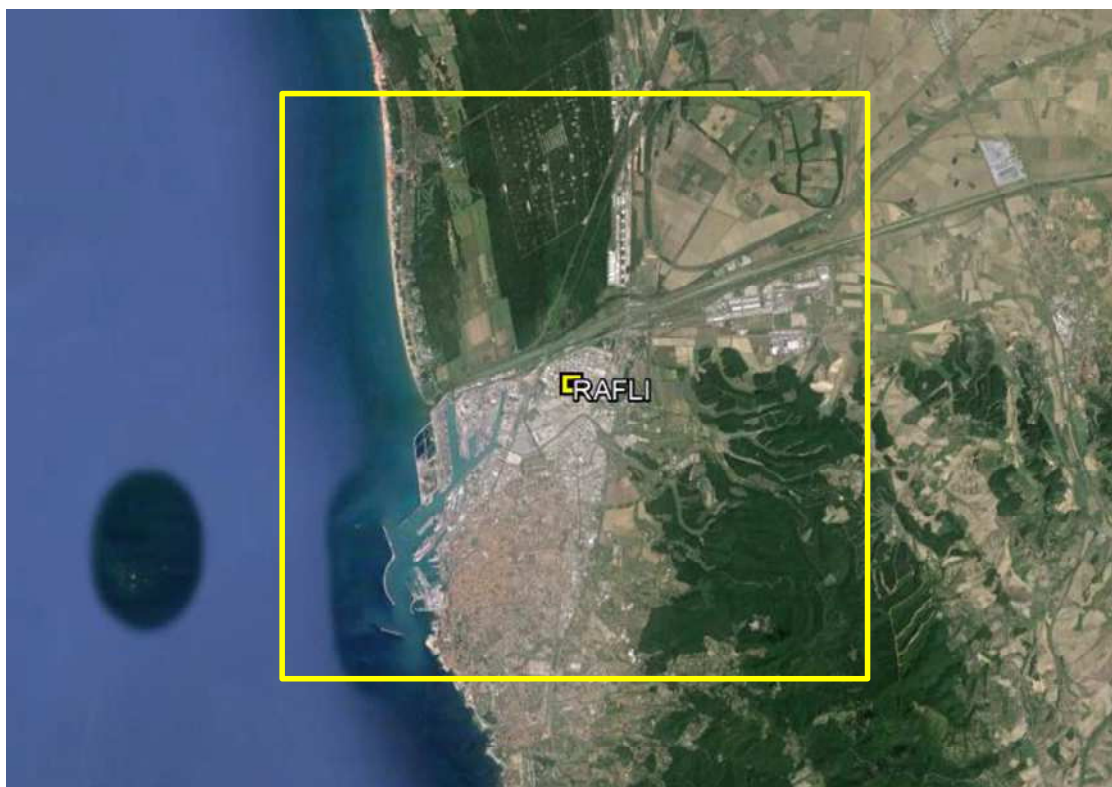


Figura 3.1: Area di studio definita in un dominio di estensione pari a circa 12 km x 12 km

L'area di studio, così individuata, comprende un territorio pari a circa 12 km in direzione N-S e 12 km in direzione O-E che ben rappresenta la conformazione del territorio ed include i potenziali recettori sensibili.

4. METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

In questo paragrafo, relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area allo studio, si rappresentano le statistiche descrittive dei principali parametri misurati dalle stazioni meteorologiche o da dati di archivi informatici di modelli previsionali meteorologici utili per la caratterizzazione del sito.

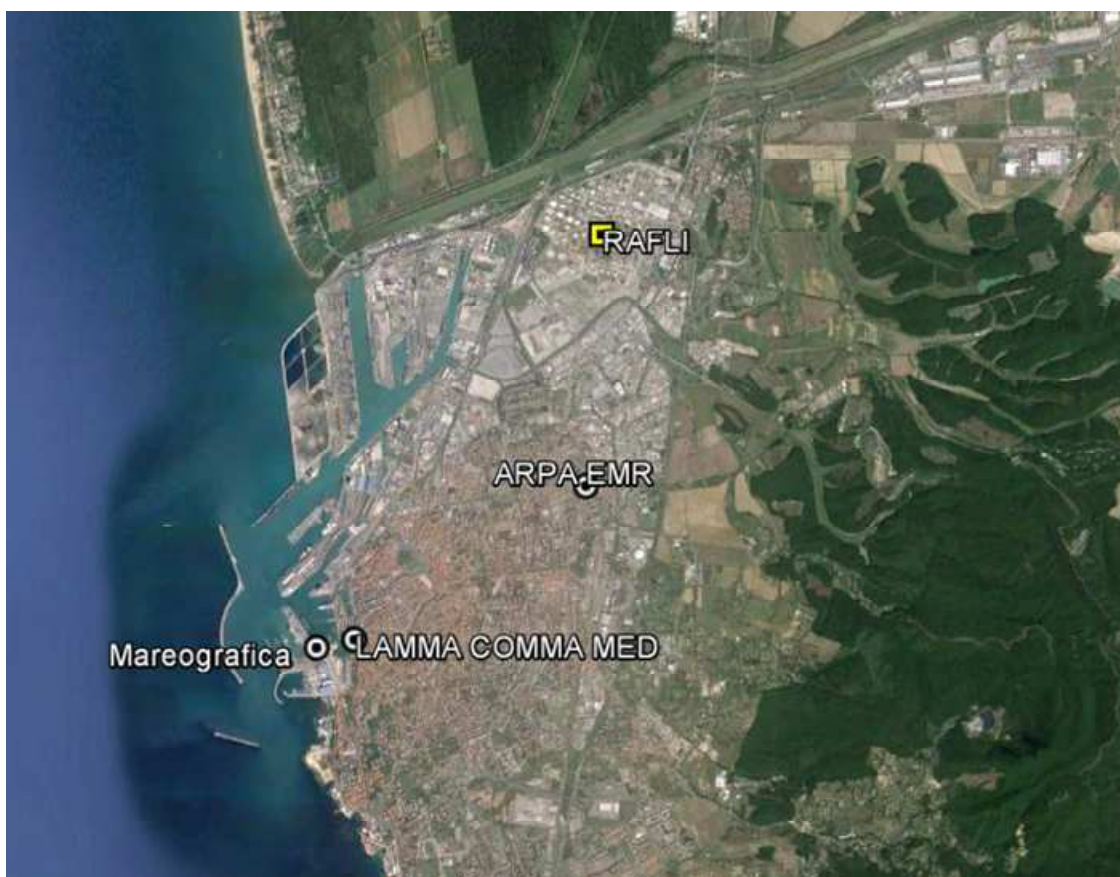


Figura 4.1: Localizzazione dello stabilimento della Raffineria di Livorno e delle stazioni meteorologiche utilizzate per la caratterizzazione meteorologica dell'area.

In particolare si è selezionato:

- Stazione meteorologica con palo a 25 metri sul livello del suolo di LAMMA COMMA MED;
- Stazione mareografica della rete nazionale di Livorno;
- Stazione virtuale del modello COSMO di ARPA EMR per i profili in quota.

4.1. CARATTERIZZAZIONE STAZIONI METEOROLOGICHE

Di seguito si riportano le specifiche relative alle tre diverse stazioni meteorologiche utilizzate per la caratterizzazione dell'area.

4.1.1. Dati meteorologici - Stazione meteorologica LAMMA COMMA MED

Sono stati acquisiti i dati rilevati dalla stazione meteorologica di Livorno gestita dal Consorzio LAMMA per l'anno solare da marzo 2015 a marzo 2016. I dati, sono da ritenersi rappresentativi dell'area di indagine e permettono di utilizzare dati di monitoraggio meteorologico al suolo che forniscono indicazioni su micro scala necessaria allo studio in questione. Le caratteristiche della stazione sono riportate nella tabella sottostante.

Stazione meteorologica di Livorno

Indirizzo Stazione: Istituto Tecnico Nautico "Alfredo Cappellini", Piazza Giovine Italia, 1 - 57126 Livorno

Info Stazione Meteorologica

Lon. E (Greenwich)	10.3046
Lat. N	43.5471
Terrazzo palazzo (m)	25
Quota suolo s.l.m.(m)	5
Quota stazione s.l.m.(m)	30
Data installazione	01/10/2003
Data riconfigurazione	08/03/2013
Modalità trasmissione dati	Acquisizione diretta dei segnali tramite moduli ADAM e software LaMMA

Posizione Sensori

Sensore	Altezza Sensore		
	Terrazzo (m) 25	Suolo (m) 5	Quota (s.l.m.) 30
Termometro	2.0	27.0	32.0
Pluviometro	0.2	25.2	30.2
Anemometro (DV)	3.5	28.5	33.5
Banderuola (VV)	3.5	28.5	33.5
Igrometro	2.0	27.0	32.0
Barometro	1.5	26.5	31.5
Radiometro	2.0	27.0	32.0
Radiometro UV-B	0.6	25.5	30.5

Caratteristiche Sensori

Sensore	Marca Sensore	Tipologia Strumento
Termometro	CPE (IST)	PT100
Pluviometro	DeltaT devices	Pluviometro a doppia vaschetta oscillante
Anemometro (DV)	WindSonic - Gill Instruments	Anemometro sonico bidirezionale
Banderuola (VV)	WindSonic - Gill Instruments	Anemometro sonico bidirezionale
Igrometro	CPE (Humirel)	Sensore capacitivo
Barometro	CPE	
Radiometro	CPE	Solarimetro a fotocella
Radiometro UV-B	Solarlight	Fotocella

Tabella 4.1: Specifiche stazione [fornite dal Consorzio LAMMA]



Figura 4.2: Localizzazione delle stazione meteorologica LAMMA COMMA MED di Livorno

4.1.2. Dati meteorologici - Stazione meteorologica SMN di Livorno

Sono stati acquisiti i dati rilevati dalla stazione meteorologica di Livorno gestita dal Servizio Mareografico Nazionale (SMN) per l'anno solare da marzo 2015 a marzo 2016. I dati, sono da ritenersi rappresentativi dell'area di indagine e permettono di utilizzare dati di monitoraggio meteorologico al suolo che forniscono indicazioni su microscala necessaria allo studio in questione. Le caratteristiche della stazione sono riportate nella tabella sottostante.

Stazione meteorologica di Livorno

Indirizzo Stazione: Via del Molo Mediceo - 57126 Livorno

Info Stazione Meteorologica

Lon. E (Greenwich)	10° 17' 57.62"
Lat. N	43° 32' 46.63"
Quota stazione s.l.m.(m)	1.6926
Modalità trasmissione dati	Sistema locale di gestione e memorizzazione dei dati. Apparato di trasmissione (UMTS) in tempo reale alla sede centrale del SMN a Roma

Posizione Sensori

Sensore	Altezza Sensore
	Suolo (m)
Trasduttore di velocità vento	1.6926

Caratteristiche Sensori

Sensore	Tipologia Strumento
Trasduttore di temperatura aria e RH%	T026 TTEPRH
Trasduttore di livello radar	TLR
Trasduttore di temperatura acqua	T020 TTA
Sensore barometrico	SIAP + MICROS PA9880
Trasduttore di direzione vento	T007 TDV
Trasduttore di velocità vento	T006 TVV

Tabella 4.2: Specifiche stazione [fornite dal Servizio Mareografico Nazionale]



Figura 4.3: Localizzazione delle stazione meteorologica SMN di Livorno.

4.1.3. Dati meteorologici - Stazione meteorologica di Livorno

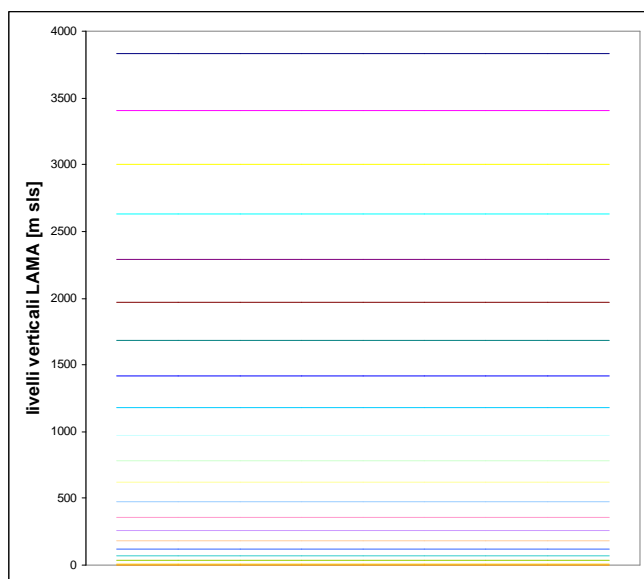
Si sono acquisiti i dati calcolati dal modello CALMET-LAMA, a cura del Servizio Idrometeorologico di Arpa Emilia Romagna in corrispondenza dell'area di studio.

I dati sono stati ottenuti dall'archivio CALMET - LAMA di ARPA SMR per il periodo 15 marzo 2015-15 marzo 2016 estratti in un punto compreso nel dominio di indagine, localizzabili come mostrato nelle figure seguente.

Di seguito si riporta la localizzazione, l'anagrafica e l'elenco di tutti i dei paramenti forniti dall'Arpa Emilia Romagna, estratti dal dataset LAMA ed il grafico dei livelli verticali disponibili.

Stazione meteorologica di Livorno	
Info Stazione Meteorologica	
Lon. E (Greenwich)	10.3355
Lat. N	43.5619
Quota stazione s.l.m.(m)	34
Posizione Sensori	
Sensore	Altezza Sensore (m.s.l.m)
Anemometro (DV)	10, ... , 3500

Tabella 4.3: Specifiche delle stazioni meteorologiche virtuali LAMA



Parametri (alcuni) registrati dal modello LAMA in 3D e 2D

- Pressione : pr [Pa]
- Temperatura: Temp [°K]
- Direzione vento: Dir-wind [Gradi]
- Modulo vento: Mod-wind [m/s]
- Classe di stabilità: Stab.cl 1-6
- Friction velocity: Ustar [m/s]
- Altezza di rimescolamento: Mixing-H [m]
- Lugh. di Monin-Obukov: Monin-Ob [m]
- Convective velocity scale: Wstar [m/s]
-]
- Radiazione visibile netta: SW_Budg [W/m²]
- Radiazione infrarossa netta: LW_Budg [W/m²]
- Flusso di calore latente: LHF [W/m²]
- Flusso di calore sensibile: SHF [W/m²]
- Copertura nuvolosa: Cl.fract [0-1]

Tabella 4.4: Livelli verticali e parametri del dataset LAMA



Figura 4.4: Localizzazione delle stazione virtuale meteorologica ARPA Emilia-Romagna per Livorno.

4.2. CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

4.2.1. Caratterizzazione meteo climatica

4.2.1.1. Regime anemologico

Il regime dei venti dell'area di studio è stato caratterizzato utilizzando i dati meteorologici dell'anno solare da marzo 2015 a marzo 2016 registrati nei dataset a disposizione, come citato in precedenza. Di seguito si riportano tabelle e figure che descrivono, su base annuale, il regime dei venti dell'area in esame.

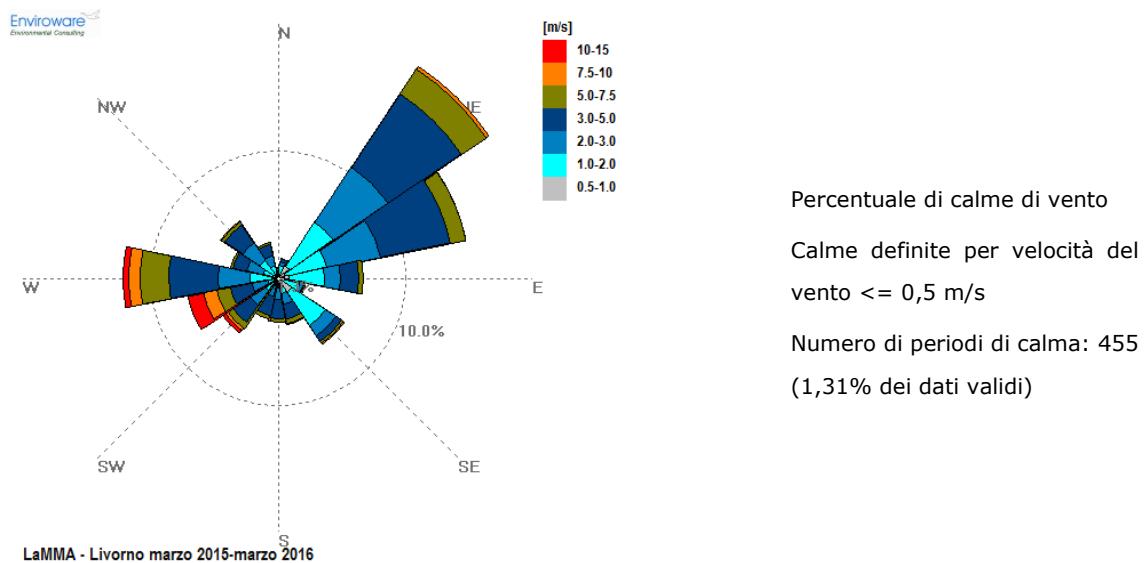


Figura 4.5: Rosa dei venti per l'anno marzo 2015 - marzo 2016 e dati statistici rilevati dalla stazione meteorologica LAMMA COMMA MED di Livorno (quota 30 m slm)

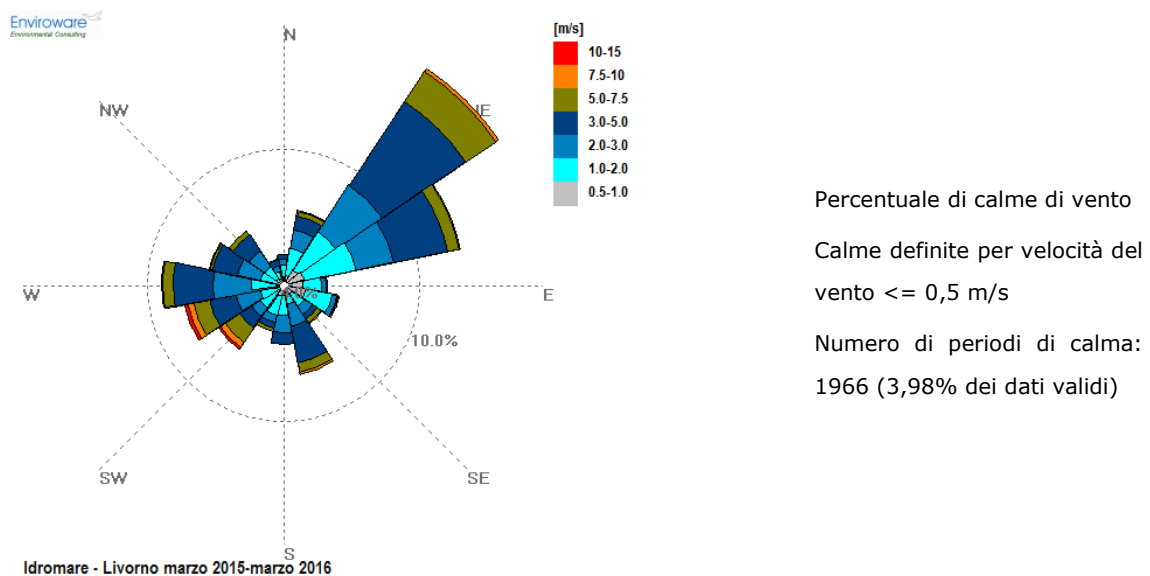
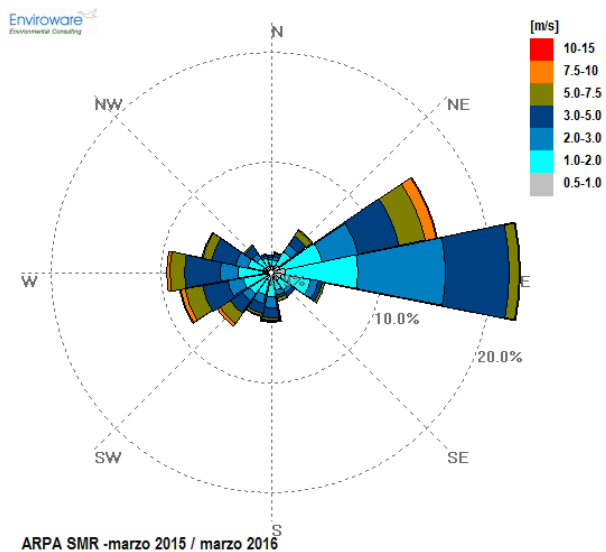


Figura 4.6: Rosa dei venti per l'anno marzo 2015 - marzo 2016 e dati statistici rilevati dalla stazione meteorologica SMN di Livorno (quota 1.7 m slm)



Percentuale di calme di vento
Calme definite per velocità del
vento $\leq 0,5$ m/s
Numero di ore di calma: 259
(2,94% dei dati validi)

Figura 4.7: Rosa dei venti del primo livello verticale per l'anno marzo 2015 - marzo 2016 dei dati ARPA SMR per Livorno.

In Allegato 1 si riporta il dettaglio dell'analisi meteorologica per l'anno allo studio che comprende il periodo dal 15 marzo 2015 al 15 marzo 2016.

5. SCENARIO EMISSIVO

In questo paragrafo si riportano le potenziali sorgenti emissive di odori, derivanti dall'esercizio dell'impianto della Raffineria di Livorno. In particolare, ci si riferirà alle emissioni di sostanze potenzialmente odorigene generate da:

- Parco serbatoi dello stabilimento;
- Impianto di depurazione delle acque dello stabilimento.

5.1. PARCO SERBATOI

5.1.1. Individuazione sorgenti

Dal parco serbatoi della Raffineria di Livorno è stato estratto un elenco di serbatoi che hanno emissioni di vapori potenzialmente odorigene ed in particolare quelli che movimentano: olio combustibile e similari, greggio, bitume, benzina e similari, gasolio, APA e RVC. Nella seguente figura si mostra la localizzazione dei 113 serbatoi individuati.



Figura 5.1: Mappa delle sorgenti con emissioni di vapori potenzialmente odorigene individuate all'interno del parco serbatoi per il presente studio.

La lista completa dei serbatoi individuati, i prodotti contenuti e le relative condizioni di esercizio sono riportati in Allegato 2.

Ai fini della stima delle emissioni dai serbatoi, è stato necessario inserire all'interno del programma di simulazione TANKS i dati relativi alle proprietà delle sostanze movimentate. A tal fine, le tipologie di sostanze contenute nei serbatoi sono state associate conservativamente a sette categorie di sostanze, con la corrispondenza riportata nella seguente tabella.

Attribuzione delle sostanze	Conteggio di n. Serbatoio
APA	1
APA	1
BENZINA	32
Acqua Ragia Dearomatizzata	1
Acqua Ragia Desolforata	1
BALS SP	2
BAP	1
Benzina	5
Benzina Platformata	1
BL.GA.	2
Full Range	2
Infineum	1
Isomata	1
Jet Fuel	2
Lamium	4
Light Cracking Nafta	1
Light Virgin Nafta	1
MTBE	2
Petrolio Atmosferico	2
Platformata	1
Virgin Nafta	2
BITUME	16
Bitume	16
GASOLIO	11
Gasolio	3
Gasolio Auto	4
Gasolio Combustione	3
Gasolio Flussato	1
GREGGIO	6
Greggio	6
Olio Combustibile	43
Cat Feed BTZ	2
ESAR	8
Estratti	1
EXBS	3
EXSN	6
Fuel Oil	1
Olio Combustibile	4
Olio Combustibile ATZ	3
Olio Combustibile BTZ	9
Olio Combustibile Fluido	2
RAE	2
Residum Vacum	1
Residuo Atmosferico	1
RVC	4
RVC	4

Tabella 5.1: tipologie di sostanze contenute nei serbatoi e relativa attribuzione a sette categorie di sostanze

Le proprietà relative alle sostanze utilizzate per la caratterizzazione sono riportate nella seguente tabella.

Categoria di prodotto	Densità Liquido [kg/m³]	Peso molecolare vapore	Peso molecolare liquido
APA	1000	81	800
Benzina	735	81	111
Bitumi	940	81	800
Gasolio	840	130	209
Greggio	852	45	300
Olio Combustibile	930	107	274
RVC	940	81	800

Tabella 5.2: Proprietà delle sostanze utilizzate per la caratterizzazione

Oltre alle proprietà sopra riportate, sono state inserite in TANKS anche le temperature di stoccaggio dei diversi prodotti: in particolare, sono state inserite su base mensile per ciascun serbatoio le tre temperature massima, media e minima richieste dal software elaborate sulla base delle registrazioni del DCS (Distributed Control System) di raffineria per l'intero anno solare in esame (2015). In tabella A2.1 in Allegato 2 si riportano a titolo indicativo per ciascun serbatoio le tre temperature: temperatura minima delle medie mensili, temperatura massima delle medie mensili, temperatura media annuale.

Dei centotredici (113) serbatoi, nove (9) serbatoi di Bitume e tre (3) serbatoi di Olio Combustibile non sono stati inseriti tra le sorgenti delle simulazioni poiché sono tutti dotati di rete di convogliamento degli sfiati di respirazione ad opportuno sistema di assorbimento con gasolio e successivo convogliamento al camino E7 di raffineria.

5.1.2. Modellistica per il Calcolo delle Emissioni

Le emissioni provenienti da serbatoi adibiti allo stoccaggio di liquidi organici sono causate sia dall'evaporazione del liquido stoccato che dalle variazioni di livello del liquido interno. A seconda della categoria di serbatoio variano sia il tipo di sorgenti emissive che il loro contributo alla perdita di fluido totale. La metodologia utilizzata in questo studio per la stima delle emissioni provenienti da serbatoi di stoccaggio di liquidi organici segue quella suggerita dall'American Petroleum Institute (API) esposta nello standard AP-42. Le equazioni riportate nel capitolo 7, paragrafo 7.1.3 dell'AP-42 permettono il calcolo della massa di vapore fuoriuscita su base annua dai serbatoi adibiti allo stoccaggio di liquidi organici. Per la stima sono disponibili diversi set di equazioni in funzione della tipologia di serbatoio, tra cui le categorie di interesse in questo studio: serbatoi a tetto fisso e serbatoi a tetto galleggiante. La procedura esposta nell'AP-42 è implementata in un software, chiamato "TANKS", il quale è stato utilizzato per ottenere i risultati esposti in questo studio.

In Allegato 3 è riportata una sintesi descrittiva delle equazioni e dei parametri utilizzati per la stima delle emissioni.

5.1.3. Scenario Emissivo e Calcolo delle Emissioni

5.1.3.1. Specifiche delle sorgenti emissive

Per il calcolo delle emissioni sono state fornite al programma di calcolo le informazioni relative alle sorgenti odorigene.

Per quanto riguarda i serbatoi a tetto fisso devono essere specificati:

- Diametro del serbatoio;
- Altezza del serbatoio;
- Capacità geometrica del serbatoio;
- Capacità operativa massima, minima ed effettiva;
- Altezza del liquido massima e media;
- Colore e condizioni del rivestimento delle pareti;
- Colore e condizioni del rivestimento del tetto.

Per i serbatoi a tetto galleggiante, i dati di ingresso associati riguardano:

- Diametro del serbatoio;
- Capacità operativa;
- Colore e condizioni del rivestimento interno;
- Tipologia e metodo di costruzione del tetto;
- Tipologia di tenuta primaria;
- Tipologia di tenuta secondaria.

Nelle tabelle A2.2 e A2.3 in Allegato 2 si riporta l'anagrafica di dettaglio relativa ai serbatoi simulati nella presente analisi.

Inoltre, risulta importante individuare le diverse tipologie di fittings relative ai serbatoi per poterne modellare e valutare correttamente le perdite associate. Come riportato in Allegato 3, i fittings sono elementi ausiliari montati sul serbatoio e rappresentano uno dei contributi emissivi associati ad esso. In generale, per fittings si intendono gli elementi cilindrici che attraversano il tetto del serbatoio per permettere lo svolgimento di operazioni ausiliarie, quindi:

- Sfiati;
- Bocchelli di ingresso o uscita;
- Scarichi;
- Bocchelli per elementi di misura o controllo variabili operative;
- Passi di mano o passi d'uomo.

Nel presente studio al fine di individuare i fittings presenti nei serbatoi di interesse, sono state prese come campione due tipologie di serbatoi: una per l'individuazione delle connessioni ausiliarie per i serbatoi a tetto fisso ed una seconda tipologia relativa a serbatoi a tetto galleggiante. I modelli analizzati sono riportati nelle seguenti figure.

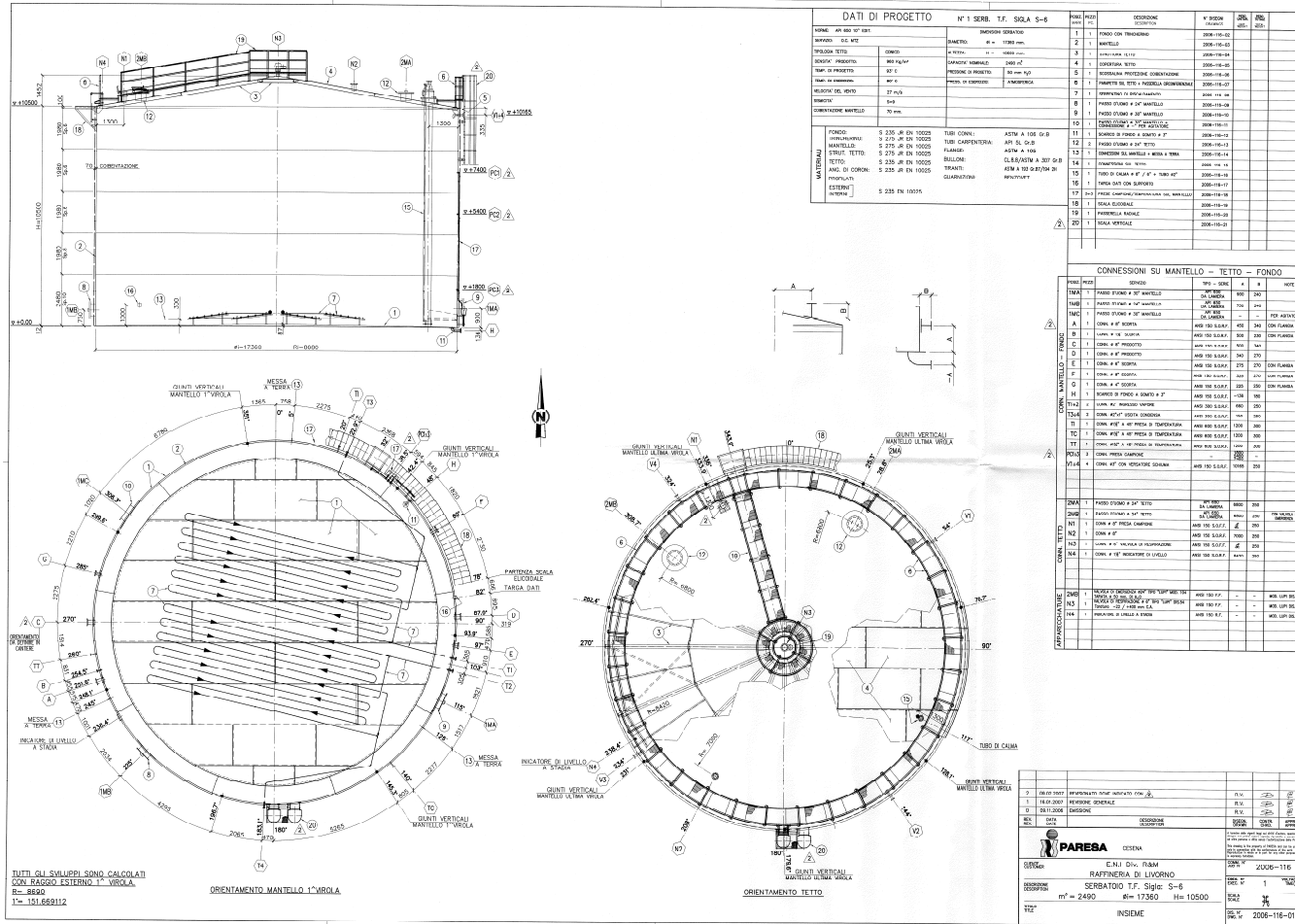


Figura 5.2: Sketch di un tipico per serbatoi a tetto fisso

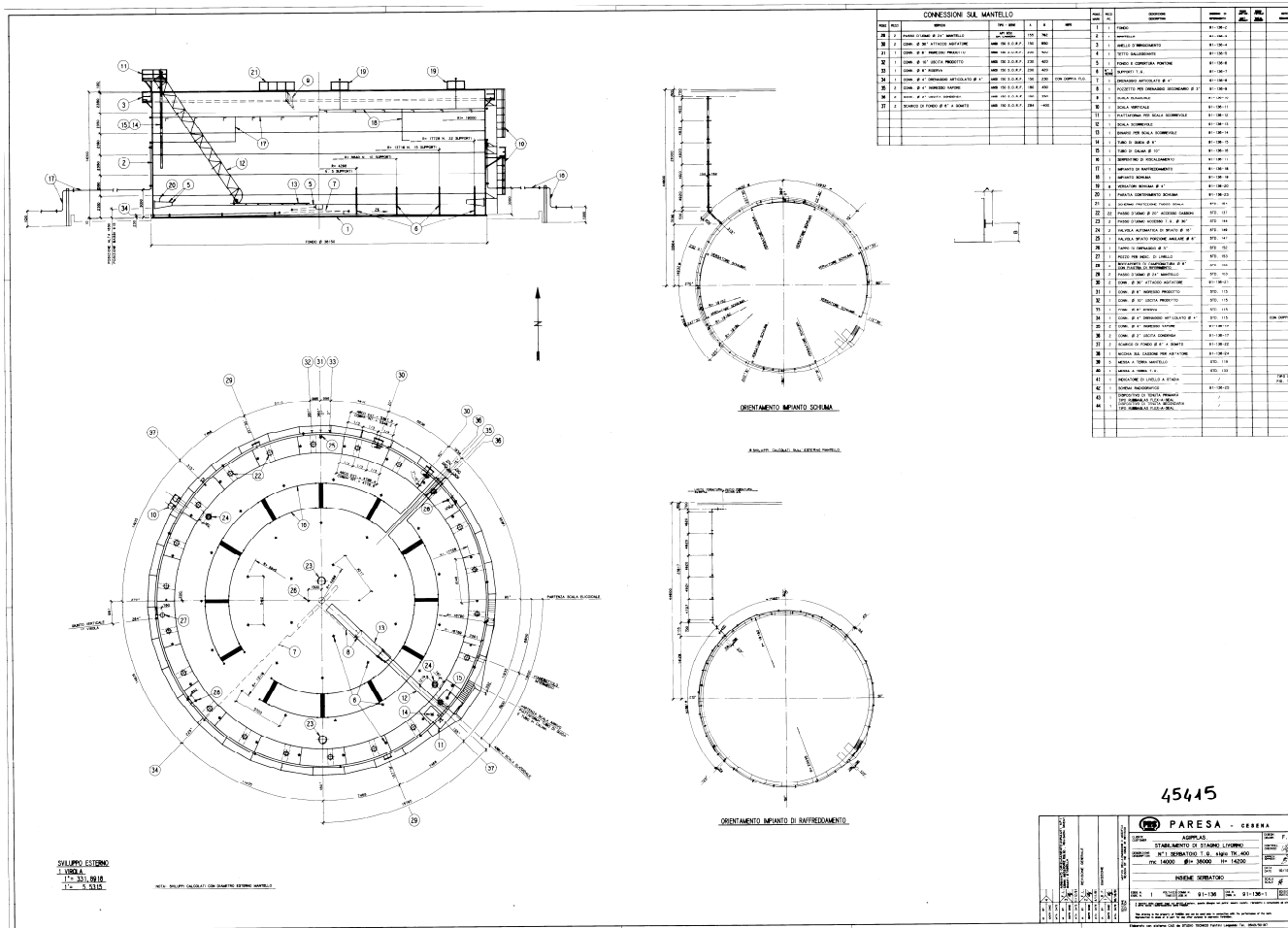


Figura 5.3: Sketch di un tipico per serbatoi a tetto galleggiante

Nella tabella seguente si riporta la lista generica dei fittings individuati per la caratterizzazione dei serbatoi, in Allegato 2 è riportata la lista completa per ogni serbatoio.

Tipologia di fitting	Diametro inch	Tipo di montaggio
Access hatch	24	Bolted Cover, Gasketed
Automatic gauge float well	2	Unbolted Cover, Ungasketed
Gauge-Hatch/Sample Well	8	Weighted Mech. Actuation, Gask
Rim vent	6	Weighted Mech. Actuation, Gask
Roof leg	3	Adjustable, Pontoon Area, Ungasketed
Roof leg	3	Adjustable, Center Area, Ungasketed
Unslotted guide pole well	2	Ungasketed Sliding Cover
Vacuum breaker	10	Weighted Mech. Actuation, Gask

Tabella 5.3: Lista generale dei fittings individuati

5.1.3.2. Movimentazione dei serbatoi

I dati delle movimentazioni orarie dei serbatoi riferiti all'anno 2015 sono stati elaborati al fine di ricavare i dati necessari per la simulazione con il software TANKS di US-EPA per la stima delle emissioni dei vapori dei prodotti movimentati nel parco serbatoi della Raffineria di Livorno.

A titolo rappresentativo, si riportano nella seguente tabella i dati relativi alla movimentazione mensile ed annuale per tipologia di prodotto assimilabile.

Mese	APA [m ³ /anno]	Benzina [m ³ /anno]	Bitume [m ³ /anno]	Gasolio [m ³ /anno]	Greggio [m ³ /anno]	Olio combustibile [m ³ /anno]	RVC [m ³ /anno]
Gennaio	9,68E+03	2,61E+05	1,56E+03	1,35E+05	4,11E+05	2,11E+05	1,96E+04
Febbraio	6,60E+03	2,56E+05	1,25E+03	1,33E+05	4,31E+05	1,71E+05	2,37E+04
Marzo	4,75E+03	3,09E+05	9,62E+01	1,08E+05	3,90E+05	2,35E+05	3,18E+04
Aprile	2,30E+03	2,64E+05	1,03E+02	1,31E+05	4,73E+05	2,12E+05	3,25E+04
Maggio	1,02E+04	3,14E+05	1,07E+02	1,44E+05	4,62E+05	2,30E+05	3,67E+04
Giugno	1,46E+04	2,57E+05	1,08E+02	1,40E+05	3,79E+05	2,24E+05	3,85E+04
Luglio	1,09E+04	2,87E+05	1,10E+02	1,43E+05	5,48E+05	2,26E+05	2,99E+04
Agosto	1,07E+04	3,14E+05	1,06E+02	1,31E+05	5,11E+05	2,46E+05	2,95E+04
Settembre	1,35E+04	2,64E+05	9,64E+01	1,29E+05	3,86E+05	1,58E+05	2,55E+04
Ottobre	1,28E+04	3,37E+05	8,96E+01	1,17E+05	5,69E+05	2,31E+05	3,43E+04
Novembre	8,34E+03	2,95E+05	8,85E+01	1,09E+05	4,21E+05	2,59E+05	3,83E+04
Dicembre	9,52E+03	2,95E+05	7,95E+01	1,13E+05	4,32E+05	2,01E+05	2,66E+04
Totale 2015	1,14E+05	3,45E+06	3,79E+03	1,53E+06	5,41E+06	2,60E+06	3,67E+05

Tabella 5.4: movimentazioni totali per tipo di prodotto e periodo dell'anno dei serbatoi considerati nella simulazione per la valutazione del potenziale impatto odorigene (sono esclusi i serbatoi convogliati)

5.1.3.3. Stima delle emissioni annuali

Applicando la metodologia relativa al software TANKS di US EPA (riportata in Allegato 3) e compilandone il database di input è stato possibile calcolare le emissioni totali annuali per tipologia di prodotto.

Il database di input di TANKS è stato compilato inserendo i seguenti dati:

- anagrafica tecnica del parco serbatoi di Raffineria comprendente dimensioni e caratteristiche dei serbatoi;
- dati mensili dei movimenti di prodotto per singolo serbatoio;
- dati mensili di temperatura di prodotto stoccato per singolo serbatoio;
- tipologia di prodotto aggregata per categorie omogenee assimilabili (APA, Benzina, Bitume, Gasolio, Greggio, Olio Combustibile ed RVC);
- dati di medie mensili di tutti i parametri meteorologici previsti dal software derivati dalla stazione di Livorno di LaMMA COMMA MED.

I dati di input relativi alla meteorologia sono riportati nella seguente tabella.

Mese	Temperatura massima (°F)	Temperatura minima (°F)	Fattore di radiazione solare (Btu/ft ² day)	Velocità media vento (mph)	Temperatura media annuale (°F)	Pressione media annuale (psia)
Gennaio	62.42	34.16	343.66	9.66	63.44	14.68
Febbraio	62.24	42.44	524.52	10.41		
Marzo	62.06	41.54	1048.78	11.06		
Aprile	69.26	42.26	1712.01	6.8		
Maggio	82.22	56.12	1902.59	5.79		
Giugno	87.98	63.68	2305.63	5.92		
Luglio	89.78	71.06	2366.42	6.55		
Agosto	95	65.12	19511.47	6.09		
Settembre	82.04	58.82	1434.59	8.5		
Ottobre	75.92	51.08	815.41	8.21		
Novembre	68.72	39.74	524.76	6.84		
Dicembre	62.06	40.46	356.38	6		
Annuale 2015	74.98	50.54	1273.85	7.46		

Tabella 5.5: Dati meteorologici inseriti nel programma di simulazione TANKS relativi all'area di Livorno

La simulazione con il software TANKS è stata elaborata su base mensile ed ha prodotto la stima per singolo serbatoio delle perdite di vapori. Le statistiche riepilogative espresse in kg di prodotto e calcolate per mese e per anno sono mostrate nella seguente tabella.

Mese	APA [kg]	Benzina [kg]	Bitume [kg]	Gasolio [kg]	Greggio [kg]	Olio combustibile [kg]	RVC [kg]
Gennaio	11	15006	27	4104	658	961	5
Febbraio	7	17401	26	3203	724	820	5
Marzo	5	22918	30	4035	740	947	7
Aprile	3	19649	36	3638	582	903	10
Maggio	11	25220	31	3911	567	1027	7
Giugno	16	21820	42	4125	546	921	7
Luglio	12	24679	39	3717	699	967	7
Agosto	12	24814	36	3575	650	971	6
Settembre	15	25026	35	3827	685	899	6
Ottobre	14	18862	35	3382	721	997	6
Novembre	9	23054	36	2666	540	972	8
Dicembre	11	16278	32	3307	498	969	5
Totale 2015	126	254727	405	43490	7610	11354	79

Tabella 5.6: emissioni totali stimate da TANKS per tipo di prodotto e periodo dell'anno

Si riportano nel seguente grafico i risultati ottenuti relativi alle emissioni annuali dai serbatoi per tipologia di prodotto.

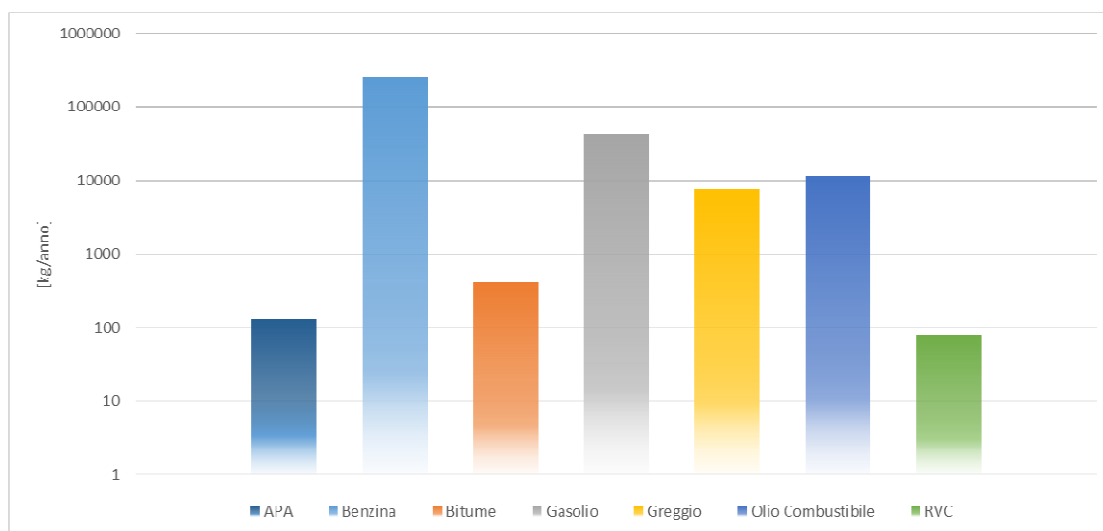


Figura 5.4: Emissioni in kg/anno per categoria di prodotto

Per l'analisi dettagliata dei risultati si riportano in Allegato 4 i valori ottenuti per ciascun serbatoio.

Le simulazioni con il codice TANKS hanno permesso di calcolare, oltre alle emissioni di vapori da ciascun serbatoio, la densità parziale dei vapori potenzialmente odorigeni necessaria per le successive valutazioni. Tale densità è funzione delle caratteristiche del prodotto e delle condizioni di temperatura e pressione a cui il prodotto è stoccato. Tale densità è stata calcolata per ciascun serbatoio su base mensile, utilizzando le tre temperature media, massima e minima elaborate su base mensile. A titolo indicativo si riportano di seguito, per ciascuna categoria di prodotto analizzato, le densità parziali minima, media e massima calcolate sull'anno 2015.

Prodotto	Densità Parziale dei Vapori Odorigeni [kg/m ³]		
	Minima	Media	Massima
APA	5,85E-01	7,16E-01	8,92E-01
Benzina	3,06E-01	3,83E-01	4,60E-01
Bitume	1,94E-02	2,50E-02	3,51E-02
Gasolio	6,54E-04	2,21E-03	1,10E-02
Greggio	4,26E-05	8,59E-03	1,03E-02
Oli combustibili	3,32E-07	1,12E-04	2,93E-04
RVC	9,82E-04	5,35E-04	6,44E-04

Tabella 5.7: Valori di densità parziale dei vapori dei prodotti contenuti nei serbatoi elaborati da TANKS

La densità parziale, espressa in kg di vapore di idrocarburi su m³ di vapore di idrocarburi più aria, è stata utilizzata per calcolare la portata emissiva in termini di perdite volumetriche di vapore di idrocarburi più aria dai serbatoi. Le perdite volumetriche così calcolate sono poi state moltiplicate per la concentrazione odorimetrica misurata per ciascun prodotto.

5.2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO TAE

La raffineria di Livorno è dotata di impianto di depurazione delle acque denominato TAE. Attraverso il convogliamento del sistema fognario l'acqua arriva per gravità alle Vasche Arrivo (S33 e S12) e da qui inizia il trattamento delle acque. Sono inoltre presenti 4 serbatoi di accumulo temporaneo di acque reflue in attesa di trattamento (TK1, TK2, S98 e S100).

L'impianto TAE è costituito dalle seguenti linee di trattamento operanti in parallelo:

- Linea Wemco 90, costituita da:
 - ✓ Flottatore IAF Wemco 90;
 - ✓ Impianto di Waste Water Reuse (WWR): impianto di finitura con chiarificatori a pacchi lamellari, filtri a sabbia e filtri a carbone. L'impianto rende l'acqua, già idonea per lo scarico secondo la normativa vigente, idonea anche per il riutilizzo come reintegro dei circuiti di raffreddamento e antincendio.

- Flottatore IAF Wemco 80;
- Impianto Biologico, costituito da:
 - ✓ Separazione a gravità (due separatori tipo API MS1 A/B);
 - ✓ Flocculazione (flocculatore S16);
 - ✓ Flottazione (flottatore MS2);
 - ✓ Ossidazione biologica (bacino di aerazione MS3A) e chiarificazione/sedimentazione (sedimentatore MS3B);
 - ✓ Stoccaggio finale, riutilizzo interno (vasca S23-A/B) e scarico finale (vasca S23-C).

In numerose fasi della depurazione dei reflui di Raffineria sono prodotti fanghi per i quali è operativa in sito una linea di trattamento finalizzata a recuperare la frazione oleosa presente e ridurre il volume di residuo da smaltire, che prevede:

- pre-sedimentazione in un apposito ispessitore (MS-4);
- accumulo in vasche di carica (vasche W70);
- centrifugazione del fango ispessito, con recupero di acqua (in rete fognaria) e olio (a SLOP) e smaltimento del residuo solido.

Nell'immagine seguente si riporta la rappresentazione dell'impianto di trattamento TAE e delle apparecchiature considerate.

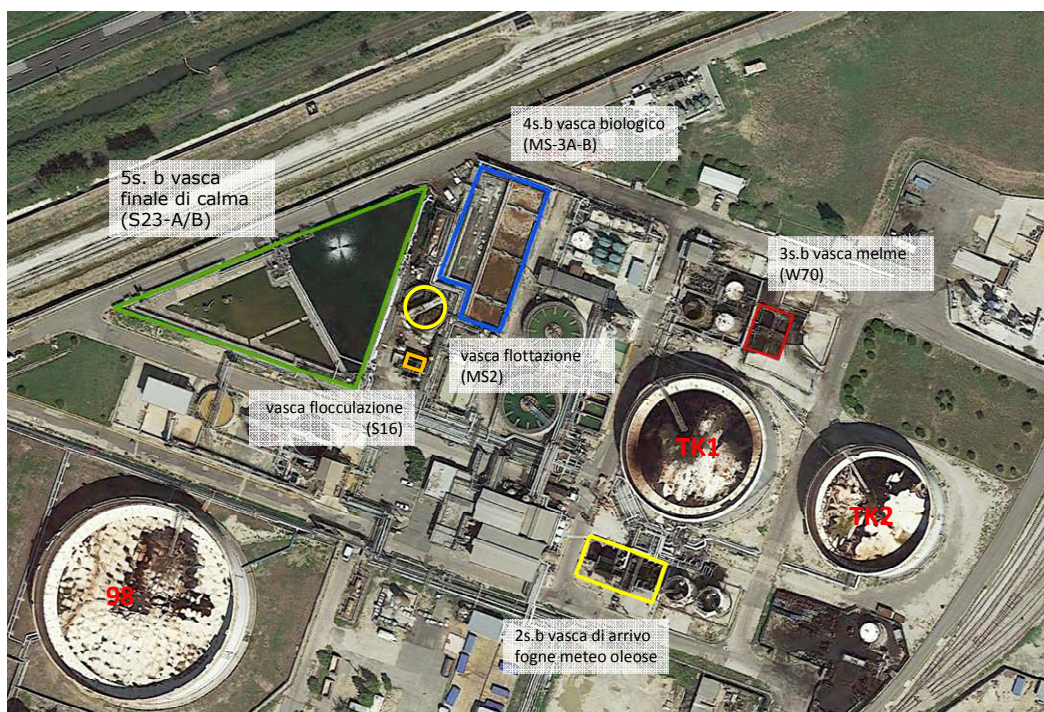


Figura 5.5: identificazione degli impianti oggetto della simulazione delle emissioni odorigene parte dell'impianto TAE

5.2.1. Metodologia utilizzata per la stima delle emissioni odorigene dalle vasche

Nel presente paragrafo si distinguono varie metodologie applicate per la stima delle emissioni di odori dalle sezioni di impianto, come indicato nella seguente tabella. Questo approccio, concordato con gli enti attraverso il Protocollo di monitoraggio e controllo di gennaio 2016, prevede lo sviluppo di stime e valutazioni che utilizzeranno le misurazioni di campo come esplicitato nel dettaglio nei paragrafi seguenti e che si può riassumere come segue:

- A. utilizzo di dati misurati in campo di dettaglio ed applicazione del bilancio di massa sulle emissioni della vasca per il calcolo del termine di sorgente;
- B. utilizzo di dati misurati in campo tramite tecniche consolidate quali Wind Tunnel e successiva stima di bilancio di massa;
- C. calcolo delle emissioni di vapori potenzialmente odorigeni tramite il software TANKS e stima delle emissioni sulla base di valori di concentrazione di letteratura e/o misurati in campo.

Impianto TAE Fase del processo	Approccio per la stima delle emissioni
2s.b vasca di arrivo fogne meteo oleose	A
3s.b vasca melme (W70)	A
4s.b vasca biologico (MS-3A) areata	A
4s.b vasca biologico (MS-3B) non areata	A
5s. b vasca finale di calma (S23-A/B) areata	A
Vasca flocculazione S16	B
Vasca flottazione MS2	B
TK1	C
TK2	C
TK98	C

Tabella 5.8: metodologie applicate per la stima delle emissioni di odori dalle sezioni di impianto

5.3. **RISULTATI DEI MONITORAGGI AMBIENTALI**

Durante le tre campagne di misurazione svolte al fine di analizzare sia le diverse stagionalità che i vari assetti di processo dell'impianto TAE, sono stati svolti monitoraggi in campo per la determinazione della concentrazione di odore. I periodi di svolgimento dei monitoraggi e le successive analisi hanno riguardato i seguenti periodi:

- Prima campagna estiva 2015: Settembre 2015;
- Seconda campagna invernale 2016: Febbraio 2016;
- Terza campagna estiva 2016: Agosto 2016 (serbatoi), Settembre e Ottobre 2016 impianto TAE in due diverse condizioni di pH del refluo trattato.

I monitoraggi sono stati realizzati sia per la caratterizzazione delle emissioni che per la valutazione della concentrazione di odore in aria ambiente.

Nella seguente tabella si riportano i risultati dei monitoraggi.

ID	Posizione campionamento	OUe/m ³							
		Prima campagna - estiva 2015		Seconda campagna - invernale 2016		Terza campagna - estiva 2016 (pH = 5,9)		Terza campagna - estiva 2016 (pH = 7,2)	
2s.b	Impianto TAE - vasca di arrivo fogne meteo oleose	Bordo vasca	1.500	profondo (-1 m)	2300	valle basso (1 m)	12.000	valle basso (1m)	13.000
						valle alto (2,5 m)	15.000	valle alto (2,5m)	940
				superficiali (0 m)	1300	monte basso (1 m)	340	monte basso (1m)	2.500
						monte alto (2,5 m)	280	monte alto (2,5m)	3.000
3s.b	Impianto TAE - vasca melme (W70)	Bordo vasca	5.000	Misura a bordo vasca	1.000	valle basso (1 m)	1.700	valle basso (1m)	660
						valle alto (2,5 m)	920	valle alto (2,5m)	560
						monte basso (1 m)	1.500	monte basso (1m)	530
						monte alto (2,5 m)	2.100	monte alto (2,5m)	110
4s.b	Impianto TAE - vasca biologico (MS-3A)	Bordo vasca	240	valle basso (0 m)	21	valle basso (1 m)	1.200	valle basso (1m)	210
				valle alto (1,5 m)	60	valle alto (2,5 m)	98	valle alto (2,5m)	250
				valle medio basso (0 m)	88	-	-	-	-
				valle medio alto (1,5 m)	240	-	-	-	-
				monte basso (0 m)	21	monte basso (1 m)	230	monte basso (1m)	140
				monte alto (1,5 m)	28	monte alto (2,5m)	62	monte alto (2,5m)	40
				test	60	-	-	-	-
5s.b	Impianto TAE - vasca finale di calma (S23-A/B)	Bordo vasca	160	valle basso (0 m)	32	valle basso (1 m)	980	valle basso (1m)	360
				valle alto (1,5 m)	33	valle alto (2,5 m)	590	valle alto (2m)	53
				monte basso (0 m)	27	monte basso (1 m)	560	monte basso (1m)	50
				monte alto (1,5 m)	160	monte alto (2,5 m)	500	monte alto (2m)	180
-	Impianto TAE - serbatoio TK1	-	-	Interno bocchello	1200	-	-	-	-



ID	Posizione campionamento	OUe/m ³							
		Prima campagna - estiva 2015		Seconda campagna - invernale 2016		Terza campagna - estiva 2016 (pH = 5,9)		Terza campagna - estiva 2016 (pH = 7,2)	
-	Impianto TAE - vasca biologico (MS-3B)	-	-	-	-	valle basso (1 m)	78	valle basso (1m)	92
						valle alto (2,5 m)	830	valle alto (2m)	630
						monte basso (1m)	62	monte basso (1m)	39
						monte alto (2m)	160	monte alto (2m)	83
-	Impianto TAE - vasca S16	-	-	-	-	Wind tunnel	790.000	Wind tunnel	180.000
-	Impianto TAE - vasca MS2	-	-	-	-	Wind tunnel	310.000	Wind tunnel	100.000
7s.b	Serbatoio contenente benzina finita	Interno bocchello	13.000	Interno bocchello	710	Interno bocchello	420	-	-
8s.b	Serbatoio contenente bitume	Interno bocchello	62.000	Interno bocchello	710	Interno bocchello	280.000	-	-
9s.b	Serbatoio contenente greggio	Interno bocchello	140.000	Interno bocchello	130	Interno bocchello	79.000	-	-
10s.b	Serbatoio contenente olio combustibile	Interno bocchello	780.000	Interno bocchello	20.000	Interno bocchello	1.000.000	-	-
11s.b	Serbatoio contenente RVC	Interno bocchello	940.000	Interno bocchello	65.000	Interno bocchello	490.000	-	-
12s.b	Sfiato serbatoio zolfo TK252	-	-	Interno bocchello	1.100	-	-	-	-
6s.a	Serbatoio APA	Interno bocchello	570.000	Interno bocchello	[1]	Interno bocchello	330.000	-	-

Nota [1]: Serbatoio non accessibile per problemi tecnici.

Tabella 5.9: Risultati dei monitoraggi svolti

ID	Posizione campionamento	Oue/m ³	
		Prima campagna - estiva 2015	Seconda campagna - invernale 2016
3r.b	Pensilina carico autobotti benzina	40	32
4r.b	Pensilina carico autobotti bitume	210 ^[2]	21
5r.b	Pensilina carico autobotti GPL	28	30
1r.b	Impianto Merox	38	24
6r.b	Area GPL Nord	-	32
7r.b	Piazzale Blender	-	20
8r.b	Area serbatoio 100	-	20
9r.b	Area serbatoio 137	-	30

Nota [2]: monitoraggio rappresentativo dell'emissione durante la fase di caricamento delle cisterne/autobotti.

Tabella 5.10: Risultati dei monitoraggi svolti nel settembre 2015 e febbraio 2016 – recettori interni

Nella terza campagna, quella estiva del 2016, si è voluto monitorare le emissioni odorigene dall'impianto TAE in due condizioni operative caratterizzate da differenti valori di pH del refluo trattato: tali valori di pH sono 5,9 e 7,2.

I valori riscontrati per i serbatoi nelle diverse campagne di misura sono stati confrontati con quelli riportati nello studio "Odor Emissions from Refinery Sites" di Dr. Matthias Bender Müller-BBM Cert GmbH Müller-BBM Group. I dati tratti dallo studio riportati nella tabella seguente mostrano valori di concentrazione in linea con quelli rilevati durante le campagne di monitoraggio.

TABLE I. OLFACTORY PROPERTIES OF CRUDE OIL VAPORS.

	°C	odor (10 ⁶ OU/m ³)	hydrocarbons (kg/m ³)	correlation 10 ⁶ OU/kg
sample 1	20	2	0,4	4
	28	30	0,9	40
sample 2	20	1	0,4	3
	28	20	0,8	20
sample 3	20	0,1	0,1	1
	28	0,2	0,4	1
sample 4	20	40	0,4	100
	26	90	0,5	180
sample 5	20	0,04	0,5	0,1
	26	0,02	0,6	0,03

OU: odor unit)

Tabella 5.11: Estratto dal lavoro di Dr. Matthias Bender Müller

5.4. STIMA DELLE EMISSIONI ODORIGENE

5.4.1. Parco Serbatoi

Il flusso di massa di emissione di vapori potenzialmente odorigeni, calcolato da TANKS su base annuale/mensile, è stato trasformato in flusso volumetrico utilizzando i valori di densità parziale di Tabella 5.7. Il flusso di odore è stato calcolato moltiplicando il livello di odore massimo tra i tre rilevati dai monitoraggi in campo (come riportato in Tabella 5.12) per il flusso volumetrico.

Prodotto	UM	Prima campagna - estiva 2015	Seconda campagna - invernale 2016	Terza campagna - estiva 2016	Valore massimo
APA	[OU/m ³]	570000	-	330000	570000
benzina	[OU/m ³]	13000	710	420	13000
bitume	[OU/m ³]	62000	710	280000	280000
gasolio	[OU/m ³]	13000	710	420	13000
greggio	[OU/m ³]	140000	130	79000	140000
olio combustibile	[OU/m ³]	780000	20000	1000000	1000000
RVC	[OU/m ³]	940000	65000	490000	940000

Tabella 5.12: Risultati dei tre monitoraggi svolti

Nella seguente tabella si riporta il flusso di odore calcolato da TANKS su base mensile ed annuale.

	Emissioni di Odori						
	APA [OU]	Benzina [OU]	Bitume [OU]	Gasolio [OU]	Greggio [OU]	Olio comb. [OU]	RVC [OU]
Gennaio	6,31E+09	3,04E+08	2,01E+10	1,70E+09	2,41E+08	6,41E+11	5,63E+10
Febbraio	4,30E+09	3,43E+08	1,91E+10	1,37E+09	2,64E+08	5,57E+11	5,64E+10
Marzo	3,09E+09	4,47E+08	2,19E+10	1,63E+09	2,70E+08	6,57E+11	6,76E+10
Aprile	1,50E+09	3,66E+08	2,38E+10	1,50E+09	2,13E+08	6,28E+11	6,82E+10
Maggio	6,65E+09	4,27E+08	2,15E+10	1,60E+09	2,07E+08	6,56E+11	7,24E+10
Giugno	9,49E+09	3,51E+08	2,72E+10	1,68E+09	2,00E+08	6,37E+11	7,13E+10
Luglio	7,08E+09	3,86E+08	2,59E+10	1,59E+09	2,55E+08	6,54E+11	6,51E+10
Agosto	6,99E+09	3,96E+08	2,41E+10	1,42E+09	2,37E+08	6,71E+11	6,46E+10
Settembre	8,82E+09	4,36E+08	2,33E+10	1,56E+09	2,50E+08	5,82E+11	6,03E+10
Ottobre	8,32E+09	3,52E+08	2,36E+10	1,37E+09	2,63E+08	6,61E+11	6,94E+10
Novembre	5,43E+09	4,66E+08	2,38E+10	1,10E+09	1,97E+08	6,66E+11	7,25E+10
Dicembre	6,20E+09	3,37E+08	2,22E+10	1,35E+09	1,82E+08	6,31E+11	6,25E+10
Totale 2015	7,42E+10	4,61E+09	2,76E+11	1,79E+10	2,78E+09	7,64E+12	7,87E+11
Percentuale contributo annuale emissione	0,84%	0,05%	3,14%	0,20%	0,03%	86,80%	8,94%

Tabella 5.13: Emissioni di odori da parco serbatoi valutato su base mensile e annuale considerando i dati più gravosi di concentrazione di odore rilevati nelle campagne

I risultati dei monitoraggi hanno evidenziato come il prodotto che risulta maggiormente significativo per le potenziali emissioni odorigene sia l'olio combustibile. Questo è dovuto principalmente all'elevata concentrazione odorimetrica delle emissioni misurata ed alla movimentazione annua.

Nella seguente figura si riporta la rappresentazione grafica delle emissioni dai serbatoi su base annuale, classificate in base al rateo di unità odorigene.

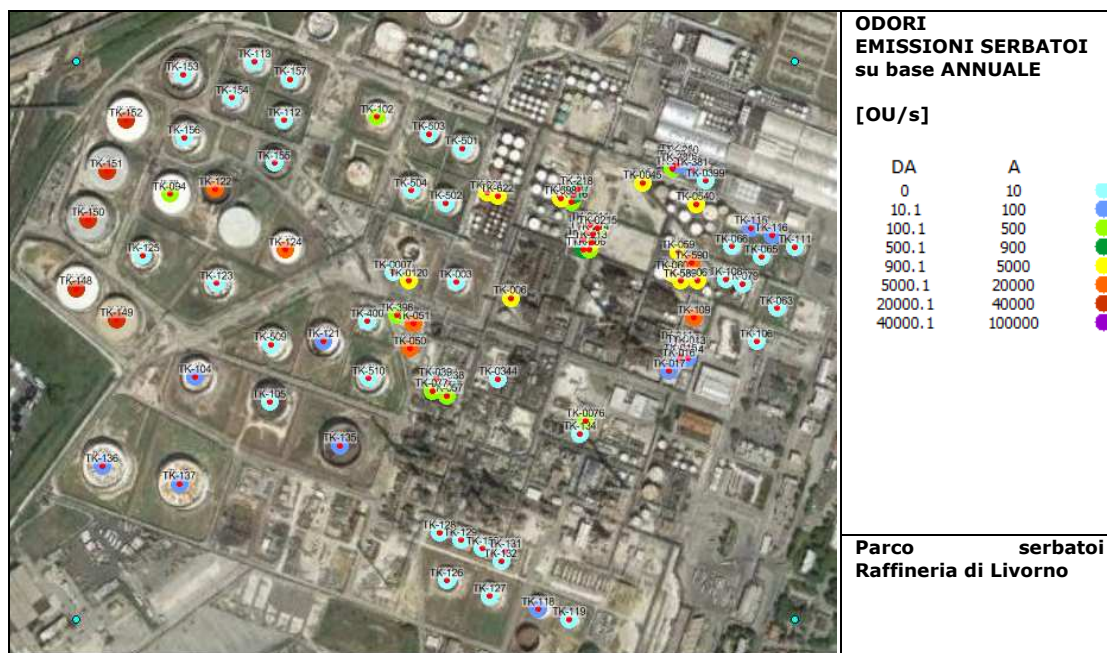


Figura 5.6: Rappresentazione grafica delle emissioni classificate in base al rateo di sostanze odorigene

5.4.2. Impianto TAE

5.4.2.1. Stima delle emissioni odorigene Vasca biologico MS-3A/B, Vasche melme W70, vasca di arrivo fogne meteo oleose, Vasca di calma S-23A/B

I dati dei rilievi in campo sono stati confrontati con i riferimenti valutati dalle Linee Guida della Lombardia (riassunti nella tabella seguente). Nella tabella seguente si riportano i valori medi, range di concentrazione di odore e fattori di emissione di odore per ciascuna fase secondo le Linee Guida delle emissioni odorigene per impianti di depurazione Acque Reflue seppur sostanzialmente differenti per la natura del refluo da quello in oggetto.

Fasi del processo	TAE Fasi/Impianti	Risultati Prima campagna - estiva 2015 (ou _E /m ³)	Risultati Seconda campagna - invernale 2016 (ou _E /m ³)	Terza campagna - estiva 2016 pH=5,9 (ou _E /m ³)	Terza campagna - estiva 2016 pH=7,2 (ou _E /m ³)	Range di Cod (ou _E /m ³)
Arrivo reflui	vasche arrivo	1500	1300 - 2300	280 - 15000	940 - 13000	100 - 100000
Ossidazione	MS-3A	240	21 - 240	62 - 1200	40 - 250	50 - 1000
	MS-3B	-	-	62 - 830	39 - 630	
Trattamenti chimico-fisici	S16	-	-	790000	180000	200 - 3000
	MS-2	-	-	310000	100000	
Stoccaggio fanghi	W70	5000	1000	920 - 2100	110 - 660	100 - 5000

Tabella 5.14: range di concentrazione di odore misurati e fattori di emissione di odore per ciascuna fase [LG Lombardia - Impianti Depurazione]

I valori di concentrazione rilevati dai monitoraggi in campo per tutte le vasche ad eccezione delle vasche di flocculazione (S16) e flottazione (MS-2) sono compresi nei range di Cod riportati nei documenti delle LG.

La portata emissiva è stata stimata a partire dalla superficie della vasca, dalla velocità del vento e dalle concentrazioni di odore (OU/m³) misurate in occasione dei monitoraggi svolti. Al fine di stimare le emissioni derivanti dalle vasche dell'impianto TAE, le campagne sono state svolte misurando la concentrazione di odore sul perimetro della vasca secondo la direzione di provenienza del vento sia a monte che a valle della vasca stessa. Nella seguente Figura 5.7 è rappresentato il modello utilizzato per il calcolo della portata emissiva a partire dai valori di concentrazione odorimetriche che mostra come le misurazioni sono state localizzate sul perimetro esterno della vasca al fine di poter applicare il bilancio di massa.

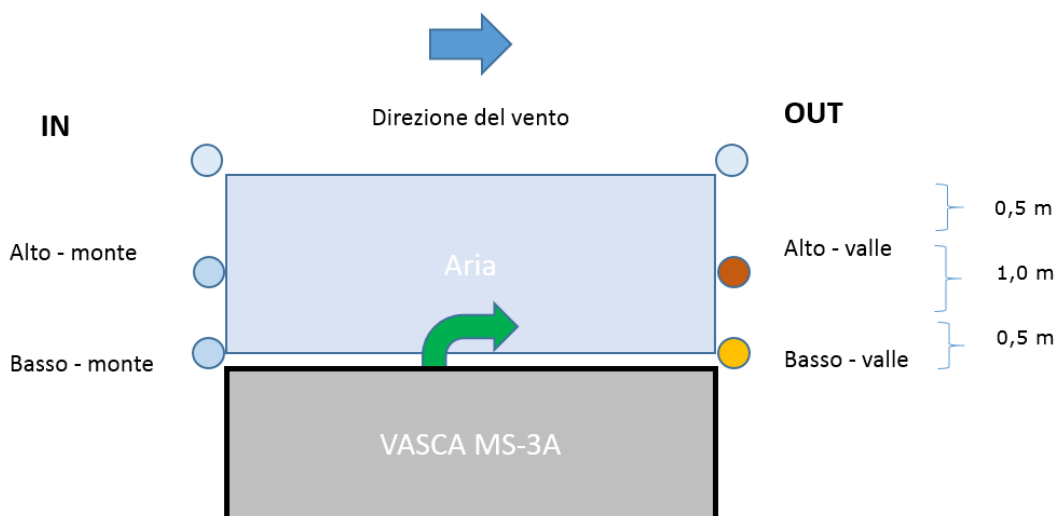


Figura 5.7: modello concettuale per il calcolo del termine sorgente odorigena dalle vasche

La differenza tra il flusso di massa di composti odorigeni, stimato in ingresso alla vasca (sopravento) rispetto a quello stimato in uscita dalla vasca (sottovento), ha permesso di valutare il termine di sorgente. Per ognuna delle vasche si è applicata la metodologia sopra descritta e nelle seguenti tabelle sono riportati i calcoli e la stima delle emissioni in termine di emissione ed emissione specifica.

Come per i serbatoi, anche per il calcolo delle portate emissive dall'impianto TAE sono state utilizzate conservativamente le concentrazioni più elevate misurate nei quattro diversi monitoraggi: la terza campagna - estiva 2016 (pH=7,2) per la valutazione del 98° percentile e terza campagna - estiva 2016 (pH=5,9) per la valutazione del 99° percentile. Nelle seguenti tabelle si riporta come dai campionamenti effettuati si arrivi alla stima dell'emissione odorigena per ciascuna vasca, sulla base dei risultati dei monitoraggi svolti nella terza campagna - estiva 2016 (pH=7,2) e nella terza campagna - estiva 2016 (pH=5,9).

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione MS-3A OU _E /s	Emissione Specifica MS-3A OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	51	1,5	803,25	803,25	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	250	40	51	1,5	28687,5	4590	24097,5	40,16
basso	0,5-1	210	140	51	1,5	8032,5	5355	2677,5	4,46
Totale vasca								26775,0	44,63

Tabella 5.15: terza campagna - estiva 2016 (pH=7,2) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca di trattamento biologico (MS-3A)

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione MS-3B OU _E /s	Emissione Specifica MS-3B OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	4	1,0	42	42	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	630	83	4	1,0	3780	498	3282,0	9,12
basso	0,5-1	92	39	4	1,0	184	78	106,0	0,29
Totale vasca								3388,0	9,41

Tabella 5.16: terza campagna - estiva 2016 (pH=7,2) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca di chiarificazione/sedimentazione ed estrazione dei fanghi (MS-3B)

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione S-23 A/B OU _E /s	Emissione Specifica S-23 A/B OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	21	1,5	330,75	330,75	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	53	50	21	1,5	2504,25	2362,5	141,8	0,09
basso	0,5-1	360	50	21	1,5	5670	787,5	4882,5	2,96
Totale vasca								5024,3	3,0

Tabella 5.17: terza campagna – estiva 2016 (pH=7,2) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca di calma (S23-A/B)

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione Vasche arrivo OU _E /s	Emissione Specifica Vasche arrivo OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	3	1,0	31,5	31,5	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	940	940	3	0,5	2115	2115	0,0	0,00
basso	0,5-1	13000	2500	3	0,5	9750	1875	7875,0	31,50
Totale vasca								7875,0	31,50

Tabella 5.18: terza campagna – estiva 2016 (pH=7,2) - valutazione del fattore di emissione specifico per le vasche di arrivo

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione W70 OU _E /s	Emissione Specifica W70 OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	10	1,5	157,5	157,5	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	560	110	10	1,5	12600	2475	10125,0	101,25
basso	0,5-1	660	530	10	1,5	4950	3975	975,0	9,75
Totale vasca								11100,0	111,00

Tabella 5.19: terza campagna – estiva 2016 (pH=7,2) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca melme (W70)

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione MS-3A OU _E /s	Emissione Specifica MS-3A OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	51	1,6	856,8	856,8	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	98	62	51	1,6	11995,2	7588,8	4406,4	7,34
basso	0,5-1	1200	230	51	1,6	48960,0	9384,0	39576,0	65,96
Totale vasca								43982,4	73,30

Tabella 5.20: terza campagna – estiva 2016 (pH=5,9) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca di trattamento biologico (MS-3A)

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione MS-3B OU _E /s	Emissione Specifica MS-3B OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	4	1,0	42	42	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	830	160	4	1,0	4980	960	4020,0	11,17
basso	0,5-1	78	62	4	1,0	156	124	32,0	0,09
Totale vasca								4052,0	11,26

Tabella 5.21: terza campagna – estiva 2016 (pH=5,9) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca di chiarificazione/sedimentazione ed estrazione dei fanghi (MS-3B)

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione S23-A/B OU _E /s	Emissione Specifica S23-A/B OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	21	1,5	330,75	330,75	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	590	500	21	1,5	27877,5	23625	4252,5	2,58
basso	0,5-1	980	560	21	1,5	15435	8820	6615,0	4,01
Totale vasca								10867,5	6,6

Tabella 5.22: terza campagna – estiva 2016 (pH=5,9) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca di calma (S23-A/B)

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione Vasche arrivo OU _E /s	Emissione Specifica Vasche arrivo OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	3	1,0	31,5	31,5	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	15000	280	3	0,5	33750	630	33120,0	132,48
basso	0,5-1	12000	340	3	0,5	9000	255	8745,0	34,98
Totale vasca								41865,0	167,46

Tabella 5.23: terza campagna – estiva 2016 (pH=5,9) - valutazione del fattore di emissione specifico per le vasche di arrivo

Livello di misurazione da bordo vasca	Altezza dal bordo della vasca Intervallo in [m]	OUT OU _E /m ³	IN OU _E /m ³	Dim. Vasca Diagonale [m]	Velocità del vento [m/s]	Portata odore OUT OU _E /s	Portata odore IN OU _E /s	Termine Emissione W70 OU _E /s	Emissione Specifica W70 OU _E /m ² ·s
aria	2,5-3,0	21	21	10	1,4	147	147	0,0	0,00
alto	1,0-2,5	920	920	10	1,4	19320	19320	0,0	0,00
basso	0,5-1	1700	1500	10	1,4	11900	10500	1400,0	14,00
Totale vasca								1400,0	14,00

Tabella 5.24: terza campagna – estiva 2016 (pH=5,9) - valutazione del fattore di emissione specifico per la vasca melme (W70)

5.4.2.2. Stima delle emissioni odorigene vasca flocculazione S16 e flottazione MS-2

Per le vasche di flottazione (S16) e flocculazione (MS-2) dell'impianto TAE si è provveduto a campionare la superficie del refluo contenuto nella vasca tramite la WIND TUNNEL. Pertanto per il calcolo delle emissioni di odore partendo dalle concentrazioni misurate si è applicata la metodologia proposta dalle Linee Guida della Regione Lombardia (ALLEGATO 2 paragrafo 5.4.2. Sorgenti areali passive) e previste dalla letteratura scientifica di seguito riportata.

$$SOER = \frac{Q_{effl} \cdot c_{od}}{A_{base}}$$

$SOER$ = flusso specifico di odore ($ou_E/m^2/s$)
 Q_{effl} = portata volumetrica di aria uscente dalla cappa (m^3/s)
 c_{od} = concentrazione di odore misurata (ou_E/m^3)
 A_{base} = area di base della cappa (m^2).
 Infine, per calcolare l'OER è sufficiente moltiplicare il SOER per la superficie emissiva, i.e. la superficie totale della sorgente considerata:

$$OER = SOER \cdot A_{emiss}$$

OER = portata di odore (ou_E/s)
 $SOER$ = flusso specifico di odore ($ou_E/m^2/s$)
 A_{emiss} = superficie emissiva (m^2).

Figura 5.8: estratto dall'Allegato 2 delle Linee Guida ODORI Lombardia per il calcolo delle emissioni di odora tramite WIND TUNNEL.

Nella seguente tabella si riportano i calcoli effettuati per i due monitoraggi: terza campagna - estiva 2016 (pH=7,2) e terza campagna - estiva 2016 (pH=5,9) per le vasche S16 e MS-2.

Vasca	monitoraggio	Cod [OU _E /m ³]	Q _{effl} [m ³ /h]	Q _{effl} [m ³ /s]	OER [OU _E /s]	A _{base} [m ²]	SOER [OU _E /m ³ /s]
S16	terza campagna - estiva 2016 (pH=5,9)	790000	1,5	0,000417	329,17	0,1176	2799,03
S16	terza campagna - estiva 2016 (pH=7,2)	180000	1,5	0,000417	75,03	0,1176	637,75
MS-2	terza campagna - estiva 2016 (pH=5,9)	310000	1,5	0,000417	129,17	0,1176	1098,35
MS-2	terza campagna - estiva 2016 (pH=7,2)	160000	1,5	0,000417	66,67	0,1176	566,89

Tabella 5.25: calcolo del flusso specifico di odore [OU_E/m³/s]

5.4.2.3. Stima delle emissioni odorigene dai serbatoi a tetto galleggiante del TAE

I serbatoi a tetto flottante presi in esame sono quelli evidenziati nell'immagine seguente ed aventi le caratteristiche geometriche riportate nelle tabelle.

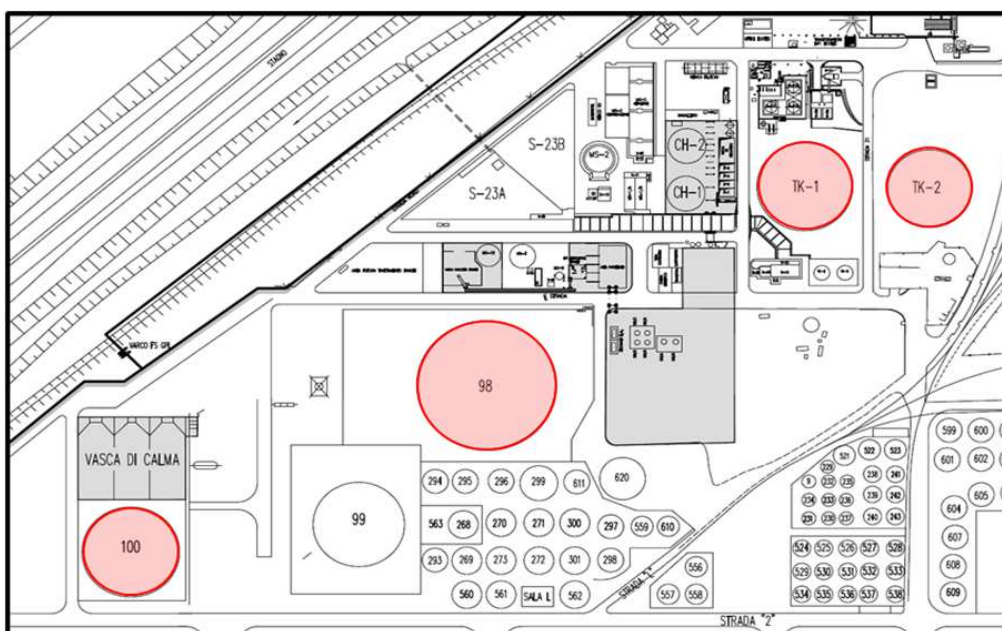


Figura 5.9: serbatoi a tetto flottante dell'impianto TAE

Serbatoio	Diametro [m]	Massimo livello [m]	Volume [m ³]
TK1	49	13	24515
TK2	43	13	18879
98	68	13	47212
100	46	10	16619

Tabella 5.26: Caratteristiche dei serbatoi a tetto flottante

Serbatoio	Condizione interna	Colore	Tipo di tenuta primaria	Tipo di tenuta secondaria	Tipo di tetto
TK1	Leggermente arrugginito	bianco	Meccanica	Rim	Pontone
TK2	Leggermente arrugginito	bianco	Meccanica	Rim	Pontone
98	Leggermente arrugginito	bianco	Meccanica	Rim	Pontone
100	Leggermente arrugginito	bianco	Meccanica	Rim	Pontone

Tabella 5.27: Condizioni e caratteristiche costruttive dei serbatoi a tetto flottante

Deck Fitting/Status	TK1	TK2	98	100
	Number of fittings			
Access Hatch (24-in. Diam.)/Bolted Cover, Gasketed	1	1	1	1
Automatic Gauge Float Well/Unbolted Cover, Ungasketed	1	1	1	1
Vacuum Breaker (10-in. Diam.)/Weighted Mech. Actuation, Gask.	2	2	3	2
Unslotted Guide-Pole Well/Ungasketed Sliding Cover	1	1	1	1
Gauge-Hatch/Sample Well (8-in. Diam.)/Weighted Mech. Actuation, Gask.	1	1	1	1
Roof Leg (3-in. Diameter)/Adjustable, Pontoon Area, Ungasketed	26	21	32	23
Roof Leg (3-in. Diameter)/Adjustable, Center Area, Ungasketed	42	33	83	38
Rim Vent (6-in. Diameter)/Weighted Mech. Actuation, Gask.	1	1	1	1

Tabella 5.28: Fittings tipici (calcolati con TANKS) per ciascun serbatoio a tetto flottante

Le portate in massa calcolate con il modello TANKS sono riportate nella tabella seguente.

Serbatoio	Portata annua [kg/anno]	Portata [kg/s]
TK1	600	1,90E-05
TK2	480	1,52E-05
98	1320	4,19E-05
100	600	1,90E-05

Tabella 5.29: Portate [kg/s] di emissioni fuggitive calcolate con il modello TANKS

A partire dalle portate delle emissioni gassose stimate tramite il modello TANKS, le portate di odore in uscita dai serbatoi sono state ricalcolate utilizzando il valore di concentrazione di odore misurato al TK 1 durante il monitoraggio del febbraio 2016.

Nello specifico, la concentrazione di odore utilizzata per i serbatoi è pari a 1200 UO_E/m³.

Nella tabella seguente, per ciascun serbatoio di stoccaggio, sono indicate le portate di odore utilizzate nelle simulazioni di dispersione.

Tipo di Sorgente	Portata in massa (kg/s)	Portata volumetrica (m ³ /s)	Concentrazione di odore [UO/m ³]	Portata di odore [UO/s]
Serbatoio TK1	1,90E-05	1,98E-03	1200	2,4
Serbatoio TK2	1,52E-05	1,58E-03		1,9
Serbatoio 98	4,19E-05	4,37E-03		5,2
Serbatoio 100	1,90E-05	1,98E-03		2,4

Tabella 5.30: Portate di odore rilasciate da ciascun serbatoio di stoccaggio

5.4.2.4. Emissioni Totali dall'impianto TAE

Le emissioni totali calcolate dall'impianto sono riepilogate nelle seguenti tabelle.

Sorgente emissiva	Superficie vasca [m ²]	terza campagna – estiva 2016 (pH=7,2)		terza campagna – estiva 2016 (pH=5,9)	
		[OU/m ² /s]	[OU/s]	OU/m ² /s	OU/s
vasca di arrivo fogne meteo oleose	250	31,50	7875,00	167,46	41865,00
vasca flocculazione S16	20	637,76	12755,10	2799,04	55980,73
vasca flottazione MS-2	113	566,89	64081,63	1098,36	124158,16
vasca biologico (MS-3A)	600	44,63	26775,00	73,30	43982,40
vasca chiarificazione/sedimentazione (MS-3B)	360	9,41	3388,00	11,26	4052,00
vasca finale di calma (S23-A/B)	1650	3,05	5024,25	6,59	10867,50
vasca melme (W70)	100	111,00	11100,00	14,00	1400,00

Tabella 5.31: emissioni dalle vasche del TAE

Sorgente emissiva	Portata di odore [UO/s]
Serbatoio TK1	2,4
Serbatoio TK2	1,9
Serbatoio 98	5,2
Serbatoio 100	2,4

Tabella 5.32: emissioni dai serbatoi del TAE

6. CONFIGURAZIONE DEL CODICE

6.1. CALMET

Per l'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM sono stati predisposti i necessari files di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno dal 15 marzo 2015 al 15 marzo 2016, configurazione del codice, realizzati come di seguito riportato, tabella 7.a.

Input	Simulazioni –Dominio Meteorologico
Periodo	anno solare 15 marzo 2015 al 10 marzo 2016
Dominio di calcolo Meteorologico	griglia di calcolo di 24 celle per 24 celle di passo 0.5 km per una estensione del dominio di 6 km in direzione N-S x 6 km in direzione E-W.
Meteorologia	File SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 25 m s.l.s. registrati dal modello LAMMA-COMMA MED, nel file SEA.DAT sono stati inseriti i dati misurati dalla stazione MAREOGRAFICA di LIVORNO alla quota di 2 m s.l.m. comprendenti la temperatura dell'aria e la differenza tra temperatura dell'aria e dell'acqua come richiesto da CALMET. File UPAIR.DAT: come dati in quota sono stati inseriti i dati meteorologici da 40 m s.l.s. per il primo livello e per i livelli successivi pari a 18 totali (fino a 2800 m.s.l.s.) disponibili in un punto punti interno al dominio di calcolo acquisito da dati meteo LAMA-SMR ARPA - EMR.
Simulazioni	
Meteorologia	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione del campo di vento e determinazione dei parametri micrometeorologici su scala temporale oraria per il periodo di riferimento.
Output	
	Sono stati elaborati i dati meteorologici il dominio di calcolo per evidenziare le peculiarità in termini di regime dei venti, classi di stabilità atmosferica e altezza dello strato di mescolamento per le successive applicazioni modellistiche di dispersione.

Tabella 6.1: Configurazione CALMET

6.2. APPLICAZIONE DEL CODICE CALMET

Il codice meteorologico così come configurato è stato applicato al dominio di calcolo meteorologico sul dominio di seguito rappresentato.

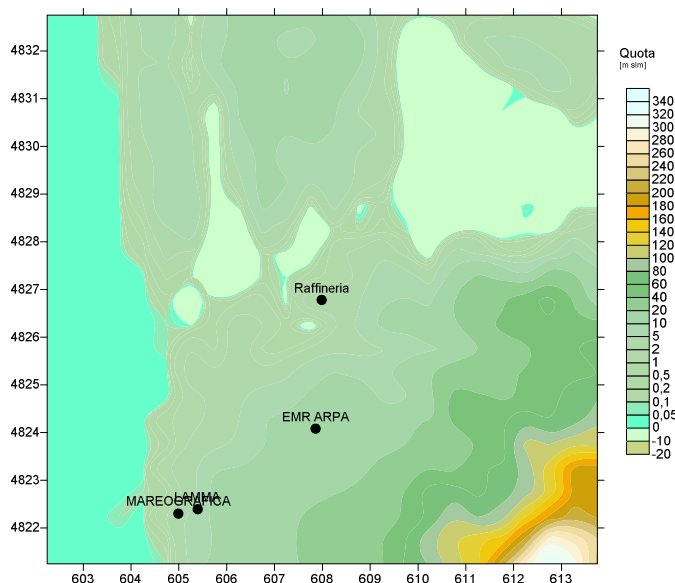


Figura 6.1: dominio del calcolo meteorologico

Si è proceduto all'estrazione dei dati meteorologici tramite il post-processore PRMET in corrispondenza della Raffineria di Livorno estraendo i seguenti parametri che sono di seguito elaborati e rappresentati.

PRMET nel punto grigli 12, 12 corrispondente alla Raffineria di Livorno

- WS** Velocità del vento [m/s]
- WD** Direzione del Vento [°N]
- T** Temperatura dell'aria [°K]
- PG** Classi di stabilità
- Mix.Hgt** Altezza dello strato di mescolamento

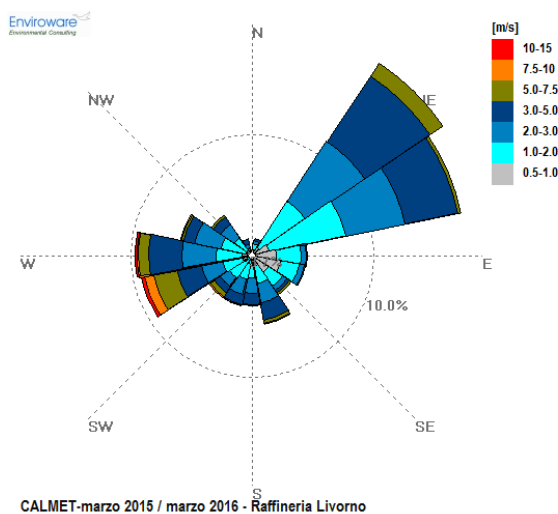


Figura 6.2: Rosa dei venti del primo livello verticale dei dati calcolati con CALMET in corrispondenza della Raffineria di Livorno.

Classe	CALMET punto 12,12 del dominio in corrispondenza della RAFFINERIA	
	Occorrenza oraria	Percentuale
A	160	2%
B	825	9%
C	1508	17%
D	2756	31%
E	1277	15%
F+G	2280	26%

Tabella 6.2: Frequenza di accadimento delle classi di stabilità (CALMET-RAFFINERIA), parametro 2D.

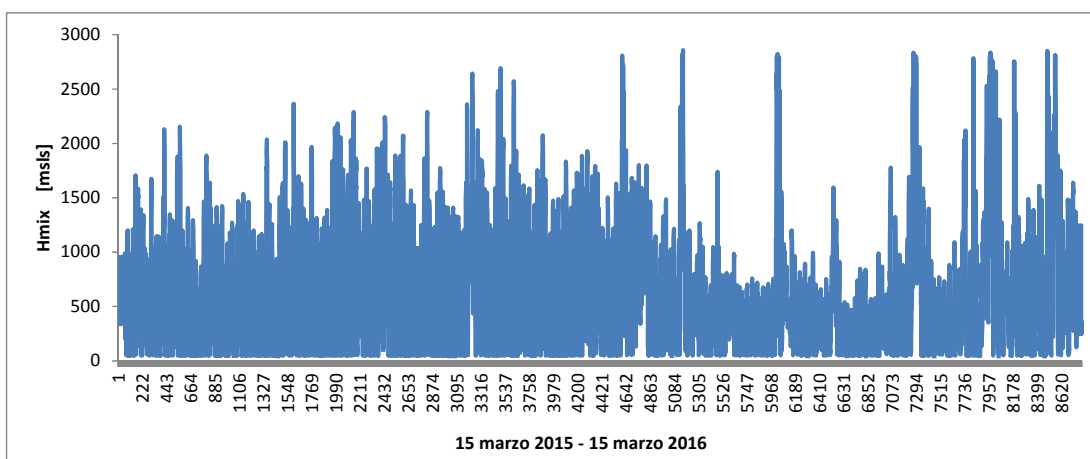


Figura 6.3: serie temporale del parametro Mix.Hgt calcolata in corrispondenza della Raffineria dal modello CALMET applicato in questo studio.

Nelle seguenti figure si rappresentano i campi di vento per il primo livello a 10 metri sul livello del suolo per alcune ore prese a campione.

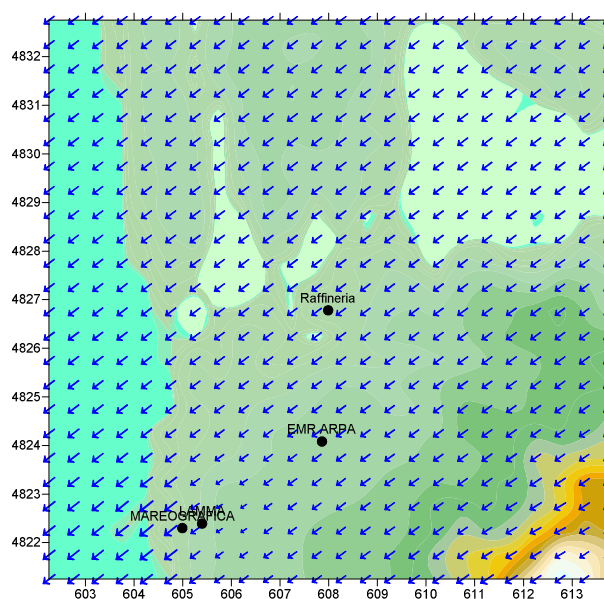


Figura 6.4: campi di vento per il primo livello a 10 metri sul livello del suolo - 16 marzo 2015 ore 21

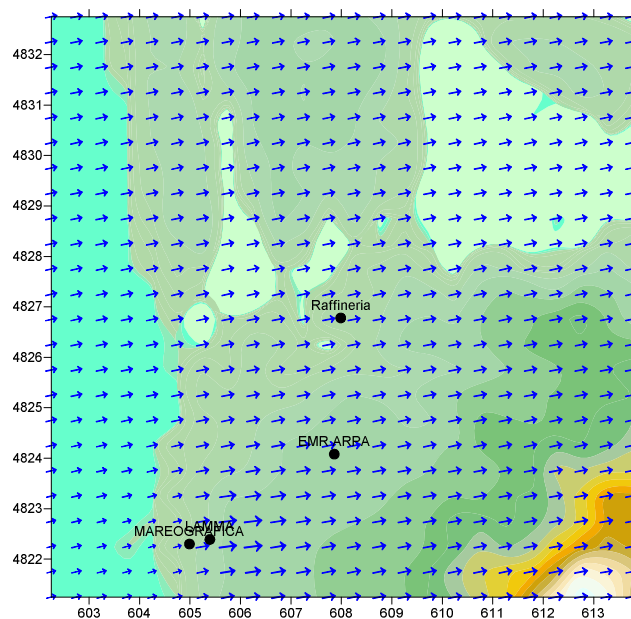


Figura 6.5: campi di vento per il primo livello a 10 metri sul livello del suolo - 15 agosto 2015 ore 18

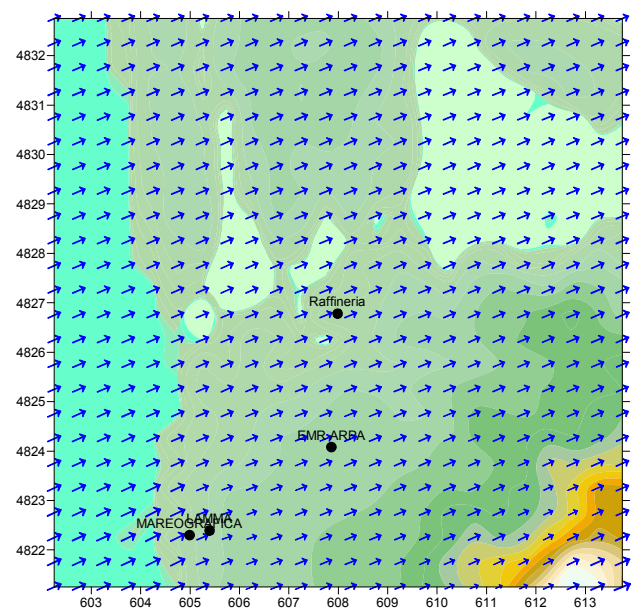


Figura 6.6: campi di vento per il primo livello a 10 metri sul livello del suolo - 17 agosto ore 4.00

6.3. DOMINIO DI CALCOLO PER LA DISPERSIONE

La griglia di calcolo è stata definita con una risoluzione per il calcolo delle concentrazioni delle sostanze ed impostata su una maglia regolare di dimensioni pari a 60 celle (NX) per 60 celle (NY) di passo 100 m. In ognuno dei punti individuati il codice di calcolo determina la concentrazione oraria delle ricadute al suolo degli inquinanti che poi posso essere rappresentate in forma di mappe di isoconcentrazione.

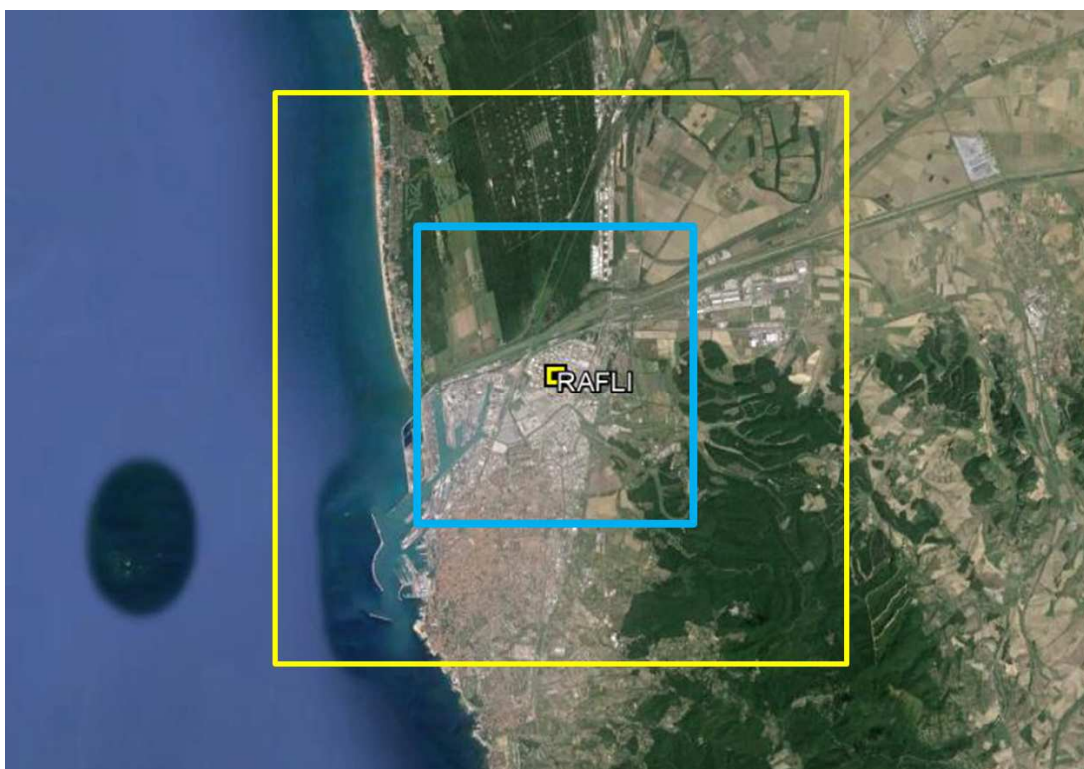


Figura 6.7: Individuazione del dominio di calcolo per la dispersione pari a 6 km x 6 km (blu) interno al dominio meteorologico (giallo) di estensione pari a 12 km x 12 km.

6.3.1. Recettori discreti

Al fine di poter valutare l'impatto odorogeno sul territorio sono stati selezionati un significativo numero di recettori per i quali saranno poi calcolate le ricadute al suolo di concentrazione odorimetrica.

N.	Tipologia	X UTM 32 [km]	Y UTM 32 [km]	Quota sul livello del suolo [m]
R1	Abitazione	608,721	4827,255	2,00
R2	abitazione	608,967	4827,637	2,00
R3	Abitazione – Scuole medie via Buoizzi	608,938	4827,478	2,00
R4	abitazione	608,895	4827,331	2,00
R5	Abitazione – Impianti Sportivi Via Curiel	608,869	4827,241	2,00
R6	Abitazione – Chiesa San Luca	608,990	4827,258	2,00
R7	abitazione	609,042	4827,409	2,00
R8	abitazione	609,095	4827,565	2,00
R9	abitazione	609,138	4827,672	2,00
R10	abitazione	609,262	4827,018	2,00
R11	abitazione	609,430	4827,021	2,00
R12	abitazione	609,375	4827,218	2,00
R13	abitazione	609,161	4827,825	2,00

N.	Tipologia	X UTM 32 [km]	Y UTM 32 [km]	Quota sul livello del suolo [m]
R14	abitazione	608,849	4826,463	2,00
R15	abitazione	608,476	4826,226	2,00
R16	abitazione	608,606	4826,223	2,00
R17	abitazione	608,797	4826,211	2,00
R18	abitazione	607,673	4825,259	2,00
R19	abitazione	607,917	4825,384	2,00
R20	Abitazione – Scuole Elementari Via Valenti	607,416	4824,568	2,00
R21	abitazione	606,779	4824,558	2,00
R22	abitazione	607,081	4824,484	2,00
R23	abitazione	607,599	4824,902	2,00
R24	abitazione	607,522	4824,179	2,00
R25	abitazione	604,679	4826,835	2,00
R26	abitazione	604,879	4827,391	2,00
R27	abitazione	606,209	4828,766	2,00
R28	abitazione	605,386	4829,904	2,00
R29	Area serbatoio 137	607,538	4826,518	2,00
R31	Pensilina carico autobotti benzina	608,348	4826,254	2,00
R32	Pensilina carico autobotti GPL	608,271	4826,407	2,00
R33	Pensilina carico autobotti bitume	608,315	4826,453	2,00
R34	Piazzale Blender	608,601	4826,887	2,00
R35	Area GPL Nord	608,361	4827,321	2,00
R36	Area serbatoio 100	607,762	4827,251	2,00

Tabella 6.3: Elenco dei recettori discreti individuati per le simulazioni

I recettori sono stati individuati con il criterio principale di localizzare le abitazioni private prossime allo stabilimento e considerando tutte le direzioni di potenziale dispersione degli inquinanti.

Nell'immagine seguente si riporta l'ubicazione su aerofotogramma di tali recettori.



Figura 6.8: Recettori individuazione nel dominio di calcolo per la valutazione dell'impatto delle potenziali emissioni odorigene

Oltre ai recettori sensibili sono state identificate anche delle aree esterne (Figura 6.9) ed interne all'impianto (Figura 6.10), dove sono stati eseguiti i monitoraggi di settembre 2015 e di febbraio 2016.



Figura 6.9: Recettori interni ed esterni (Protocollo di monitoraggio approvato gennaio 2016) individuazione nel dominio di calcolo per la valutazione dell'impatto delle potenziali emissioni odorigene



Figura 6.10: punti di monitoraggio interni al perimetro di stabilimento oggetto del Protocollo di monitoraggio e controllo.

6.4. CALPUFF

Il codice di dispersione CALPUFF è stato configurato per la dispersione delle sorgenti della Raffineria secondo quanto di seguito descritto in tabella.

Parametro	Descrizione
Periodo	anno solare 15 marzo 2015 – 15 marzo 2016
Griglia di calcolo	L'analisi è stata condotta utilizzando una griglia di calcolo di 60 celle per 60 celle di passo 100 metri ed un numero di recettori puntuali pari a 30 selezionati sul dominio di calcolo.
Meteorologia	I dati del campo di vento 3D calcolato da CALMET secondo quanto riportato nello specifico paragrafo sono stati utilizzati per le simulazioni su base oraria.

Simulazioni

Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli odori emessi su scala temporale pari ad 1 minuto (60 secondi) per il periodo di riferimento (15 marzo 2015 – 15 marzo 2016).
Serbatoi	<p>Le simulazioni sono state svolte implementando per ciascuno dei serbatoi inseriti come sorgente puntuale avente punto di rilascio al centro del serbatoio stesso. Questo sia per i serbatoi a tetto fisso che a tetto galleggiante (si veda paragrafo di tuning delle sorgenti).</p> <p>E' stato implementato l'effetto edificio per considerare la reciproca interazione dei serbatoi alla dispersione.</p> <p>I flussi di odore emessi dai serbatoi sono stati implementati nel codice calpuff tramite il file esterno PTEMARB.DAT che permette di descrivere la variazione temporale di ciascuno punto di emissione.</p>
Impianto TAE	<p>Le simulazioni sono state svolte implementando sorgenti areali e flussi di odore calcolati nel capitolo precedente. I valori del parametro SIGMA Z iniziale sono stati posti pari a 0 come indicato nelle indicazioni formulate nel manuale d'uso del codice ISC (par. 3.3.2.2 e 3.3.2.3).</p> <p>Le simulazioni hanno considerato lo scenario emissivo costituito dalle emissioni descritte in precedenza considerate operanti a tempo pieno (24 ore al giorno) su base annuale nel periodo 15 marzo 2015 – 15 marzo 2016 (525600 minuti).</p>
Calibrazione	I risultati delle campagne di monitoraggio svolte nel settembre 2015 e febbraio 2016 sono state utilizzate per valutare la necessità della calibrazione del modello in relazione ai valori stimati nei punti di misura

Parametro	Descrizione
	interni alla Raffineria.
Output	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di odorigeni calcolati da CALPUFF sia nei "recettori discreti", ovvero in corrispondenza di punti selezionati come "sensibili" per quantificare la potenziale molestia olfattiva, che come "recettori grigliati" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine. La risoluzione temporale delle elaborazioni di output è stata posta pari ad 1 minuto (60 secondi).

Tabella 6.4: Configurazione CALPUFF per la Raffineria di Livorno

Le simulazioni per la valutazione dell'impatto delle potenziali emissioni odorigene sono state condotte implementando nel codice CALPUFF la seguente metodologia.

6.4.1. Emissioni derivanti dai serbatoi

Le emissioni dei serbatoi sono state valutate sulla base dei movimenti di prodotti registrati su base oraria per il periodo di tempo di un anno solare dal sistema di supervisione della Sala Controllo della Raffineria. I dati di movimentazione su base annuale e mensile sono stati utilizzati per il calcolo delle emissioni di vapori potenzialmente odorigeni emessi dai serbatoi tramite il software TANKS di US-EPA che implementa la metodologia AP-42.

I valori di emissione sono stati disaggregati temporalmente su base oraria utilizzando i dati registrati dal sistema di supervisione della Sala Controllo della Raffineria partendo dai valori di emissione stimanti dal software TANKS. In questo modo è stato possibile costruire una serie temporale oraria sia di emissione di odore (OU/s inserita nel file esterno PTEMARB di Calpuff) che di velocità di efflusso calcolata su base oraria e valutata sulla base dei dati registrati dal Sistema di Supervisione di impianto.

6.4.2. Emissioni derivanti dall'impianto TAE

I dati di concentrazione misurati nelle varie campagne di misura sono stati elaborati, come presentato nel capitolo relativo alle Emissioni, per il calcolo del flusso di odore dalle singole vasche dell'impianto TAE. In particolare, poiché i valori di concentrazione misurati nelle tre campagne sono fortemente variabili, si è proceduto come segue:

- il calcolo del 98° percentile è stato conservativamente valutato imputando nel codice i risultati della seconda campagna di settembre;
- mentre, per tener conto dei massimi valori di concentrazione possibili per le emissioni dall'impianto, è stato svolto anche il calcolo del 99°, imputando alle emissioni conservativamente i risultati della prima campagna di settembre.

6.4.3. Simulazioni della dispersione

La simulazione di CALPUFF è stata impostata con una risoluzione temporale di 60 secondi (1 minuto): intervallo di tempo paragonabile al tempo di campionamento delle emissioni odorigene svolte nei vari periodi delle campagne svolte nel 2015 e 2016.

In questo modo i risultati delle simulazioni, valutati come medie al minuto (60 secondi), sono da ritenersi rappresentativi della caratteristica molestia olfattiva e quindi sono da ritenersi già esaustivi per tale fine senza la necessità di applicare metodologie empiriche per trasformare i valori di media oraria in valori istantanei.

6.4.4. Verifica dell'innesco dell'effetto downwash sugli effluenti dai serbatoi a tetto galleggiante

Per le simulazioni svolte è stata presa in considerazione la possibile interazione tra le emissioni degli effluenti dai serbatoi e la presenza di altri fabbricati/impianti/serbatoi, interni allo stabilimento, che potessero influenzare la dispersione in aria degli stessi. Si riporta in Allegato 5 il procedimento logico adottato per la stima di questo effetto e l'ottimizzazione del codice di calcolo.

6.4.5. Calibrazione del modello con dati misurati

I dati dei monitoraggi svolti all'interno dello stabilimento nei punti individuati nel Protocollo di monitoraggio e controllo insieme a quelli campionati all'esterno dello stesso sono stati utilizzati per verificare i risultati delle simulazioni e quindi valutare l'opportunità di rivalutare i risultati del modello di dispersione al fine di ottenere un modello il più confacente possibile alla realtà della situazione emissiva della Raffineria di Livorno.

Nella seguente tabella si mostrano i risultati dei monitoraggi raggruppati per giorno di campionamento.

data	ora	nota	luogo	concentrazione OU/m ³
26/08/2015	09:40	interno	impianto MEROX	38

08/09/2015	12:05	interno	Pensiline carico bitume	210
08/09/2015	14:40	esterno	Impianti sportivi via Curiel (Stagno)	110
08/09/2015	14:55	esterno	Scuole medie via Buozzi (Stagno)	240
08/09/2015	15:10	esterno	Abitazioni in via Aiaccia (Stagno)	200
08/09/2015	15:25	esterno	Scuole elementari via valenti (Livorno)	90

10/09/2015	10:25	interno	Pensiline di carico carburante	40
10/09/2015	13:45	interno	Pensiline di carico GPL	28
10/09/2015	15:55	esterno	Chiesa S. Luca via de Gaspari	320
10/09/2015	16:20	esterno	Asilo nido via Santelli	400

data	ora	nota	luogo	concentrazione OU/m ³
17/02/2016	14:10	Interno	Piazzale Blender oli	20
17/02/2016	14:30	Interno	Area GPL nord	32
17/02/2016	14:55	interno	Area serbatoio 100	20
18/02/2016	11:25	Interno	Pensilina carico autobotti bitume	21
18/02/2016	11:50	Interno	Pensilina carico autobotti benzina	32
18/02/2016	12:00	Interno	Pensiline carico autobotti GPL	30
18/02/2016	15:25	interno	Area serbatoio 137	30
23/02/2016	10:25	Interno	Impianto Merox (interno)	24
23/02/2016	11:30	esterno	Impianti sportivi via Curiel (Stagno)	25
23/02/2016	11:40	Esterno	Scuole medie via Buozzi (Stagno)	43
23/02/2016	11:50	Esterno	Chiesa S. Luca e scuole via De Gasperi (Stagno)	22
23/02/2016	11:55	esterno	Abitazioni via Aiaccia (Stagno)	20
23/02/2016	12:05	esterno	Scuole elementari via Valenti	20
23/02/2016	12:15	esterno	Asilo nido via Santelli	20

Tabella 6.5: Risultati dei monitoraggi svolti in campo

I dati riscontrati nei vari periodi di monitoraggio non evidenziano situazioni in cui i punti monitorati internamente al perimetro di stabilimento rilevino valori maggiori di quelli misurati all'esterno dello stesso. Al contrario il giorno 8 settembre e 10 settembre 2015 e anche il 23 febbraio 2016 alcuni dei recettori caratterizzati esternamente al perimetro di Raffineria mostrano valori sensibilmente più alti di quelli interni dimostrando apporti da altre sorgenti / emissioni di maleodoranze.

A fine di valutare il contributo della Raffineria si è proceduto a svolgere le simulazioni di dispersione secondo quanto riportato di seguito:

- Analisi dei movimenti orari di prodotti nel parco serbatoi nelle giornate delle misure;
- Stima delle emissioni orarie per singola giornata in base ai movimenti dei prodotti;
- Run di CALPUFF su base minuto per la finestra temporale dei campionamenti circa 8 ore diurne del giorno selezionato;
- Valutazione delle ricadute considerando il valore massimo orario.

Nelle seguenti tabelle e figure si mostrano i risultati delle simulazioni sopra descritte.

Sulla base dei risultati ottenuti nel mese di Febbraio 2016 (con particolare riferimento alle giornate 23/02/2016 e 18/02/2016), dove si rileva una direzione prevalente del vento, i risultati monitorati nei punti di taratura interna non risultano "affetti" dalle ricadute proprie delle emissioni odorigene di stabilimento. In tale caso i dati risultano in linea con i

valori rilevati presso i recettori esterni posti anch'essi nelle aree non direttamente interessate dalle ricadute; alla stessa maniera si può verificare un analogo risultato nei punti presenti nelle vicinanze del centro di Livorno, posti in direzione opposta rispetto alla direzione del vento.

Analizzando, invece, i risultati dei monitoraggi effettuati in date dove non è stata rilevata una direzione prevalente del vento (con particolare riferimento alla giornata 17/02/2016) si può verificare come l'impatto evidenziato dalle simulazioni del codice di calcolo, che rilevano incrementi di circa 1 UOe/m³ presso i recettori interni, risultino pressoché in linea con i dati del monitoraggio effettuato.

Osservando i dati di monitoraggio di settembre 2015, che però non presentano specifici punti di monitoraggio interno finalizzato alla calibrazione del modello, si può notare come i dati dei recettori esterni risultino tra loro pressoché omogenei e molto superiori rispetto ai punti interni (che rimangono in linea con quelli successivamente rilevati nel febbraio 2016).

Per quanto sopra esposto si può ritenere accettabile non effettuare alcuna calibrazione del modello ritenendo questo già in linea con i dati monitorati.

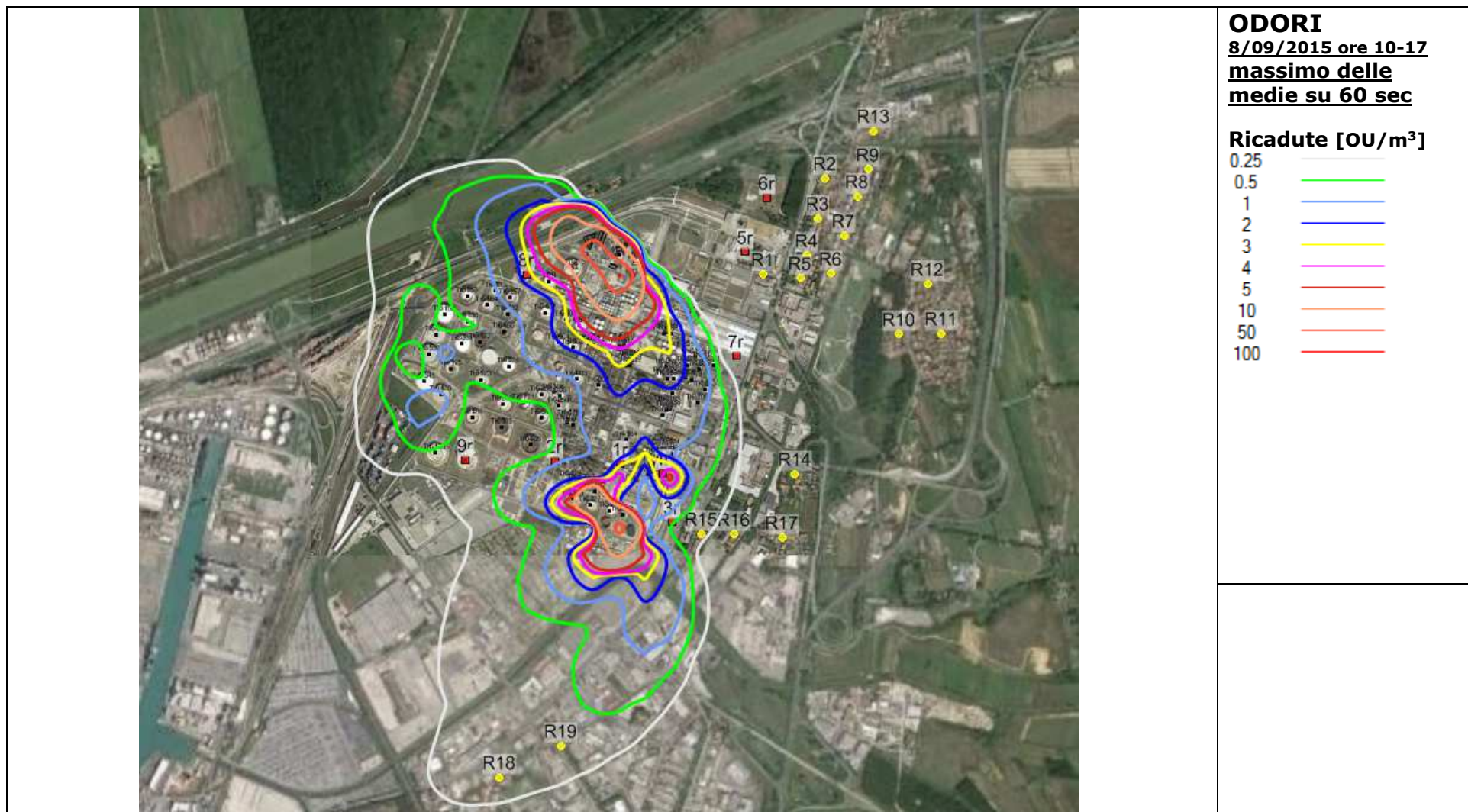
RECETTORE	X	Y	08-set-15	10-set-15
	km	km	[OU/m ³]	[OU/m ³]
R1	608,721	4827,255	0,000	2,391
R2	608,967	4827,637	0,000	0,827
R3	608,938	4827,478	0,000	1,095
R4 – Scuole Medie Via Buozzi	608,895	4827,331	0,000	1,415
R5	608,869	4827,241	0,000	1,539
R6 – Impianti sportivi Via Curiel	608,99	4827,258	0,000	1,214
R7 – Chiesa di S. Luca	609,042	4827,409	0,000	1,023
R8	609,095	4827,565	0,000	0,805
R9	609,138	4827,672	0,000	0,684
R10	609,262	4827,018	0,000	0,608
R11	609,43	4827,021	0,000	0,475
R12	609,375	4827,218	0,000	0,618
R13	609,161	4827,825	0,000	0,578
R14	608,849	4826,463	0,000	0,154
R15	608,476	4826,226	0,000	0,672
R16	608,606	4826,223	0,000	0,341
R17	608,797	4826,211	0,000	0,161
R18	607,673	4825,259	0,004	0,002
R19	607,917	4825,384	0,000	0,002
R20	607,416	4824,568	0,000	0,001
R21 – Scuole Elem Via Valenti	606,779	4824,558	0,002	0,002
R22	607,081	4824,484	0,000	0,001
R23	607,599	4824,902	0,000	0,002
R24	607,522	4824,179	0,000	0,001
R25	604,679	4826,835	0,027	0,043
R26	604,879	4827,391	0,023	0,107
R27	606,209	4828,766	0,000	0,152
R28	605,386	4829,904	0,000	0,013
Area serbatoio 137	607,538	4826,518	0,226	0,057

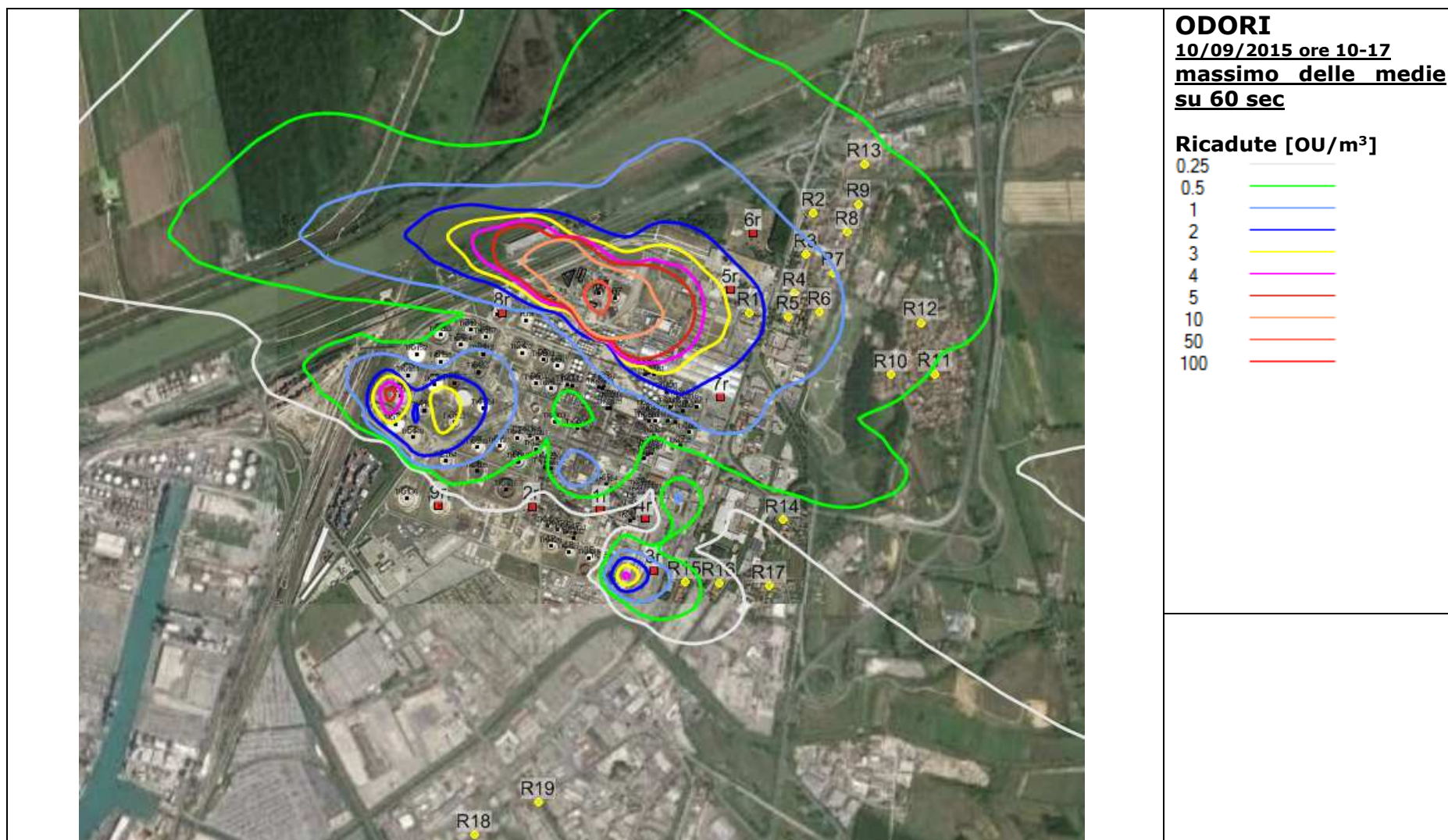
RECETTORE	X	Y	08-set-15	10-set-15
	km	km	[OU/m ³]	[OU/m ³]
<i>Pensilina carico autobotti benzina</i>	608,348	4826,254	0,286	1,695
<i>Pensilina carico autobotti GPL</i>	608,271	4826,407	0,730	0,107
<i>Pensilina carico autobotti bitume</i>	608,315	4826,453	1,439	0,129
<i>Piazzale Blender</i>	608,601	4826,887	0,000	0,927
<i>Area GPL Nord</i>	608,361	4827,321	0,000	10,220
<i>Area serbatoio 100</i>	607,762	4827,251	2,143	0,591

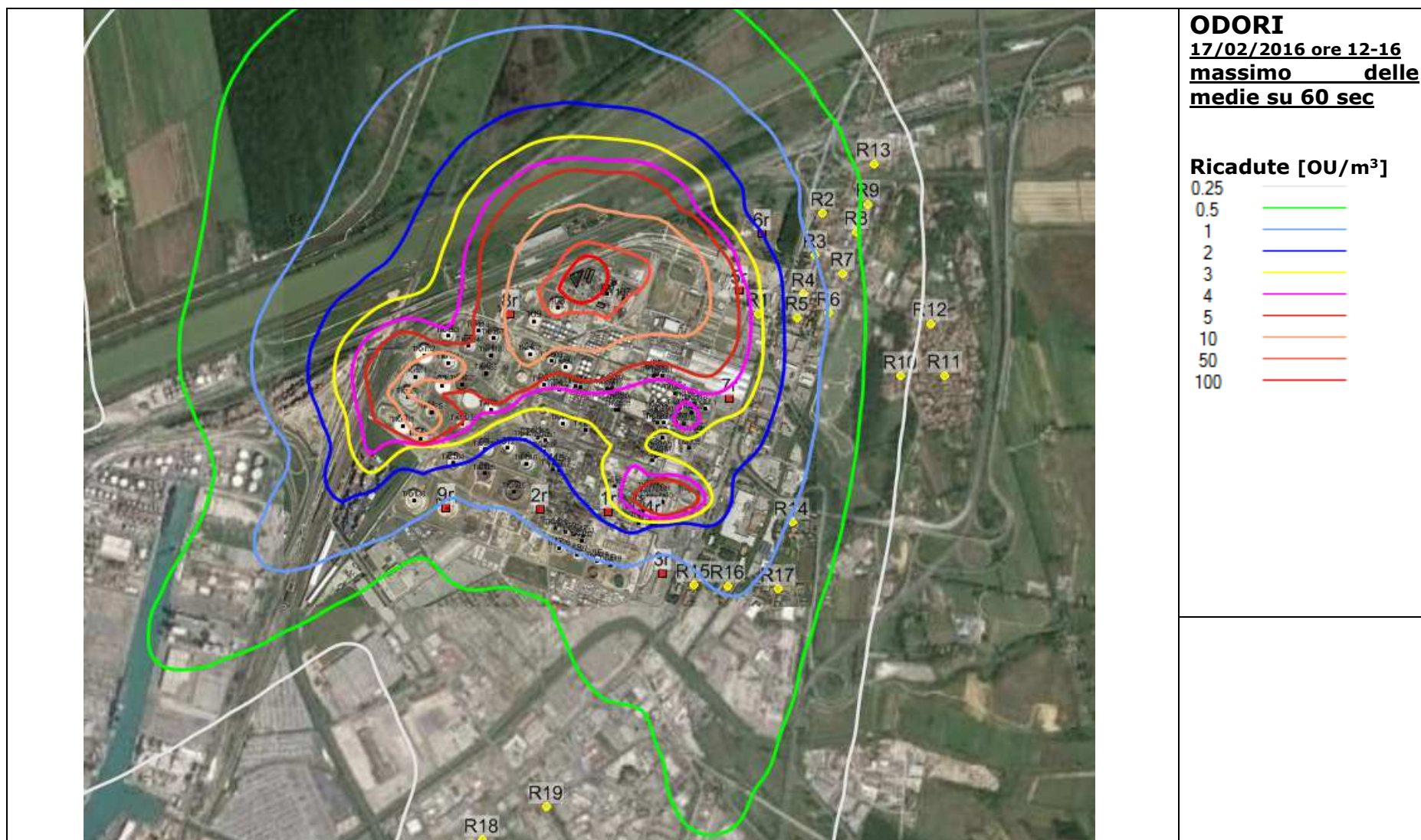
Tabella 6.6: risultati delle simulazioni per le emissioni specifiche calcolate per il giorno 8 settembre e 10 settembre 2015.

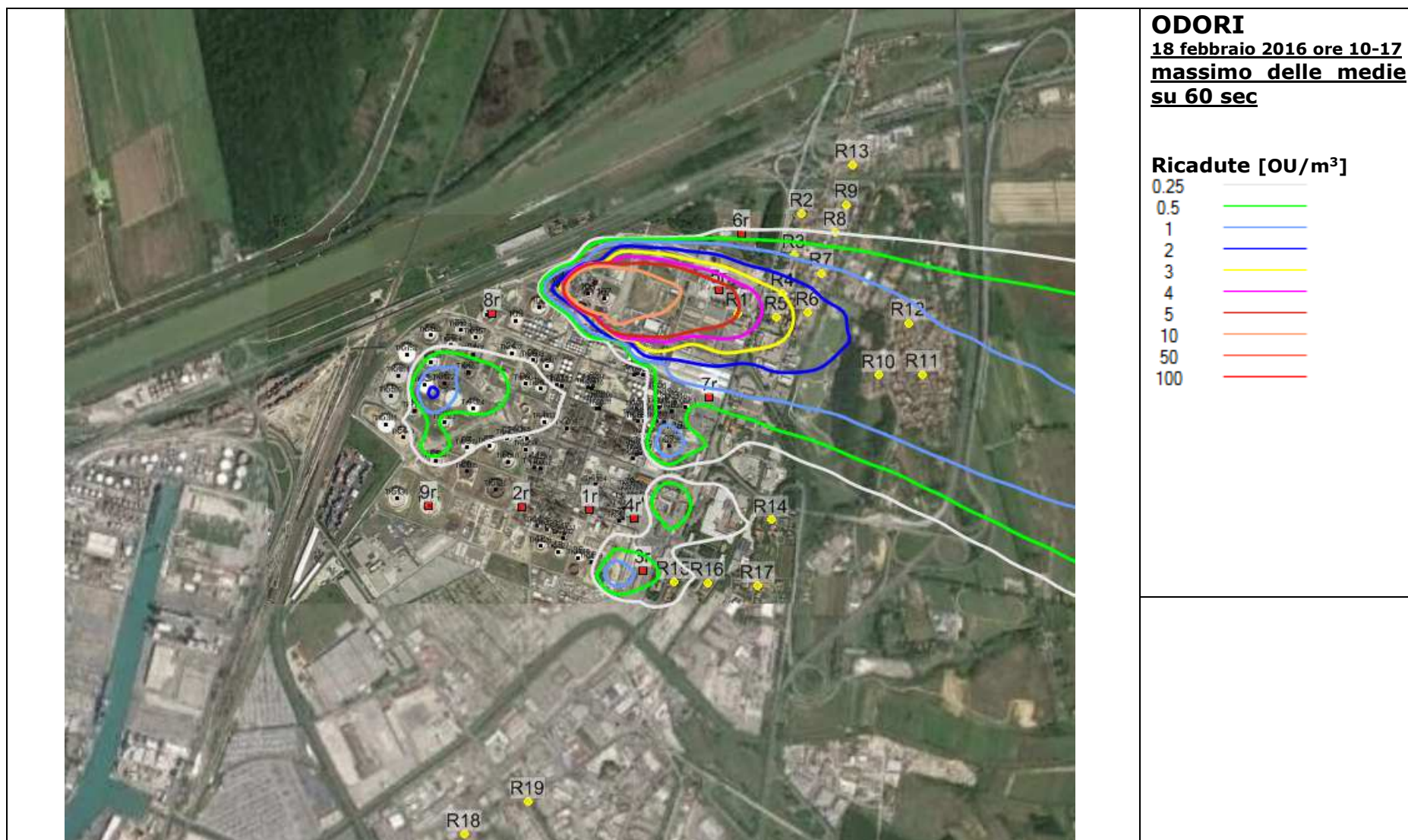
RECETTORE	X	Y	17-feb-16	18-feb-16	23-feb-16
	km	km	[OU/m ³]	[OU/m ³]	km
R1	608,721	4827,255	1,402	5,266	0,187
R2	608,967	4827,637	0,691	0,055	1,104
R3	608,938	4827,478	0,785	0,859	0,172
R4 – Scuole Medie Via Buozzi	608,895	4827,331	0,874	2,961	0,119
R5	608,869	4827,241	0,903	3,473	0,103
R6 – Impianti sportivi Via Curiel	608,99	4827,258	0,655	2,692	0,067
R7 – Chiesa di S. Luca	609,042	4827,409	0,591	1,222	0,097
R8	609,095	4827,565	0,506	0,225	0,193
R9	609,138	4827,672	0,432	0,033	0,648
R10	609,262	4827,018	0,270	2,329	0,057
R11	609,43	4827,021	0,164	1,494	0,057
R12	609,375	4827,218	0,220	1,286	0,037
R13	609,161	4827,825	0,369	0,000	2,587
R14	608,849	4826,463	0,350	1,091	0,016
R15	608,476	4826,226	0,468	0,967	0,000
R16	608,606	4826,223	0,357	1,005	0,000
R17	608,797	4826,211	0,238	0,858	0,000
R18	607,673	4825,259	0,031	0,000	0,000
R19	607,917	4825,384	0,044	0,000	0,000
R20	607,416	4824,568	0,005	0,000	0,000
R21 – Scuole Elem Via Valenti	606,779	4824,558	0,011	0,000	0,000
R22	607,081	4824,484	0,007	0,000	0,000
R23	607,599	4824,902	0,011	0,000	0,000
R24	607,522	4824,179	0,002	0,000	0,000
R25	604,679	4826,835	0,047	0,000	0,000
R26	604,879	4827,391	0,033	0,000	0,000
R27	606,209	4828,766	0,050	0,000	0,000
R28	605,386	4829,904	0,000	0,000	0,000
<i>Area serbatoio 137</i>	607,538	4826,518	0,857	0,127	0,000
<i>Pensilina carico autobotti benzina</i>	608,348	4826,254	0,661	0,779	0,000
<i>Pensilina carico autobotti GPL</i>	608,271	4826,407	1,651	0,054	1,755
<i>Pensilina carico autobotti bitume</i>	608,315	4826,453	2,189	1,996	0,714
<i>Piazzale Blender</i>	608,601	4826,887	1,255	4,909	0,218
<i>Area GPL Nord</i>	608,361	4827,321	6,995	30,721	0,774
<i>Area serbatoio 100</i>	607,762	4827,251	9,966	0,000	0,479

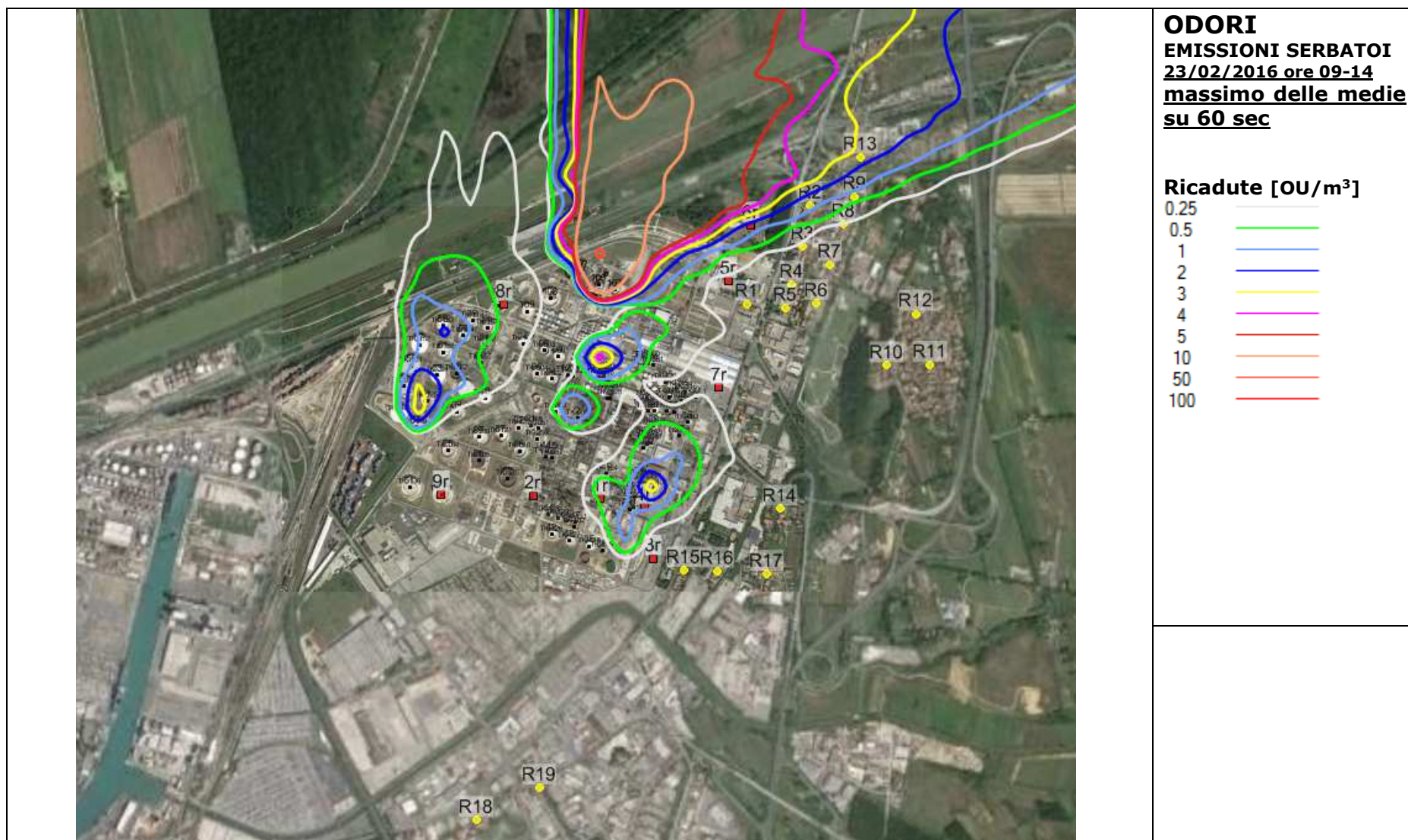
Tabella 6.7: risultati delle simulazioni per le emissioni specifiche calcolate per il giorno 17 - 18 e 23 febbraio 2016











7. CRITERI DI ACCETTABILITÀ DELLA MOLESTIA OLFATTIVA

Nella normativa italiana non vi è un riferimento normativo per la valutazione dell'accettabilità della molestia olfattiva per impianti esistenti.

Tuttavia, nel presente studio, verranno presi come criteri "target" cautelativi i valori di accettabilità del disturbo olfattivo, espressi come concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile calcolate su base annuale, riportati nelle "Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno" della deliberazione della Giunta Provinciale di Trento n. 1087 del 24 giugno 2016.

- per recettori in **aree residenziali**:
 - 1 ou_E/m³ per il primo recettore posto ad una distanza superiore ai 500 m dalle sorgenti;
 - 2 ou_E/m³ per il primo recettore posto ad una distanza dalle sorgenti compresa fra i 200 e i 500 m dalle sorgenti;
 - 3 ou_E/m³ per il primo recettore posto ad una distanza inferiore ai 200 m dalle sorgenti;
- per recettori in **aree non residenziali**:
 - 2 ou_E/m³ per il primo recettore posto ad una distanza superiore ai 500 dalle sorgenti;
 - 3 ou_E/m³ per il primo recettore posto ad una distanza dalle sorgenti compresa fra i 200 e i 500 m dalle sorgenti;
 - 4 ou_E/m³ per il primo recettore posto ad una distanza inferiore ai 200 m dalle sorgenti.

7.1. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DI MOLESTIA OLFATTIVA

Dall'analisi del documento "Approved Methods for the Modelling and Assessment of Air Pollutants in New South Wales", par. 6.6 la tabella 6.1 che rappresenta i fattori di "peak to mean" per le varie tipologie di sorgente si è potuto studiare quelli che possono essere valutati come maggiormente idonei allo studio in questione.

Table 6.1: Factors for estimating peak concentrations in flat terrain (Katestone Scientific 1995 and 1998)

Source type	Pasquill-Gifford stability class	Near-field P/M60*	Far-field P/M60*
Area	A, B, C, D	2.5	2.3
	E, F	2.3	1.9
Line	A-F	6	6
Surface wake-free point	A, B, C	12	4
	D, E, F	25	7
Tall wake-free point	A, B, C	17	3
	D, E, F	35	6
Wake-affected point	A-F	2.3	2.3
Volume	A-F	2.3	2.3

* Ratio of peak 1-second average concentrations to mean 1-hour average concentrations

Tabella 7.1: estratta da "Approved Methods for the Modelling and Assessment of Air Pollutants in New South Wales", par. 6.6

Nota

[1] Wake-affected point sources: Where nearby buildings interfere with the trajectory and growth of the plume, the source is called a wake-affected point source. A point source is wake-affected if stack height is less than or equal to 2.5 times the height of buildings located within a distance of 5L (where L is the lesser of the height or width of the building) from each release point.

Come mostrato nella tabella estratta dall'articolo di letteratura nel caso specifico delle emissioni convogliate soggette ad effetto edificio il valore da selezionare è quello pari a 2.3 da applicarsi sia in campo vicino (near field) che non (far field) rispetto alla localizzazione della sorgente.

Inoltre, altri studi propongono criteri differenti per la selezione del valore del peak to mean in base al tempo di mediazione rispetto al quale si vuole estrapolare il valore medio orario calcolato dal software di dispersione. Un esempio è quello che in letteratura che mostra valori di correzione "peak to mean" (Hino 1968) riferiti a diversi tempi di mediazione.

Tempo di media	Coefficiente "peak to mean"
30 minuti	1.3
10 minuti	2.3
3 minuti	4.0
1 minuto	4.0 - 7.0
30 secondi	4.0 - 10.0

Tabella 7.2: Valori di correzione "Peak to Mean" presenti in letteratura

In definitiva, considerata la significativa variabilità di questi parametri e la difficile selezione degli stessi per un sistema complesso come quello delle emissioni puntuali ed areali della Raffineria di Livorno, si è preferito utilizzare un approccio che è da ritenersi più attinente alle condizioni reali e di seguito esplicitato.

Le simulazioni di dispersione della qualità dell'aria sono state svolte inserendo nel codice di calcolo valori di emissione in termini di portata di odore al secondo sia per le emissioni puntuali che per quelle areali. Questi valori sono stati stimati partendo dai valori di concentrazione misurati in campo che risultano avere un tempo di mediazione/ risoluzione temporale di circa 1 minuto (tempo di campionamento della sacca di aria durante le misure in campo).

Le simulazioni con CALPUFF sono state condotte impostando nel codice di calcolo il parametro NSECDT = 60 che identifica il tempo di calcolo (Length of modeling time-step (seconds)).

I valori di concentrazione di odore ODOR UNIT sono stati elaborati per produrre tabelle e mappe con risoluzione di 1 minuto sull'arco temporale di un anno.

Sono stati calcolati i parametri statistici per la valutazione dei risultati quali il 98° percentile delle medie minuto su base annuale ed il 99° percentile delle medie minuto su base annuale.

In questo modo si ritiene di aver applicato una metodologia coerente e che cerca di cogliere nel migliore dei modi la complessità legata alla percezione odorigena che è soggetta a variazioni di fenomeni che producono stimoli nell'apparato sensoriale in periodi molto brevi (da 30 secondi a 5-10 minuti). La stima delle concentrazioni basate su tempi di mediazione di 60 secondi che sono paragonabili ai valori di concentrazione misurati sia alle sorgenti che in aria ambiente permette di ottenere quindi una stima realistica del potenziale impatto sulle maleodoranze e non determina quindi la necessità di applicare il parametro di scalatura definito come "peak-to-mean ratio".

8. RISULTATI

I risultati di seguito descritti si riferiscono alle valutazioni della potenziale molestia olfattiva determinata dalle emissioni della raffineria così come caratterizzate nel capitolo 5.

I risultati vengono presentati in base ai seguenti criteri:

- Indicatore del 98° percentile delle medie calcolate sul periodo di simulazione;
- Indicatore del 99° percentile delle medie calcolate sul periodo di simulazione.

L'indicatore del 98° percentile è riferito come significativo da tutta la letteratura e normativa regionale italiana presa in considerazione come riferimento per la valutazione delle soglie di odore.

L'indicatore del 99° percentile è proposto in questo studio come indicazione di situazioni potenzialmente critiche seppur rappresentative di un intervallo temporale limitato.

8.1. RECETTORI DISCRETI CONCENTRAZIONI

Le emissioni odorigene derivanti dalla Raffineria di Livorno sono state simulate ed i risultati sono riportati nella seguente tabella e nelle seguenti figure.

Recettore	X [km]	Y [km]	TOTALE RAFFINERIA [OU _E /m ³] medie 60 sec 98°	TOTALE RAFFINERIA [OU _E /m ³] medie 60 sec 99°
R1	608,721	4827,255	5,69	12,56
R2	608,967	4827,637	4,13	9,73
R3	608,938	4827,478	4,24	8,98
R4	608,895	4827,331	4,30	9,42
R5	608,869	4827,241	4,19	9,52
R6	608,990	4827,258	3,52	7,96
R7	609,042	4827,409	3,52	7,47
R8	609,095	4827,565	3,37	7,37
R9	609,138	4827,672	3,30	7,58
R10	609,262	4827,018	2,27	4,87
R11	609,430	4827,021	1,90	4,07
R12	609,375	4827,218	2,09	4,65
R13	609,161	4827,825	3,29	7,41
R14	608,849	4826,463	2,02	4,37
R15	608,476	4826,226	1,73	3,59
R16	608,606	4826,223	1,64	3,42
R17	608,797	4826,211	1,49	2,99
R18	607,673	4825,259	0,64	1,47
R19	607,917	4825,384	0,71	1,72
R20	607,416	4824,568	0,34	0,81
R21	606,779	4824,558	0,34	0,79
R22	607,081	4824,484	0,33	0,78

Recettore	X [km]	Y [km]	TOTALE RAFFINERIA [OU _E /m ³] medie 60 sec 98°	TOTALE RAFFINERIA [OU _E /m ³] medie 60 sec 99°
R23	607,599	4824,902	0,45	1,07
R24	607,522	4824,179	0,25	0,63
R25	604,679	4826,835	0,96	1,88
R26	604,879	4827,391	1,07	2,53
R27	606,209	4828,766	2,58	9,07
R28	605,386	4829,904	0,77	2,45

Tabella 8.1: ricadute dell'emissione odorigena - 98° percentile, 99° percentile

Dall'esame dei risultati in Tabella 8.1, riferendoci all'indicatore del 98° percentile, si osserva che i valori di unità odorimetriche stimati dal modello diffusionale in alcuni recettori selezionati sono superiori ai valori soglia presi a riferimento come "target" cautelativo. Il confronto tra il livello di odore calcolato e la soglia presa a riferimento è riportato nella seguente tabella.

Recettore	TOTALE RAFFINERIA [OU _E /m ³]	TARGET [OU _E /m ³]
R1	5,69	3
R2	4,13	3
R3	4,24	3
R4	4,30	3
R5	4,19	3
R6	3,52	3
R7	3,52	3
R8	3,37	2
R9	3,30	2
R10	2,27	1
R11	1,90	1
R12	2,09	1
R13	3,29	2
R14	2,02	2
R15	1,73	3
R16	1,64	3
R17	1,49	2
R18	0,64	1
R19	0,71	1
R20	0,34	1
R21	0,34	1
R22	0,33	1
R23	0,45	1
R24	0,25	1
R25	0,96	1

Recettore	TOTALE RAFFINERIA [OU_E/m³]	TARGET [OU_E/m³]
R26	1,07	1
R27	2,58	4
R28	0,77	4

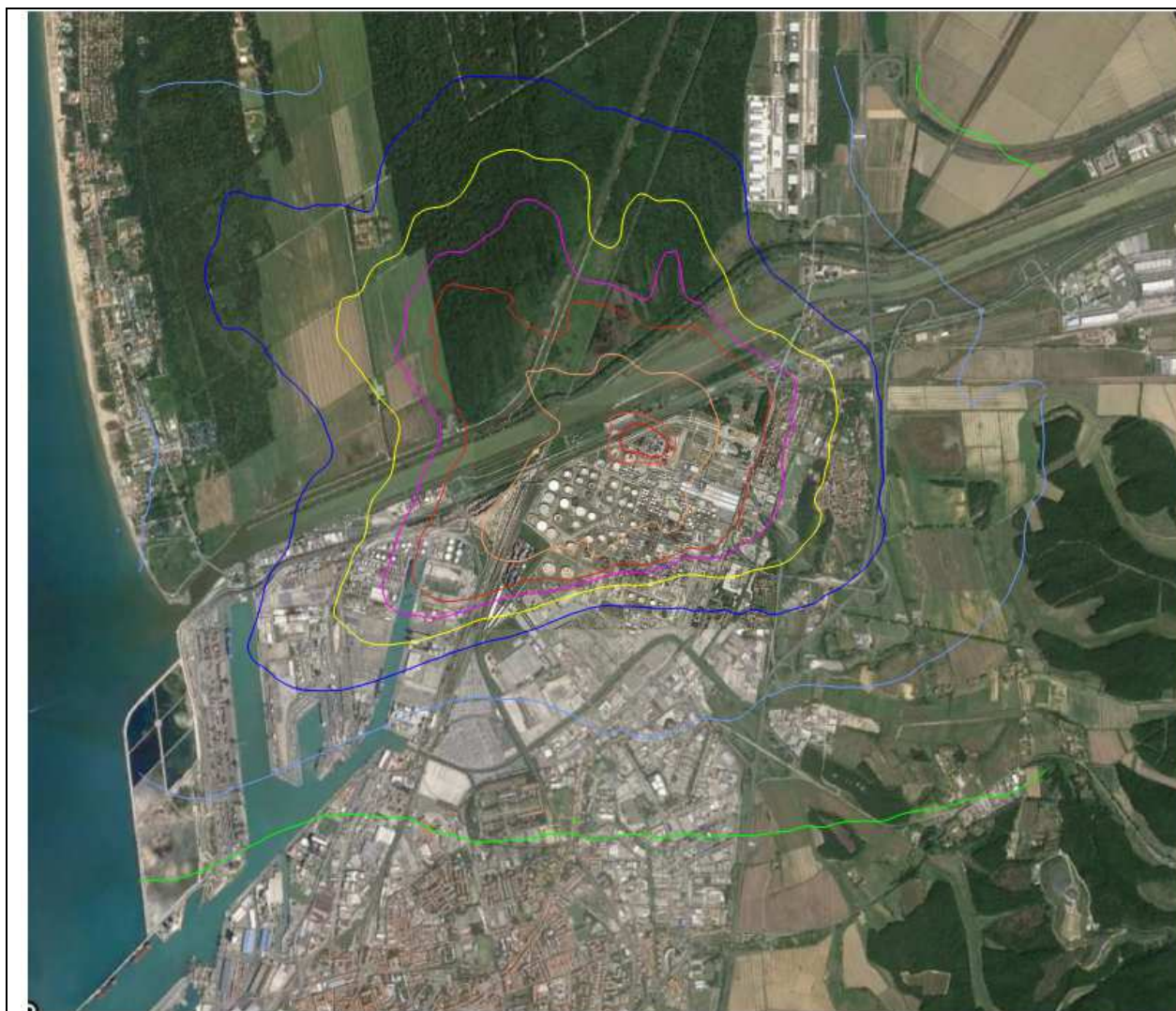
Tabella 8.2: confronto tra il livello di odore calcolato e la soglia presa a riferimento

Riferendoci invece all'indicatore del 99° percentile, pur non potendo confrontare i valori di unità odorimetriche stimati dal modello diffusionale con i valori target, si osserva che per alcune ore dell'anno il centro abitato situato a Nord-Nord Est della raffineria può essere investito da livelli di odore nel range 7 - 12 OU_E/m³.



8.2. RECETTORI A GRIGLIA

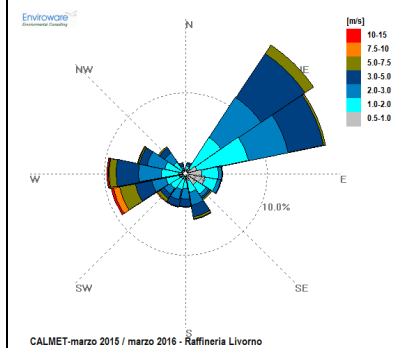
Interfaciando i dati di output stimati dal modello diffusionale con il software grafico si sono ottenute le mappe di concentrazione sotto riportate.



ODORI
EMISSIONI SERBATOI e TAE
98° delle medie minuto

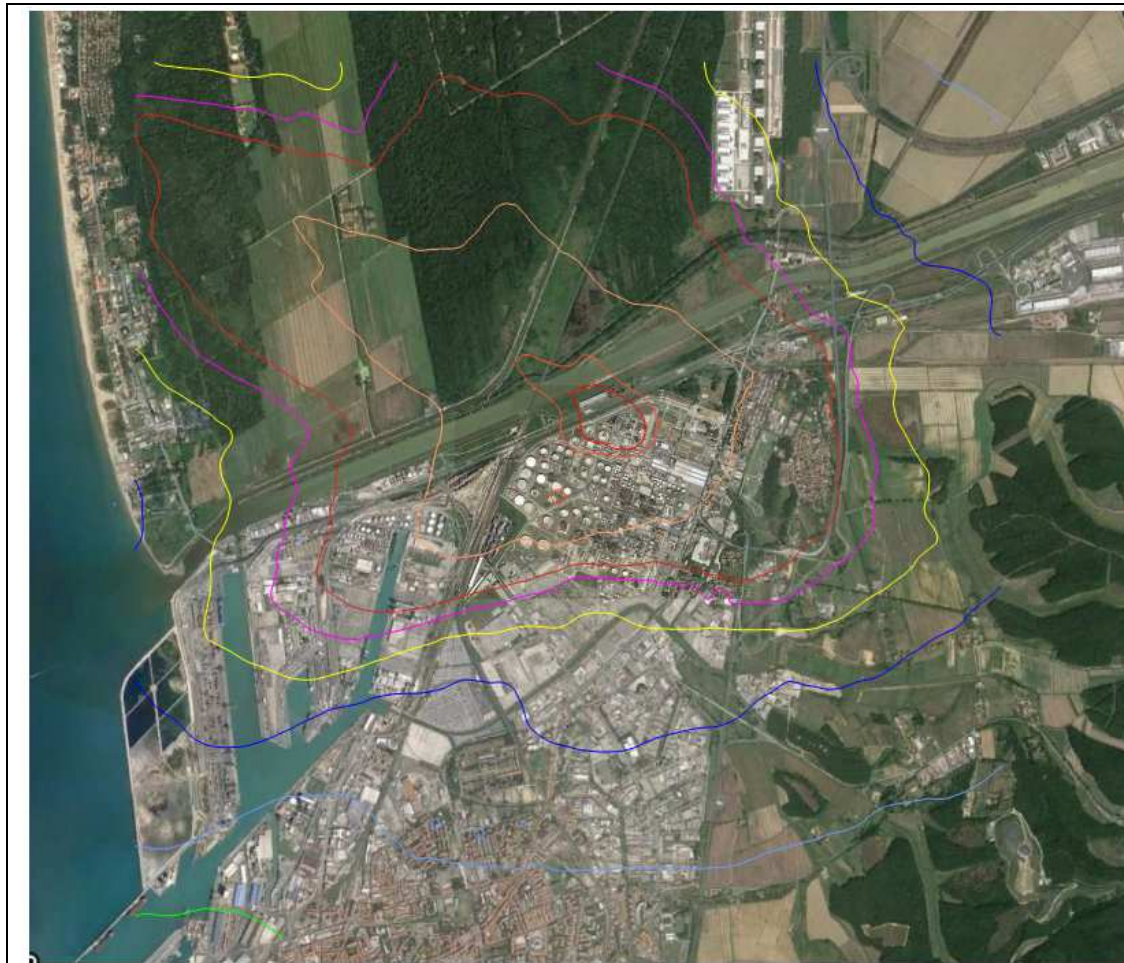
Ricadute [OU_E/m³]

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 10
- 50
- 100



Valore di Riferimento
(deliberazione della Giunta Provinciale di Trento n. 1087 del 24 giugno 2016)

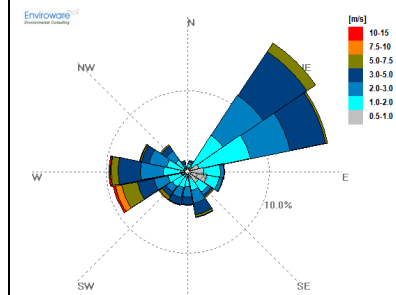
- aree residenziali poste ad una distanza superiore a 500 m: 1 OU_E/m³
- aree residenziali poste ad una distanza compresa fra i 200 e i 500 m: 2 OU_E/m³
- aree residenziali poste ad una distanza inferiore a 200 m: 3 OU_E/m³



ODORI
EMISSIONI SERBATOI e TAE
99° delle medie minuto

Ricadute [OU_E/m³]

- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 10 —
- 50 —
- 100 —



CALMET-marzo 2015 / marzo 2016 - Raffineria Livorno



ENI S.p.A.

Raffineria di Livorno (LI)

ALLEGATO 1

Configurazione del codice di calcolo CALMET-CALPUFF e analisi meteorologica

Data: Dicembre 2016

File rif.: Allegato 1



INDICE

1. METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA	2
1.1. caratterizzazione stazioni metereologiche.....	3
1.1.1. <i>Dati meteorologici - Stazione meteorologica LAMMA COMMA MED.....</i>	<i>3</i>
1.1.2. <i>Dati meteorologici - Stazione meteorologica SMN di Livorno</i>	<i>4</i>
1.1.3. <i>Dati meteorologici - Stazione meteorologica di Livorno.....</i>	<i>5</i>
1.2. Caratterizzazione meteoclimatica	7
1.2.1. <i>Caratterizzazione meteoclimatica.....</i>	<i>7</i>

1. METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

Nel presente capitolo, relativo alla caratterizzazione meteorologica dell'area oggetto di studio, si rappresentano le statistiche descrittive dei principali parametri misurati dalle stazioni meteorologiche o da dati di archivi informatici di modelli previsionali meteorologici utili per la caratterizzazione del sito.

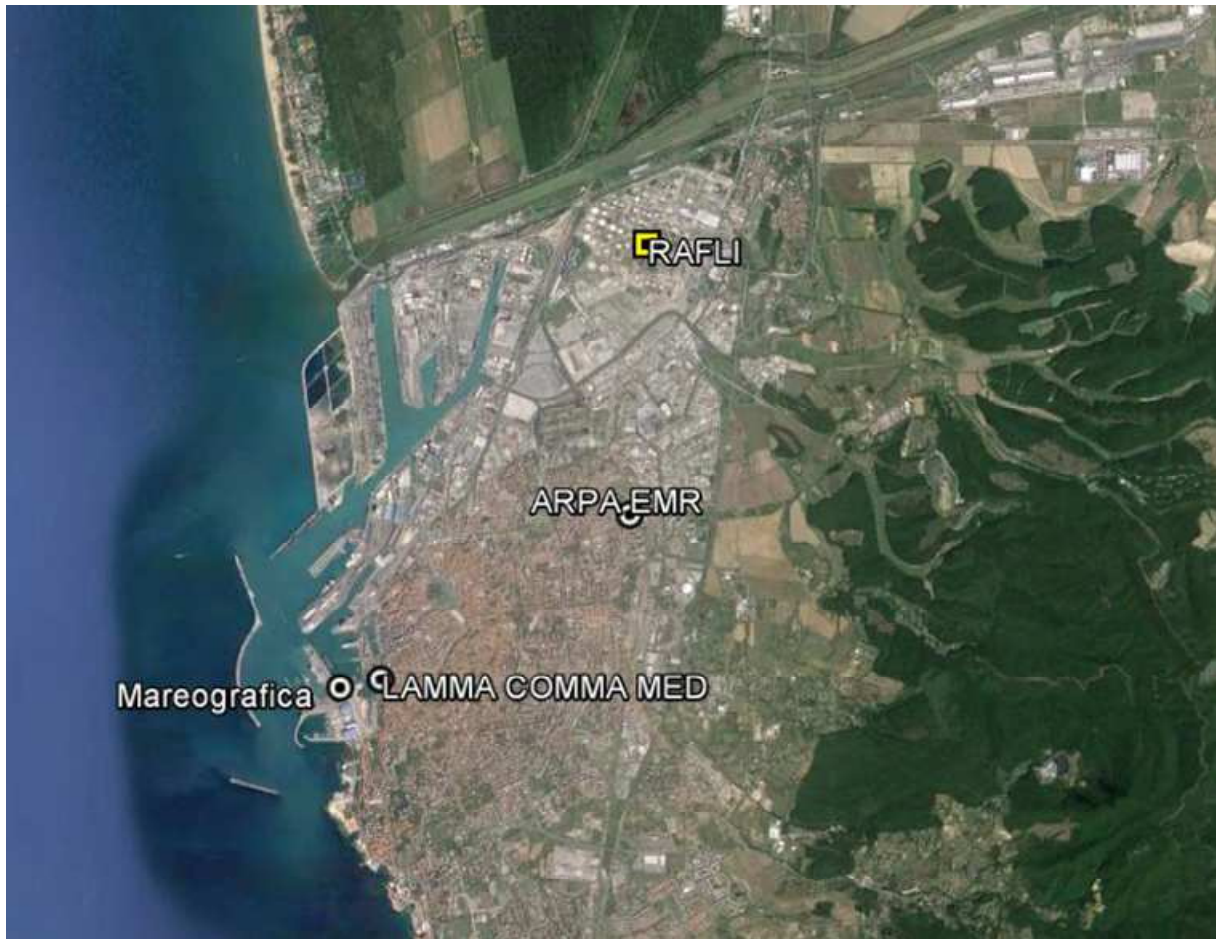


Figura 1 - Localizzazione dello stabilimento della Raffineria di Livorno e delle stazioni meteorologiche utilizzate per la caratterizzazione meteorologica dell'area.

In particolare sono state utilizzate, per la caratterizzazione meteorologica dell'area, le seguenti centraline:

- Stazione meteorologica con palo a 25 metri sul livello del suolo di LAMMA COMMA MED
- Stazione mareografica della rete nazionale di Livorno
- Stazione virtuale del modello COSMO di ARPA EMR per i profili in quota

1.1. CARATTERIZZAZIONE STAZIONI METEOROLOGICHE

Di seguito si riportano le specifiche relative alle tre diverse stazioni meteorologiche utilizzate per la caratterizzazione dell'area di analisi.

1.1.1. Dati meteorologici - Stazione meteorologica LAMMA COMMA MED

Sono stati acquisiti i dati rilevati dalla stazione meteorologica di Livorno gestita dal Consorzio LAMMA per l'anno solare da marzo 2015 a marzo 2016. I dati sono da ritenersi rappresentativi dell'area di indagine e permettono di utilizzare dati di monitoraggio meteorologico al suolo che forniscono indicazioni su microscala necessaria allo studio in questione. Le caratteristiche della stazione sono riportate nella tabella sottostante.

Stazione meteorologica di Livorno			
Indirizzo Stazione: Istituto Tecnico Nautico "Alfredo Cappellini", Piazza Giovine Italia, 1 - 57126 Livorno			
Info Stazione Meteorologica			
Lon. E (Greenwich)	10.3046		
Lat. N	43.5471		
Terrazzo palazzo (m)	25		
Quota suolo s.l.m.(m)	5		
Quota stazione s.l.m.(m)	30		
Data installazione	01/10/2003		
Data riconfigurazione	08/03/2013		
Modalità trasmissione dati	Acquisizione diretta dei segnali tramite moduli ADAM e software LaMMA		
Posizione Sensori			
Sensore	Altezza Sensore		
	Terrazzo (m) 25	Suolo (m) 5	Quota (s.l.m.) 30
Termometro	2.0	27.0	32.0
Pluviometro	0.2	25.2	30.2
Anemometro (DV)	3.5	28.5	33.5
Banderuola (VV)	3.5	28.5	33.5
Igrometro	2.0	27.0	32.0
Barometro	1.5	26.5	31.5
Radiometro	2.0	27.0	32.0
Radiometro UV-B	0.6	25.5	30.5
Caratteristiche Sensori			
Sensore	Marca Sensore	Tipologia Strumento	
Termometro	CPE (IST)	PT100	
Pluviometro	DeltaT devices	Pluviometro a doppia vaschetta oscillante	
Anemometro (DV)	WindSonic - Gill Instruments	Anemometro sonico bidirezionale	
Banderuola (VV)	WindSonic - Gill Instruments	Anemometro sonico bidirezionale	
Igrometro	CPE (Humirel)	Sensore capacitivo	
Barometro	CPE		
Radiometro	CPE	Solarimetro a fotocella	
Radiometro UV-B	Solarlight	Fotocella	

Tabella 1 - Specifiche stazione [fornite dal Consorzio LaMMA]



Figura 2 -Localizzazione delle stazione meteorologica LAMMA COMMA MED di Livorno

1.1.2. Dati meteorologici - Stazione meteorologica SMN di Livorno

Sono stati acquisiti i dati rilevati dalla stazione meteorologica di Livorno gestita dal Servizio Mareografico Nazionale (SMN) per l'anno solare da marzo 2015 a marzo 2016. I dati, sono da ritenersi rappresentativi dell'area di indagine e permettono di utilizzare dati di monitoraggio meteorologico al suolo che forniscono indicazioni su microscala necessaria allo studio in questione. Le caratteristiche della stazione sono riportate nella tabella sottostante.

Stazione meteorologica di Livorno	
Indirizzo Stazione: Via del Molo Mediceo - 57126 Livorno	
Info Stazione Meteorologica	
Lon. E (Greenwich)	10° 17' 57.62"
Lat. N	43° 32' 46.63"
Quota stazione s.l.m.(m)	1.6926
Modalità trasmissione dati	Sistema locale di gestione e memorizzazione dei dati. Apparato di trasmissione (UMTS) in tempo reale alla sede centrale del SMN a Roma
Posizione Sensori	
Sensore	Altezza Sensore: Suolo (m)
Trasduttore di velocità vento	1.6926
Caratteristiche Sensori	
Sensore	Tipologia Strumento
Trasduttore di temperatura aria e RH%	T026 TTEPRH
Trasduttore di livello radar	TLR
Trasduttore di temperatura acqua	T020 TTA
Sensore barometrico	SIAP + MICROS PA9880
Trasduttore di direzione vento	T007 TDV
Trasduttore di velocità vento	T006 TVV

Tabella 2 - Specifiche stazione [fornite dal Servizio Mareografico Nazionale]



Figura 3 -Localizzazione delle stazione meteorologica SMN di Livorno.

1.1.3. Dati meteorologici - Stazione meteorologica di Livorno

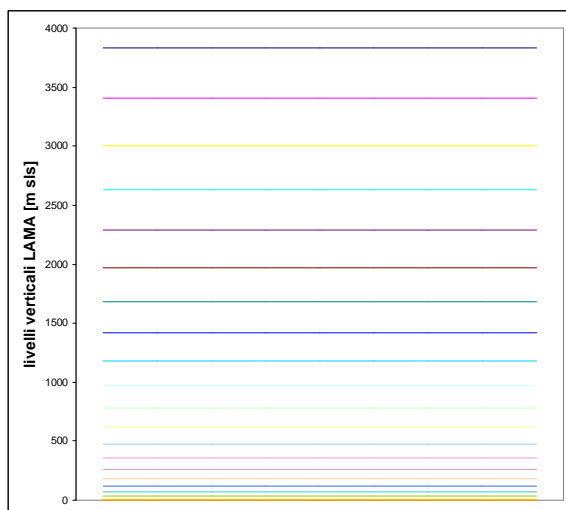
Sono stati acquisiti i dati calcolati dal modello CALMET-LAMA, a cura del Servizio Idrometeorologico di Arpa Emilia Romagna in corrispondenza dell'area di studio.

I dati sono stati ottenuti dall'archivio CALMET - LAMA di ARPA SMR per il periodo 15 marzo 2015-15 marzo 2016 estratti in un punto compreso nel dominio di indagine, localizzabile come mostrato nelle figure seguente.

Di seguito si riporta la localizzazione, l'anagrafica e l'elenco di tutti i dei paramenti forniti dall'Arpa Emilia Romagna, estratti dal dataset LAMA ed il grafico dei livelli verticali disponibili.

Stazione meteorologica di Livorno	
Info Stazione Meteorologica	
Lon. E (Greenwich)	10.3355
Lat. N	43.5619
Quota stazione s.l.m.(m)	34
Posizione Sensori	
Sensore	Altezza Sensore (m.s.l.m)
Anemometro (DV)	10, ... , 3500

Tabella 3 - Specifiche delle stazioni meteorologiche virtuali APRA EMR



Parametri (alcuni) registrati dal modello LAMA in 3D e 2D

- Pressione: pr [Pa]
- Temperatura: Temp [°K]
- Direzione vento: Dir-wind [Gradi]
- Modulo vento: Mod-wind [m/s]
- Classe di stabilità: Stab.cl 1-6
- Friction velocity: Ustar [m/s]
- Altezza di rimescolamento: Mixing-H [m]
- Lungh. di Monin-Obukov: Monin-Ob [m]
- Convective velocity scale: Wstar [m/s]
- Radiazione visibile netta: SW_Budg [W/m²]
- Radiazione infrarossa netta: LW_Budg [W/m²]
- Flusso di calore latente: LHF [W/m²]
- Flusso di calore sensibile: SHF [W/m²]
- Copertura nuvolosa: Cl.fract [0-1]

Figura 4 -Livelli verticali e paramentri del dataset LAMA



Figura 5 -Localizzazione delle stazione virtuale meteorologica ARPA Emilia-Romagna per Livorno.

1.2. CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

1.2.1. Caratterizzazione meteoroclimatica

La caratterizzazione meteoroclimatica dell'area di studio è stata eseguita elaborando i dati delle stazioni meteorologiche identificate nel precedente paragrafo. Il numero di dati forniti dalle stazioni dipende dalla frequenza di campionamento degli strumenti. Nella seguente tabella si riporta una sintesi dei dati elaborati nel presente studio.

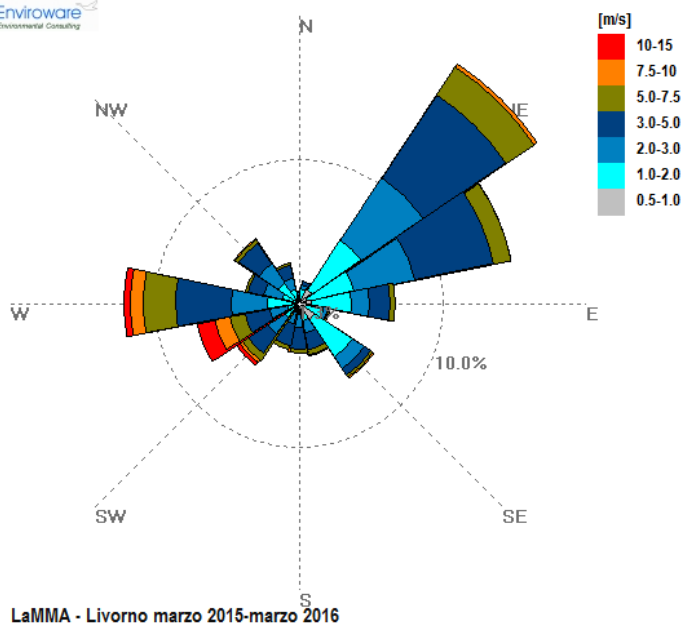
Stazione	Parametro	Frequenza di campionamento
LAMMA COMMA MED	Pressione	15 minuti
	Temperatura	15 minuti
	Umidità	15 minuti
	Velocità del vento	15 minuti
	Direzione del vento	15 minuti
SMN	Pressione	1 ora
	Temperatura	1 ora
	Umidità	1 ora
	Velocità del vento	10 minuti
	Direzione del vento	10 minuti
ARPA EMR	Pressione	1 ora
	Temperatura	1 ora
	Umidità	1 ora
	Velocità del vento	1 ora
	Direzione del vento	1 ora

Tabella 4 - Frequenze di campionamento delle stazioni meteorologiche individuate per lo studio

1.2.1.1. Regime anemologico

Il regime dei venti dell'area di studio è stato caratterizzato utilizzando i dati meteorologici dell'anno solare da marzo 2015 a marzo 2016 registrati nei dataset a disposizione, come citato in precedenza. Di seguito si riportano tabelle e figure che descrivono, su base annuale, il regime dei venti dell'area in esame.

Enviroware
Environmental Consulting



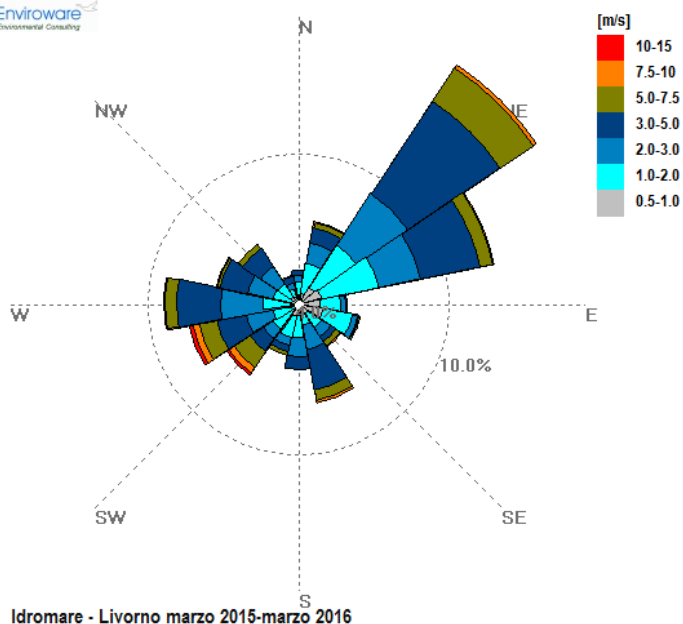
Percentuale di calme di vento

Calme definite per velocità del vento $\leq 0,5$ m/s

Numero di periodi di calma: 455 (1,31% dei dati validi)

Figura 6 -Rosa dei venti per l'anno marzo 2015 - marzo 2016 e dati statistici rilevati dalla stazione meteorologica LAMMA COMMA MED di Livorno (quota 30 m slm)

Enviroware
Environmental Consulting

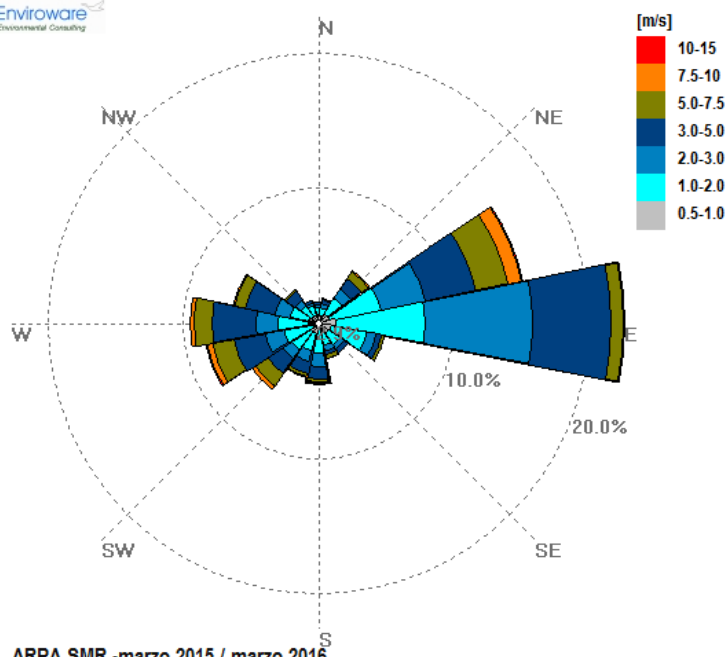


Percentuale di calme di vento

Calme definite per velocità del vento $\leq 0,5$ m/s

Numero di periodi di calma: 1966 (3,98% dei dati validi)

Figura 7 -Rosa dei venti per l'anno marzo 2015 - marzo 2016 e dati statistici rilevati dalla stazione meteorologica SMN di Livorno (quota 1.7 m slm)



Percentuale di calme di vento

Calme definite per velocità del vento $\leq 0,5$ m/s

Numero di ore di calma: 259 (2,94% dei dati validi)

ARPA SMR - marzo 2015 / marzo 2016

Figura 8 -Rosa dei venti del primo livello verticale per l'anno marzo 2015 - marzo 2016 dei dati ARPA EMR per Livorno.

Intervallo	Da [m/s]	Fino a [m/s]	Numero di dati	Percentuale % su 8784 ore
calma	0	0,5	455	1,31
1	0,5	1	2209	6,37
2	1	2	8217	23,68
3	2	3	8321	23,98
4	3	5	10380	29,91
5	5	7,5	3278	9,45
6	7,5	10	982	2,83
7	10	15	720	2,08

Tabella 5 -.Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento, stazione LAMMA COMMA MED di Livorno (quota 30 m slm)

Intervallo	Da [m/s]	Fino a [m/s]	Numero di dati	Percentuale %
calma	0	0,5	1966	3.98
1	0,5	1	4789	9.70
2	1	2	12607	25.54
3	2	3	11022	22.33
4	3	5	13402	27.15
5	5	7,5	4554	9.23
6	7,5	10	766	1.55
7	10	15	255	0.52

Tabella 6 - Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento, stazione SMN di Livorno (quota 1.7 m slm)

Intervallo	Da [m/s]	Fino a [m/s]	Numero di dati	Percentuale %
calma	0	0,5	259	2,94
1	0,5	1	801	9,094
2	1	2	2610	29,632
3	2	3	1915	21,742
4	3	5	2111	23,967
5	5	7,5	878	9,968
6	7,5	10	210	2,384
7	10	15	24	0,272

Tabella 7 - Frequenza di accadimento delle classi di velocità del vento, stazione ARPA Emilia-Romagna di Livorno (quota 10 m sls)

Il sito in esame è caratterizzato da venti prevalenti di modesta intensità che registrano come direzione primaria quella dal settore NE con frequenza di circa il 20% sul totale annuale. Le altre direzioni di provenienza del vento che concorrono agli accadimenti con contributi simili sono NEE per valori pari a circa il 15%. Le calme di vento, venti con velocità inferiore a 0,5 m/s, si registrano per circa il 1% - 4% dei dati annuali. L'intensità dei venti maggiore si registra in direzione SOO. In media la velocità annua si attesta attorno ai 3,3 m/s (stazione meteorologica ARPAT di Livorno). Le velocità con frequenza maggiore sono le tre classi di velocità comprese nell'intervallo di 1,5-2,5 m/s, 2,5-3,5 m/s e 3,5-4,5 m/s che costituiscono rispettivamente circa il 25%, il 23% ed il 16% delle ore annue (stazione meteorologica ARPAT di Livorno).

Settori	Dir [°N]	# Data	% Data	Velocità [m/s]
1	N	265	0,76	1,811
2	NNE	522	1,50	2,029
3	NE	6876	19,82	3,194
4	NEE	5179	14,93	3,087
5	E	2286	6,59	2,380
6	EES	714	2,06	1,691
7	ES	2115	6,10	1,893
8	ESS	1268	3,65	3,172
9	S	1168	3,37	3,273
10	SSO	1110	3,20	3,350
11	SO	1787	5,15	3,788
12	SOO	2487	7,17	5,971
13	O	4172	12,02	4,273
14	OON	1304	3,76	2,812
15	ON	1869	5,39	2,936
16	ONN	985	2,84	2,849
calme	-	455	1,31	<1

Tabella 8 -.Frequenza di accadimento delle direzioni e media della velocità del vento stazione LAMMA COMMA MED di Livorno (quota 25 m sls)

Mesi Mar 2015 – Mar 2016	Conteggio	Max [m/s]	Media [m/s]	Min [m/s]
Jan	2618	21,6	4,3	0,2

Mesi Mar 2015 – Mar 2016	Conteggio	Max [m/s]	Media [m/s]	Min [m/s]
Feb	2784	22,4	4,7	0,1
Mar	3071	17,8	4,1	0,2
Apr	2880	10,6	3,0	0,1
May	2976	12,7	2,6	0,2
Jun	2880	7,5	2,6	0,2
Jul	2976	12,4	2,9	0,2
Aug	2976	11,3	2,7	0,1
Sep	2707	15,3	3,8	0,3
Oct	2975	17,9	3,7	0,2
Nov	2880	17,6	3,1	0,2
Dec	2976	9,1	2,7	0,1
Totale	34699	22,4	3,3	0,1

Tabella 9 – velocità del vento- LAMMA COMMA MED

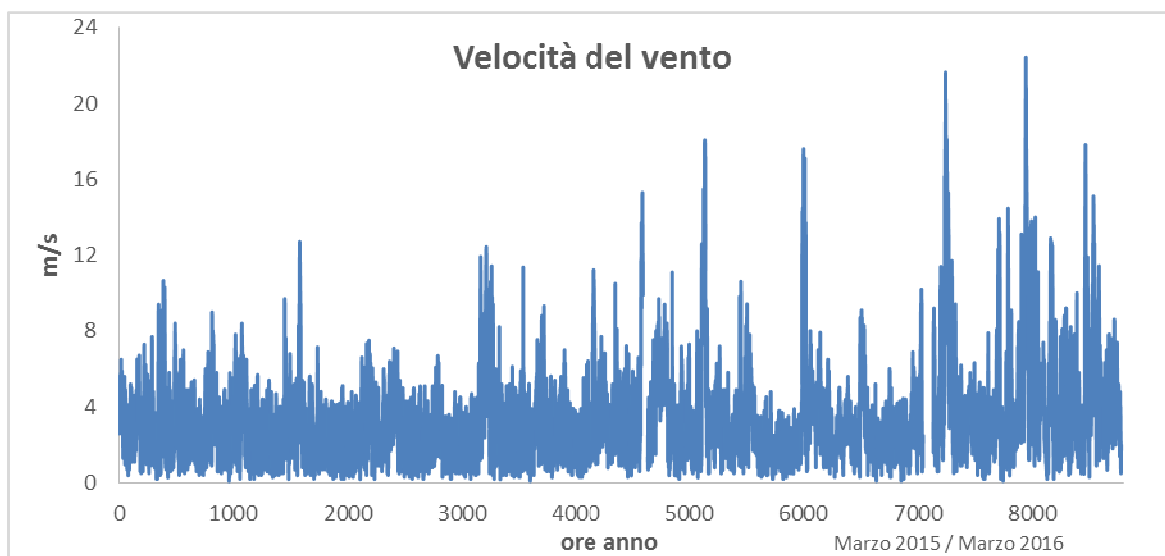


Figura 9 -Serie temporale media oraria velocità del vento a 25 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo LAMMA COMMA MED di Livorno.

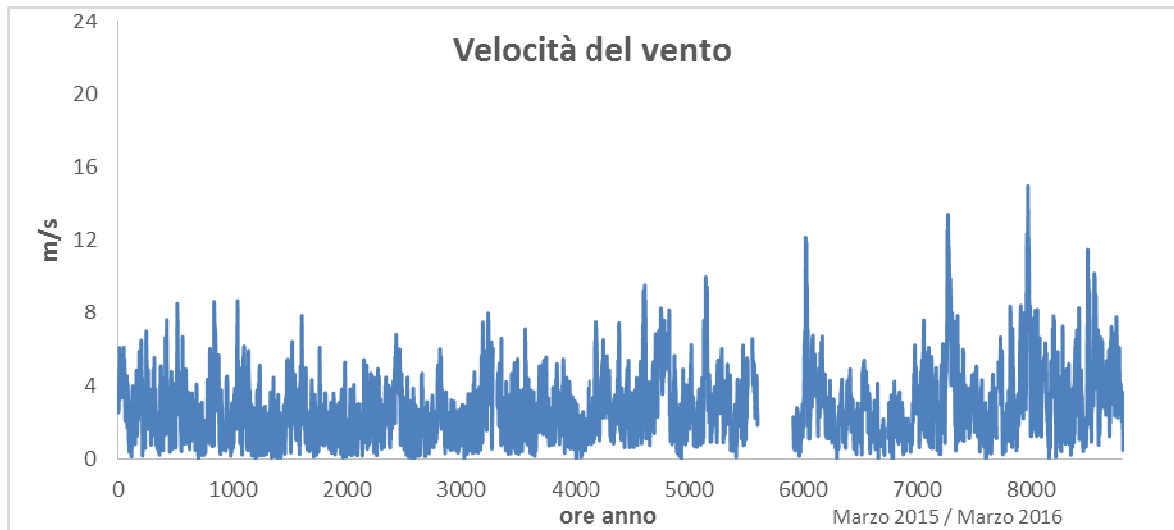


Figura 10 - Serie temporale media oraria velocità del vento a 1.7 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo SMN di Livorno.

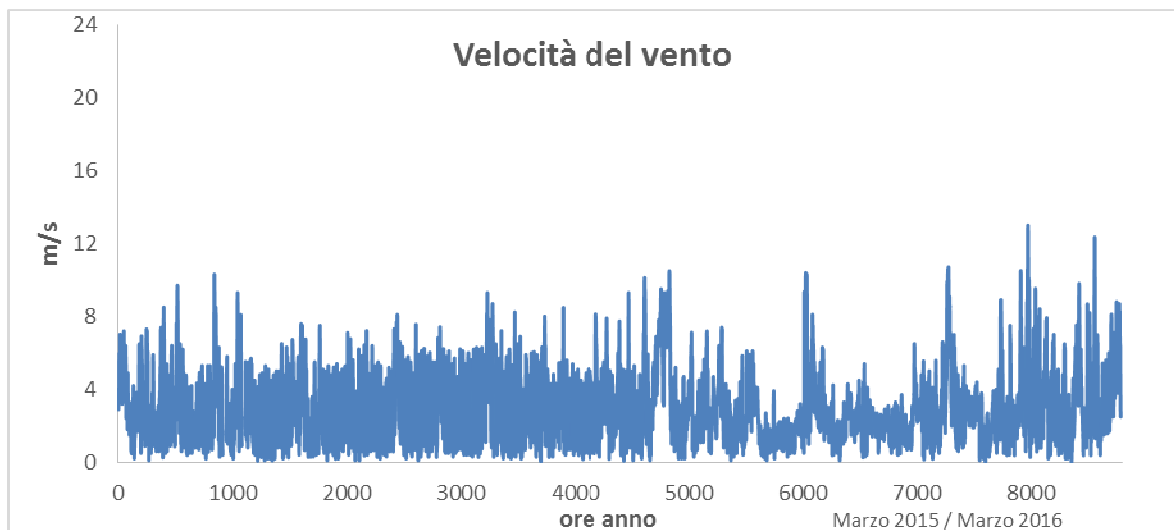


Figura 11 - Serie temporale media oraria velocità del vento a 10 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo ARPA Emilia-Romagna di Livorno.

1.2.1.2. Parametri meteorologici

Nelle tabelle seguenti sono descritte le medie annuali e le medie mensili per tutti i parametri meteorologici valutati. Si riporta, per ognuno dei parametri, temperatura dell'aria, umidità relativa, pressione atmosferica sia tabelle con il calcolo dei parametri statistici comprendenti il numero di dati validi, il valor medio, il valor massimo e quello minimo che i grafici con la serie temporale oraria. Le tabelle sono riportano i dati registrati dalla stazione metereologica LAMMA COMMA MED.

Mesi	Conteggio	Max [°C]	Media [°C]	Min [°C]
Mar 2015 – Mar 2016				
Jan	2618	16,9	10,6	1,2

Mesi Mar 2015 – Mar 2016	Conteggio	Max [°C]	Media [°C]	Min [°C]
Feb	2784	16,8	11,9	5,8
Mar	3071	18,8	12,1	5,3
Apr	2880	20,7	14,3	5,7
May	2976	27,9	18,7	13,4
Jun	2880	31,1	23,2	17,6
Jul	2976	32,1	27,0	21,7
Aug	2976	35	25,2	18,4
Sep	2707	27,8	22,1	14,9
Oct	2975	24,4	17,3	10,6
Nov	2880	20,4	14,5	4,3
Dec	2976	16,7	12,1	4,7
Totale	34699	35	17,5	1,2

Tabella 10 - TEMPERATURA dell'ARIA - LAMMA COMMA MED

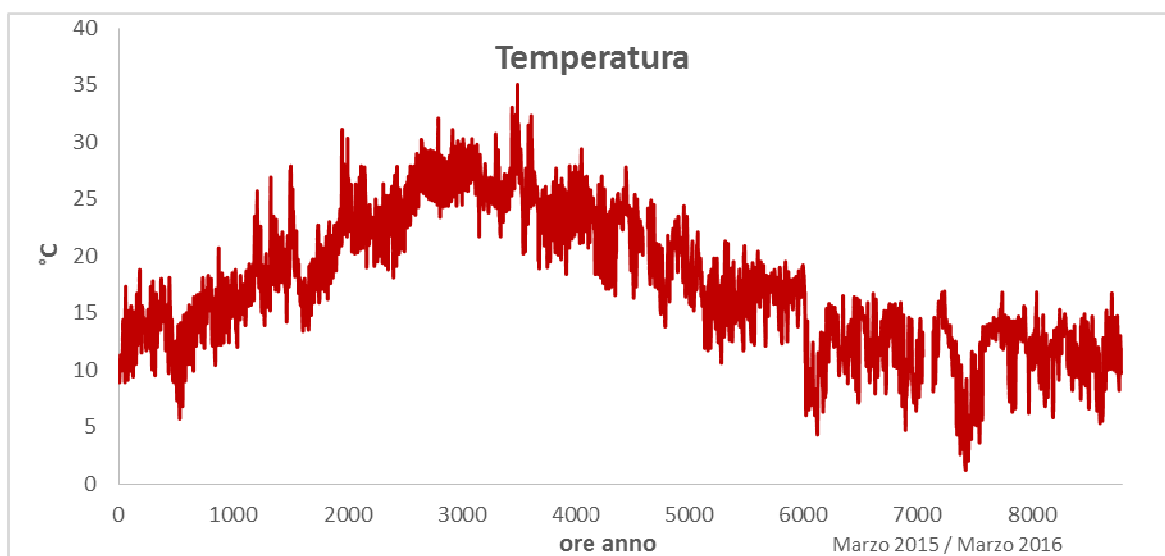


Figura 12 - Serie temporale media oraria temperatura dell'aria a 25 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo LAMMA COMMA MED di Livorno.

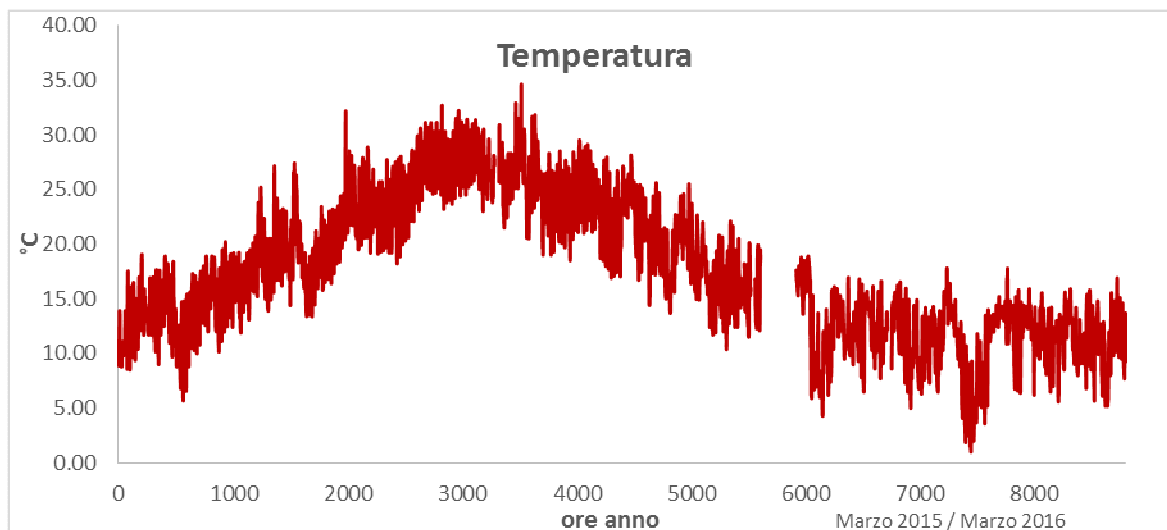


Figura 13 - Serie temporale media oraria temperatura dell'aria a 1.7 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo SMN di Livorno.

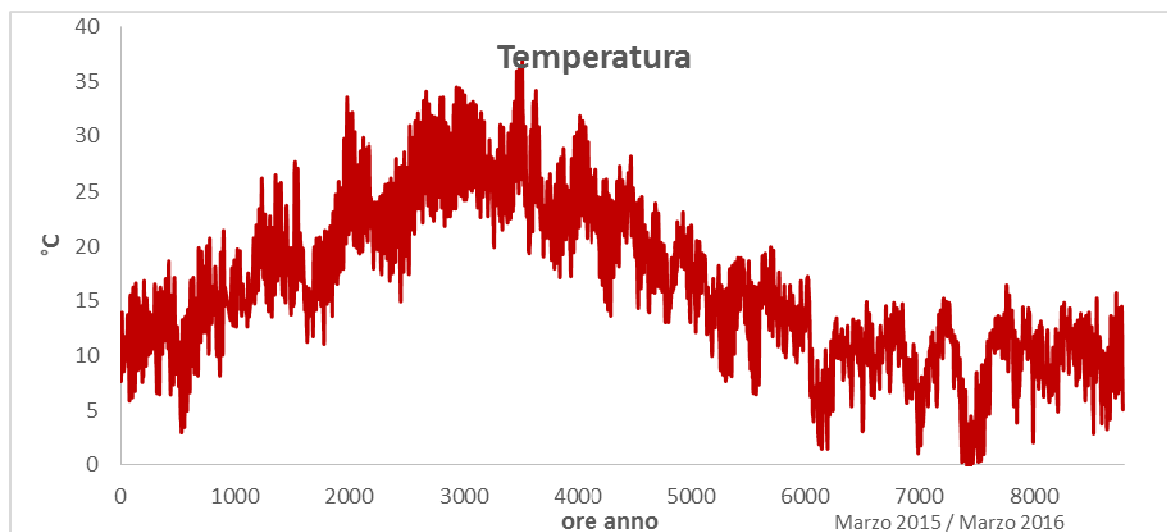


Figura 14 - Serie temporale media oraria temperatura dell'aria a 10 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo ARPA Emilia-Romagna di Livorno.

Mesi Mar 2015 – Mar 2016	Conteggio	Max [mbar]	Media [mbar]	Min [mbar]
Jan	2618	1031,0	1013,4	992,0
Feb	2784	1025,0	1007,7	984,0
Mar	3071	1019,0	1006,3	988,0
Apr	2880	1025,0	1014,1	997,0
May	2976	1021,0	1010,5	1000,0
Jun	2880	1019,0	1012,4	1005,0
Jul	2976	1020,0	1010,6	1003,0
Aug	2976	1018,0	1010,7	1004,0
Sep	2707	1019,0	1010,8	999,0

Mesi Mar 2015 – Mar 2016	Conteggio	Max [mbar]	Media [mbar]	Min [mbar]
Oct	2975	1023,0	1010,3	999,0
Nov	2880	1027,0	1015,0	981,0
Dec	2976	1032,0	1025,3	1018,0
Totale	34699	1032,0	1012,3	981,0

Tabella 11 – pressione atmosferica - LAMMA COMMA MED

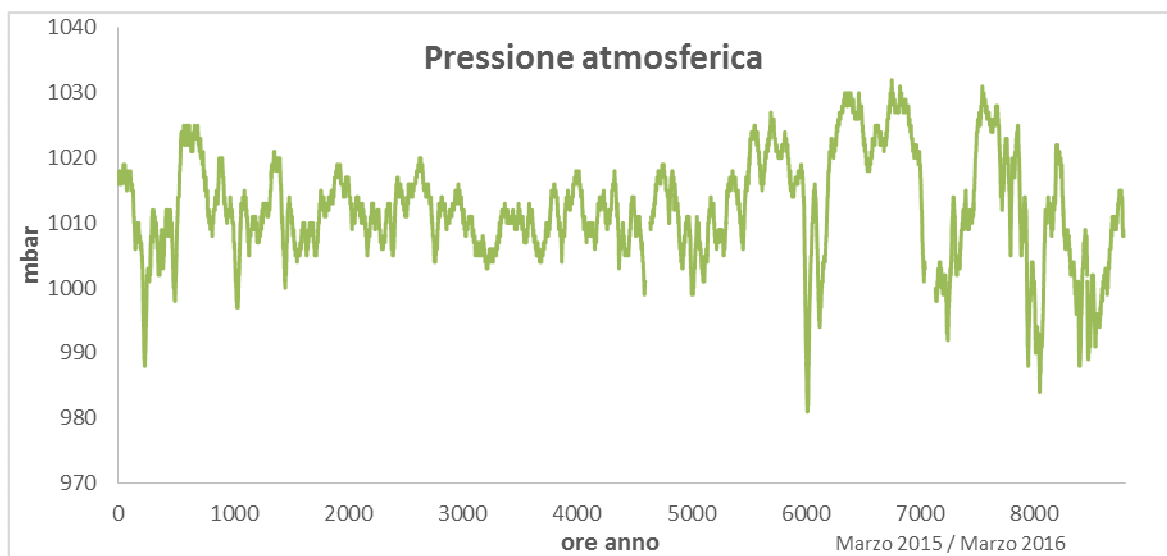


Figura 15 - Serie temporale media oraria pressione atmosferica a 25 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo LAMMA COMMA MED di Livorno.

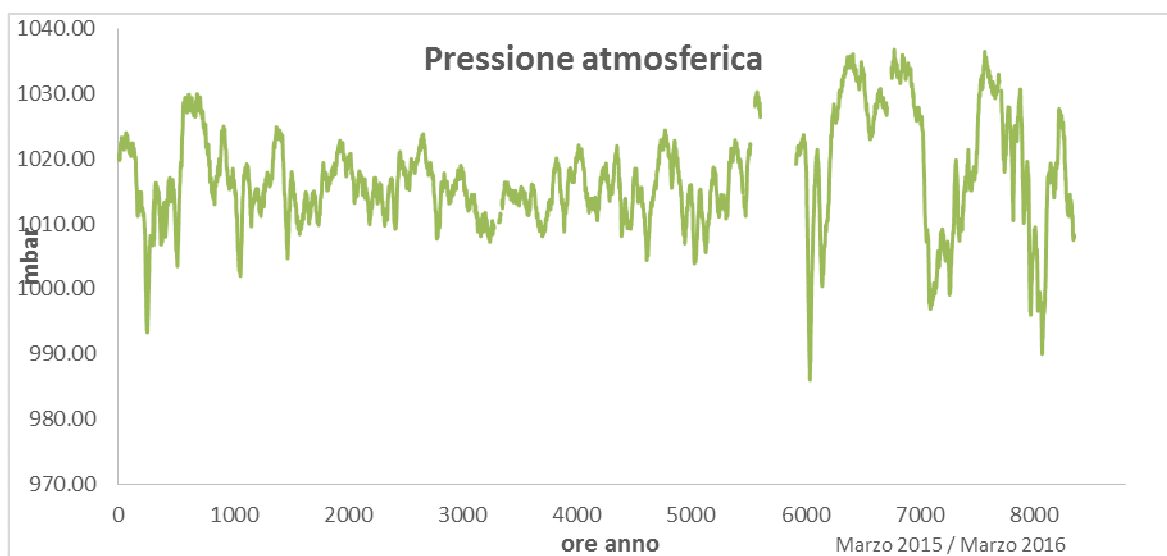


Figura 16 - Serie temporale media oraria pressione atmosferica a 1.7 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo SMN di Livorno.

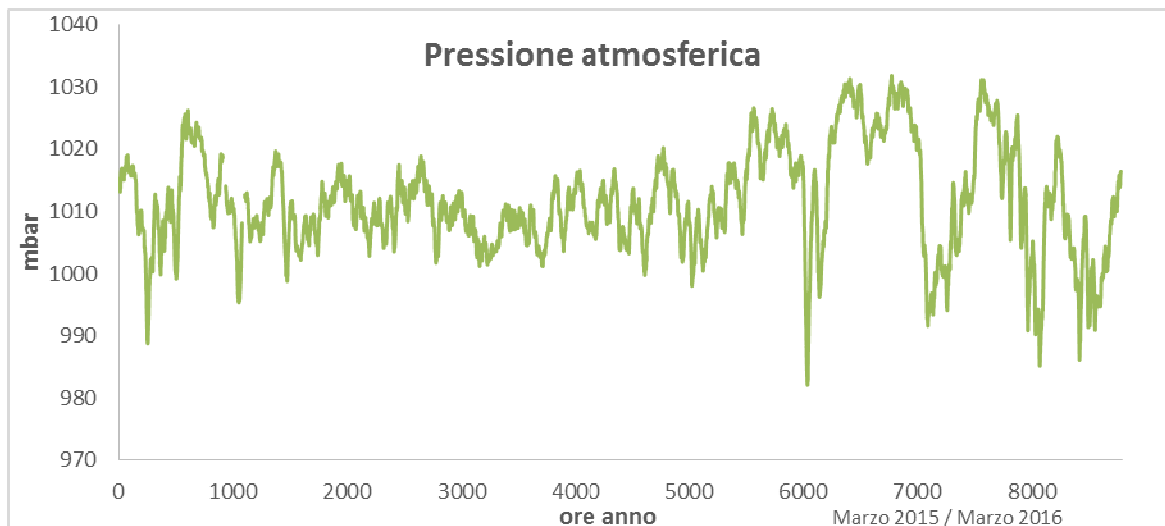


Figura 17 - Serie temporale media oraria pressione atmosferica a 10 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo ARPA Emilia-Romagna di Livorno.

Mesi Mar 2015 – Mar 2016	Conteggio	Max [%]	Media [%]	Min [%]
Jan	2618	95,0	68,0	16,0
Feb	2784	94,0	75,9	24,0
Mar	3071	96,0	66,5	27,0
Apr	2880	94,0	71,2	18,0
May	2976	94,0	69,8	32,0
Jun	2880	95,0	68,1	26,0
Jul	2976	90,0	70,0	26,0
Aug	2976	94,0	68,4	30,0
Sep	2707	97,0	61,2	21,0
Oct	2975	97,0	70,4	35,0
Nov	2880	99,0	71,5	29,0
Dec	2976	96,0	78,1	44,0
Totale	34699	99,0	70,0	16,0

Tabella 12 – umidità relativa- LAMMA COMMA MED

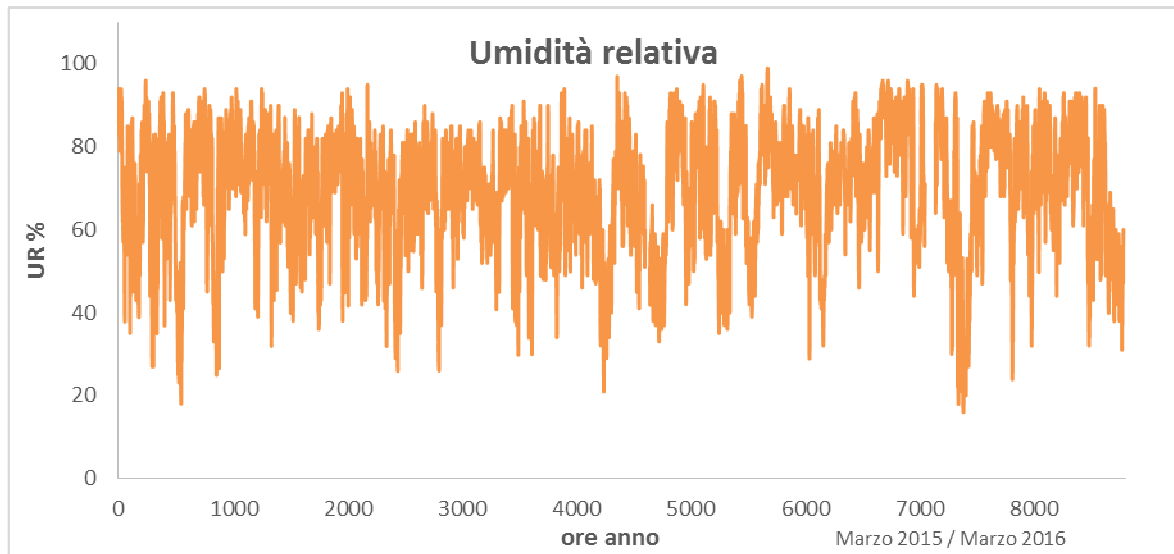


Figura 18 - Serie temporale media oraria umidità relativa a 25 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo LAMMA COMMA MED di Livorno.

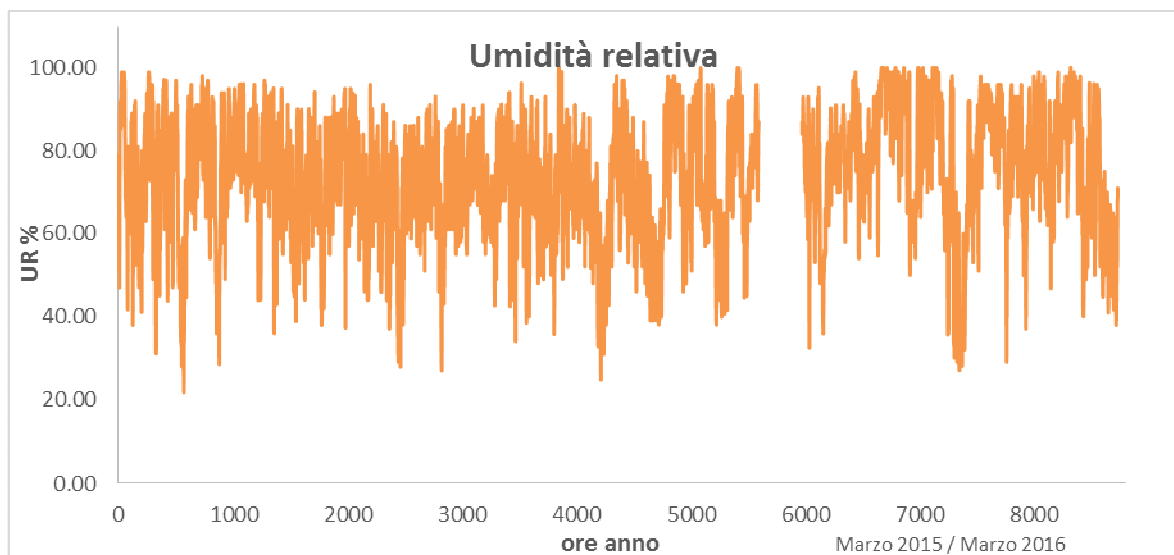


Figura 19 - Serie temporale media oraria umidità relativa a 1.7 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo SMN di Livorno.

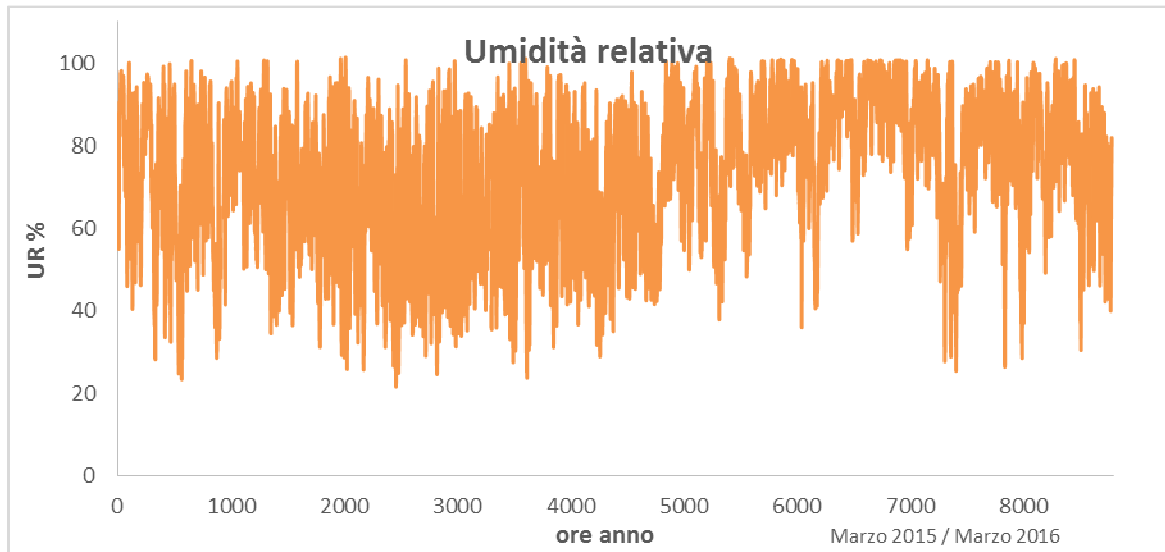


Figura 20 - Serie temporale media oraria umidità relativa a 10 m sls, scala temporale da marzo 2015 a marzo 2016. Stazione Meteo ARPA Emilia-Romagna di Livorno.



ENI S.p.A.
Raffineria di Livorno (LI)

ALLEGATO 2

Anagrafica dei serbatoi

Data: Dicembre 2016



Anagrafica Serbatoio	Prodotto Contenuto	Tipologia di serbatoio Tetto fisso / Galleggiante (TF/TG)	Media Annuale [°C]	Minimo delle medie mese [°C]	Massimo delle medie mese [°C]
TK-003	Light Virgin Nafta	TG	21,5	12,2	32,0
TK-006	Olio Combustibile BTZ	TF	66,6	61,9	70,0
TK-007	Benzina Platformata	TF	18,9	8,7	32,4
TK-011	Bitume	TF	20,5	10,8	33,2
TK-012	Bitume	TF	18,3	8,4	31,1
TK-013	Bitume	TF	17,5	7,9	29,9
TK-014	Bitume	TF	20,0	10,2	32,7
TK-015	Bitume	TF	20,1	11,3	31,9
TK-016	Bitume	TF	17,9	8,1	30,3
TK-017	Bitume	TF	18,9	8,7	32,4
TK-038	Lamium	TF	17,9	9,0	28,8
TK-039	Lamium	TF	16,5	8,5	24,0
TK-045	Olio Combustibile	TF	62,2	20,9	76,7
TK-050	Olio Combustibile	TF	62,2	20,9	76,7
TK-051	Olio Combustibile	TF	30,0	9,8	50,2
TK-057	Olio Combustibile BTZ	TF	94,9	82,4	109,7
TK-059	EXBS	TF	66,5	53,6	86,0
TK-060	RVC	TF	153,9	97,2	183,4
TK-061	RVC	TF	127,7	120,2	135,3
TK-063	Lamium	TG	15,7	6,5	25,9
TK-065	MTBE	TG	16,0	6,4	27,3
TK-066	MTBE	TG	16,3	7,5	27,0
TK-076	Olio Combustibile BTZ	TF	94,9	82,4	109,7
TK-077	Olio Combustibile BTZ	TF	85,9	66,6	102,3
TK-079	Acqua Ragia Dearomatizzata	TF	18,0	8,1	30,3
TK-094	Gasolio Auto	TF	30,4	22,7	35,7
TK-102	Gasolio	TF	23,9	18,3	31,0
TK-104	Greggio	TG	21,7	12,4	29,4
TK-105	Greggio	TG	19,9	10,3	30,6
TK-106	Lamium	TG	16,7	7,2	28,0
TK-108	Virgin Nafta	TG	16,7	7,2	28,0
TK-109	RVC	TF	94,9	66,1	127,6
TK-111	Acqua Ragia Desolforata	TG	15,4	6,5	25,9
TK-112	Benzina	TG	19,7	9,3	29,7
TK-113	Jet Fuel	TG	16,8	6,9	28,2
TK-115	Gasolio Combustione	TF	16,2	7,3	27,2
TK-116	Gasolio Combustione	TF	16,2	7,4	27,2
TK-118	BL.GA.	TF	40,0	26,6	51,2
TK-119	BL.GA.	TG	18,9	11,0	24,8
TK-120	EXSN	TF	29,9	15,5	46,2

Anagrafica Serbatoio	Prodotto Contenuto	Tipologia di serbatoio Tetto fisso / Galleggiante (TF/TG)	Media Annuale [°C]	Minimo delle medie mese [°C]	Massimo delle medie mese [°C]
TK-121	Greggio	TG	22,5	13,7	30,6
TK-122	Olio Combustibile	TF	66,2	51,5	74,5
TK-123	Gasolio Auto	TG	25,8	16,7	31,6
TK-124	Fuel Oil	TF	66,2	51,5	74,5
TK-125	Gasolio Flussato	TG	20,5	11,5	29,1
TK-126	Petrolio Atmosferico	TG	32,7	25,3	45,5
TK-127	Full Range	TG	20,9	12,4	34,3
TK-128	Petrolio Atmosferico	TG	20,9	12,4	34,3
TK-129	BAP	TG	18,3	8,8	27,7
TK-130	Virgin Nafta	TG	17,7	8,9	28,4
TK-131	BALS SP	TF	17,3	8,2	28,5
TK-132	BALS SP	TF	17,4	8,2	28,0
TK-134	Olio Combustibile BTZ	TF	40,0	40,0	40,0
TK-135	Greggio	TG	26,9	17,0	38,8
TK-136	Greggio	TG	22,3	14,8	31,8
TK-137	Greggio	TG	22,6	11,7	30,9
TK-148	Estratti	TF	49,3	40,7	58,4
TK-149	Olio Combustibile BTZ	TF	52,2	47,0	58,0
TK-150	Olio Combustibile ATZ	TF	74,0	62,6	81,7
TK-151	Olio Combustibile ATZ	TF	57,9	49,5	65,3
TK-152	Residuo Atmosferico	TF	61,1	50,6	72,6
TK-153	Light Cracking Nafta	TG	16,9	7,7	27,3
TK-154	Benzina	TG	18,2	8,4	28,3
TK-155	Gasolio	TG	27,1	19,8	35,5
TK-156	Jet Fuel	TG	16,6	8,6	27,7
TK-157	Platformata	TG	21,1	13,0	30,7
TK-159	Bitume	TF	158,8	148,7	163,7
TK-160	Bitume	TF	164,2	160,2	165,3
TK-161	Bitume	TF	163,2	158,5	165,2
TK-163	RAE	TF	75,0	75,0	75,0
TK-170	Olio Combustibile Fluido	TF	53,9	50,0	65,6
TK-171	Olio Combustibile Fluido	TF	53,9	50,0	65,6
TK-173	Bitume	TF	161,4	154,8	165,0
TK-174	Bitume	TF	160,5	150,7	166,2
TK-175	Bitume	TF	51,2	13,5	162,1
TK-176	Bitume	TF	162,5	159,0	164,7
TK-177	Bitume	TF	163,8	159,8	168,4
TK-178	Bitume	TF	158,7	134,5	164,1
TK-195	Gasolio	TF	35,0	35,0	35,0
TK-197	Olio Combustibile ATZ	TF	16,2	11,0	17,2

Anagrafica Serbatoio	Prodotto Contenuto	Tipologia di serbatoio Tetto fisso / Galleggiante (TF/TG)	Media Annuale [°C]	Minimo delle medie mese [°C]	Massimo delle medie mese [°C]
TK-206	EXSN	TF	29,1	14,7	47,4
TK-209	ESAR	TF	79,3	76,1	81,8
TK-210	EXSN	TF	65,1	29,5	89,4
TK-211	EXBS	TF	38,5	13,1	94,3
TK-213	Olio Combustibile BTZ	TF	65,7	27,1	87,7
TK-214	EXSN	TF	50,4	36,3	64,0
TK-215	EXBS	TF	85,2	71,2	98,2
TK-216	ESAR	TF	70,6	65,3	74,6
TK-217	ESAR	TF	52,5	27,9	76,1
TK-218	EXSN	TF	71,8	60,0	84,8
TK-244	ESAR	TF	19,3	8,9	33,4
TK-250	ESAR	TF	16,9	7,3	29,4
TK-256	ESAR	TF	94,8	86,2	106,9
TK-284	ESAR	TF	57,7	11,6	70,7
TK-285	ESAR	TF	57,7	11,6	70,7
TK-344	Infineum	TF	42,4	42,0	45,0
TK-380	Gasolio Combustione	TF	22,0	22,0	22,0
TK-381	Gasolio	TF	22,0	22,0	22,0
TK-398	Olio Combustibile BTZ	TF	13,1	11,8	14,5
TK-399	Residum Vacuum	TF	13,1	11,8	14,5
TK-400	Gasolio Auto	TG	26,7	19,1	35,5
TK-501	Isomata	TG	19,3	9,5	30,0
TK-502	Benzina	TG	20,2	10,8	31,1
TK-503	Gasolio Auto	TG	26,5	19,7	37,3
TK-504	Benzina	TG	18,3	9,2	27,4
TK-509	Benzina	TG	18,4	10,1	28,8
TK-510	Full Range	TG	20,5	10,7	27,8
TK-540	EXSN	TF	34,0	18,4	49,2
TK-587	Olio Combustibile BTZ	TF	13,1	11,8	14,5
TK-589	APA	TF	170,0	170,0	170,0
TK-590	RVC	TF	142,9	130,9	154,6
TK-598	RAE	TF	62,4	35,5	81,3
TK-621	Cat Feed BTZ	TF	62,1	12,7	73,0
TK-622	Cat Feed BTZ	TF	75,1	70,0	80,0

Tabella A2.1: temperature minime delle medie mensili, temperature massime delle medie mensili, temperature medie annuali per ciascun serbatoio

Anagrafica serbatoi di movimentazione a tetto fisso

ID serbatoio	Prodotto Contenuto	Diametro	Altezza	Capacità operativa	Colore serbatoio	Tipo di tetto	Colore tetto	Condizioni rivestimento tetto
tetto fisso		m	m	m ³				
TK-006	Olio Combustibile BTZ	17,4	11,3	2169	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-007	Benzina Platformata	6,0	4,5	0	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-011	Bitume	4,8	6,6	111	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-012	Bitume	4,8	6,6	6	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-013	Bitume	4,8	6,6	110	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-014	Bitume	4,8	6,6	5	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-015	Bitume	4,8	6,6	5	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-016	Bitume	6,1	6,7	6	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-017	Bitume	6,1	14,2	127	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-038	Lamium	11,3	11,2	908	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-039	Lamium	11,3	11,4	921	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-045	Olio Combustibile	9,1	10,0	0	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-050	Olio Combustibile	25,2	14,3	6176	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-051	Olio Combustibile	24,8	11,3	4573	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-057	Olio Combustibile BTZ	9,4	8,0	423	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-059	EXBS	11,3	11,3	928	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-060	RVC	14,6	13,2	1936	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-061	RVC	29,4	13,3	7657	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-076	Olio Combustibile BTZ	6,4	11,0	0	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-077	Olio Combustibile BTZ	7,0	11,0	341	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-079	Acqua Ragia Dearomatizzata	11,3	11,2	556	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-094	Gasolio Auto	61,6	16,2	48152	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-102	Gasolio	37,6	13,1	14494	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone

ID serbatoio	Prodotto Contenuto	Diametro	Altezza	Capacità operativa	Colore serbatoio	Tipo di tetto	Colore tetto	Condizioni rivestimento tetto
tetto fisso		m	m	m ³				
TK-109	RVC	24,4	13,0	5286	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-115	Gasolio Combustione	14,6	12,8	2151	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-116	Gasolio Combustione	14,6	12,8	2151	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-118	BL.GA.	30,8	14,8	9766	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-120	EXSN	17,3	11,5	2308	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-122	Olio Combustibile	48,8	12,7	0	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-124	Fuel Oil	48,8	13,2	21241	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-131	BALS SP	9,1	13,0	738	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-132	BALS SP	9,1	13,0	716	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-134	Olio Combustibile BTZ	14,0	11,0	22	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-148	Estratti	68,0	15,2	39667	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-149	Olio Combustibile BTZ	68,0	15,2	48546	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-150	Olio Combustibile ATZ	68,0	17,8	57742	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-151	Olio Combustibile ATZ	68,0	18,2	56707	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-152	Residuo Atmosferico	68,0	18,0	57126	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-159	Bitume	9,1	12,5	738	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-160	Bitume	11,3	13,7	1145	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-161	Bitume	11,3	13,7	1172	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-163	RAE	9,1	12,9	767	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-170	Olio Combustibile Fluido	11,3	11,2	969	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-171	Olio Combustibile Fluido	7,5	7,8	207	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-173	Bitume	23,0	17,6	6517	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-174	Bitume	23,0	17,6	6566	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone

ID serbatoio	Prodotto Contenuto	Diametro	Altezza	Capacità operativa	Colore serbatoio	Tipo di tetto	Colore tetto	Condizioni rivestimento tetto
tetto fisso		m	m	m ³				
TK-175	Bitume	14,0	14,6	1970	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-176	Bitume	14,0	14,6	2012	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-177	Bitume	15,0	14,6	2243	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-178	Bitume	15,0	16,8	2597	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-195	Gasolio	9,1	7,6	0	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-197	Olio Combustibile ATZ	14,9	15,2	10	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-206	EXSN	7,5	11,0	421	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-209	ESAR	9,1	12,8	524	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-210	EXSN	9,1	12,8	738	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-211	EXBS	7,5	7,8	268	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-213	Olio Combustibile BTZ	9,1	12,8	625	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-214	EXSN	9,1	12,8	749	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-215	EXBS	7,5	7,8	273	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-216	ESAR	9,4	9,6	531	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-217	ESAR	9,4	7,8	426	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-218	EXSN	9,4	7,8	435	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-244	ESAR	7,5	7,0	37	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-250	ESAR	8,0	6,4	35	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-256	ESAR	7,5	6,4	214	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-284	ESAR	7,5	6,4	9	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-285	ESAR	7,5	5,2	171	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-344	Infineum	4,6	7,4	68	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-381	Gasolio	8,5	14,9	847	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-398	Olio Combustibile BTZ	11,1	12,8	0	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-399	Residum Vacum	4,9	4,6	56	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-540	EXSN	17,8	15,62	3590	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone

ID serbatoio	Prodotto Contenuto	Diametro	Altezza	Capacità operativa	Colore serbatoio	Tipo di tetto	Colore tetto	Condizioni rivestimento tetto
tetto fisso		m	m	m ³				
TK-587	Olio Combustibile BTZ	9,6	15,4	7	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-589	APA	19,0	15,8	3891	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-590	RVC	21,0	15,7	4699	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-598	RAE	16,4	15,8	2106	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-621	Cat Feed BTZ	15,0	15,2	2314	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone
TK-622	Cat Feed BTZ	15,0	16,8	2575	Grigio chiaro	Conico	Grigio chiaro	Buone

Tabella A2.2: anagrafica serbatoi a tetto fisso

Anagrafica serbatoi di movimentazione a tetto galleggiante

ID serbatoio tetto galleggiante	Prodotto Contenuto	Diametro m	Altezza M	Capacità operativa m ³	Condizioni rivestimento interno	Colore del rivestimento	Tipo di tetto	Tipo tenuta primaria	Tipo tenuta secondaria
TK-003	Light Virgin Nafta	36,6	15,2	15323	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-063	Lamium	22,9	11,9	4782	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-065	MTBE	22,9	13,4	5481	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-066	MTBE	23,1	13,7	5666	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-104	Greggio	54,9	16,8	39283	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-105	Greggio	54,9	16,8	38713	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-106	Lamium	15,8	10,7	2066	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-108	Virgin Nafta	15,8	13,7	2420	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-111	Acqua Ragia Desolforata	25	10,7	4987	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-112	Benzina	40,8	15,2	18431	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-113	Jet Fuel	40,8	15,8	20686	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-119	BL.GA.	24,4	15,2	6985	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-121	Greggio	54,8	15,8	37024	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-123	Gasolio Auto	48,8	12,8	23930	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-125	Gasolio Flussato	48,8	13,2	21081	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-126	Petrolio Atmosferico	33,6	13,7	11954	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-127	Full Range	33,5	13,4	11683	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-128	Petrolio Atmosferico	14,6	10,7	1781	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-129	BAP	14,6	13,1	2202	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-130	Virgin Nafta	14,6	13,1	2175	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-135	Greggio	68	18,3	64176	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-136	Greggio	71,4	18,3	69707	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-137	Greggio	75,4	18,3	77342	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim

ID serbatoio tetto galleggiante	Prodotto Contenuto	Diametro m	Altezza M	Capacità operativa m ³	Condizioni rivestimento interno	Colore del rivestimento	Tipo di tetto	Tipo tenuta primaria	Tipo tenuta secondaria
TK-153	Light Cracking Nafta	51	16,8	33689	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-154	Benzina	39	16,8	19552	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-155	Gasolio	32,5	16,7	13901	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-156	Jet Fuel	49,5	18,3	34204	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-157	Platformata	42,6	15,2	20704	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-400	Gasolio Auto	38	16,8	18552	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-501	Isomata	39	16,8	19220	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-502	Benzina	39	15,2	17504	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-503	Gasolio Auto	39,0	16,7	20015	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-504	Benzina	39	16,8	19648	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-509	Benzina	49,5	18,3	33934	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim
TK-510	Full Range	49,5	18,3	32547	legg. arrugginito	Bianco	pontone	meccanica	Rim

Tabella A2.3: anagrafica serbatoi a tetto galleggiante

Mapa delle sorgenti con emissioni di vapori potenzialmente odorogene individuate all'interno del parco serbatoi per il presente studio





ENI S.p.A.

Raffineria di Livorno (LI)

ALLEGATO 3

Equazioni e parametri per la stima delle emissioni dei serbatoi

Data: Dicembre 2016



FORMULAZIONE PER CALCOLO EMISSIONI DA SERBATOI A TETTO FISSO

I serbatoi a tetto fisso sono generalmente costituiti da un cilindro in acciaio con un tetto permanente montato in alto. Queste installazioni possono avere uno sfiato in atmosfera oppure essere equipaggiate con valvole di sfiato per pressione/vuoto. Queste ultime permettono al serbatoio di lavorare in leggera pressione o in leggero sottovuoto, evitando lo scarico di vapore al verificarsi di piccoli cambiamenti nelle condizioni operative.

Le emissioni legate ai serbatoi a tetto fisso possono essere causate da variazioni di temperatura, pressione e livello del liquido. In base alla causa primaria l'AP-42 distingue le perdite in: perdite di respirazione e perdite di lavoro. Le potenziali cause di emissione per i serbatoi a tetto fisso sono le stesse sia nel caso di serbatoi orizzontali che verticali. Le equazioni relative alle due tipologie di perdite vengono trattate di seguito.

E' inoltre da specificare come, a differenza dei serbatoi fuori-terra, le emissioni relative ai serbatoi di stoccaggio sotterraneo siano associate principalmente a cambiamenti nel livello del liquido nel serbatoio, mentre sono minime le perdite dovute a variazioni di temperatura o pressione barometrica. La causa va ricercata nell'azione del suolo circostante il serbatoio, che limita l'escursione termica diurna, facendo sì che le variazioni di pressione associate siano minime.

Perdite di respirazione

Le equazioni che seguono sono applicabili a serbatoi a tetto fisso. Questi serbatoi devono essere a tenuta per miscele liquido-vapore e devono operare approssimativamente a pressione atmosferica.

Le perdite di respirazione sono conseguenza delle variazioni nella temperatura e nella pressione dell'ambiente esterno al serbatoio, che determinano l'espansione e la contrazione della fase vapore. Il vapore viene, quindi, espulso senza che il livello del liquido cambi all'interno del serbatoio. L'equazione per la stima di tali emissioni si trova nel paragrafo 7.1.3.1.1 dell'AP-42, ed è riportata di seguito:

$$L_S = 365 \cdot V_V \cdot W_V \cdot K_E \cdot K_S$$

dove:

LS = perdite di respirazione, lb/yr

VV = volume fase vapore, ft³

WV = densità vapore stoccato, lb/ ft³

KE = fattore di espansione vapore, adimensionale

KS = fattore di saturazione vapore flussato, adimensionale

365 = costante, numero di eventi giornalieri in un anno (year)⁻¹

Il fattore di espansione KE è funzione delle proprietà del liquido e dalla pressione di settaggio degli sfiati. In questo termine sono contenute le condizioni dell'ambiente esterno: temperatura massima e minima, e irradiazione solare, giornaliera. Mentre il fattore di saturazione del vapore flussato KS dipende dalla tensione di vapore del liquido.

Perdite di lavoro

Le emissioni legate alle attività di lavoro sono le perdite di vapore che si verificano durante le operazioni di carico e scarico del serbatoio. Nel primo caso, cioè durante le operazioni di carico, il livello del liquido aumenta provocando l'evaporazione del vapore. Quindi, l'aumento del livello determina l'aumento progressivo della pressione interna del serbatoio fino al raggiungimento della pressione di settaggio della valvola di sfiato, che aprendosi espelle vapore. Durante lo scarico, invece, l'aria aspirata all'interno del serbatoio si satura dei vapori organici presenti all'interno e si espande, eccedendo la capacità dello spazio vapore che viene espulso dagli sfiati. L'equazione riportata di seguito si trova nel paragrafo 7.1.3.1.1 dell'AP-42, e permette il calcolo delle emissioni legate alle attività di lavoro del serbatoio:

$$L_W = 0.0010 \cdot M_V \cdot P_{VA} \cdot Q \cdot K_N \cdot K_P$$

dove:

LW = perdite di lavoro, lb/yr

MV = peso molecolare vapore, lb/lb-mole;

PVA = tensione di vapore alla temperatura media giornaliera dell'interfaccia liquido, psia;

Q = movimentazione annua (capacità operativa serbatoio [bbl] tasso di ricambio annuale), bbl/yr

KN = fattore di perdite nei ricambi, adimensionale;

per ricambi >36, $KN = (180 + N)/6N$

per ricambi ≤ 36 , $KN = 1$

dove: N=numero ricambi annuali, adimensionale

Perdite totali da serbatoi a tetto fisso

Le emissioni totali provenienti da serbatoi a tetto fisso sono calcolate come somma delle perdite calcolate per le attività di stoccaggio e per attività di lavoro del serbatoio. L'equazione risultante è scritta come:

$$L_T = L_S + L_W$$

dove:

LT = Perdite totali, lb/yr

LS = perdite di respirazione lb/yr,

LW = perdite di lavoro, lb/yr.

FORMULAZIONE PER CALCOLO EMISSIONI DA SERBATOI A TETTO GALLEGGIANTE

I serbatoi a tetto galleggiante sono costituiti da un serbatoio cilindrico aperto ed un tetto galleggiante che si mantiene sopra la superficie del liquido stoccato. Il tetto galleggiante può essere interno od esterno a seconda se la parte alta del cilindro sia lasciata aperta oppure venga chiusa da un secondo tetto permanente. Per entrambe le tipologie di serbatoi il tetto galleggiante è costituito da una piastra, degli elementi ausiliari ed un sistema di tenuta sul perimetro.

Nei serbatoi a tetto galleggiante esterno, la parte superiore del cilindro è lasciata aperta ed il tetto si alza e si abbassa con il livello del liquido nel serbatoio, riducendo le perdite per evaporazione. Il tetto viene installato con un sistema di tenuta fissato sul perimetro dello stesso ed a contatto con le pareti interne del serbatoio; nell'anello tra le due superfici rimane, quindi, dello spazio vuoto. Gli elementi ausiliari, chiamati fittings, sono generalmente elementi cilindrici che penetrano la superficie del tetto permettendo lo svolgimento di alcune funzioni operative. Le emissioni associate a questa tipologia di serbatoi possono essere perdite di respirazione, cioè provenienti dal sistema di tenuta perimetrale e dai fittings, oppure possono essere perdite di lavoro, quindi dovute all'abbassamento del tetto che lascia esposto il liquido presente sulle pareti.

Per quanto riguarda i serbatoi a tetto galleggiante interno, questi hanno sia un tetto permanente in cima al serbatoio sia un tetto galleggiante interno. Esistono due tipi di serbatoi a tetto galleggiante interno: una prima tipologia dove il tetto permanente è supportato da colonne interne al serbatoio, ed una seconda in cui il tetto permanente si auto-sostiene senza bisogno di supporti interni. Il tetto galleggiante, invece, può essere montato sia a diretto contatto con la superficie del liquido che non a diretto contatto con la stessa, cioè supportato da una struttura galleggiante che lo mantiene qualche centimetro al di sopra della superficie. In entrambi i casi il funzionamento e l'installazione del tetto interno sono gli stessi descritti per i serbatoi a tetto galleggiante esterno, con la differenza che, in questo caso, alcuni fittings possono essere installati tramite bullonatura, anziché saldatura, sulla superficie tetto. Inoltre, questi serbatoi presentano degli sfiati in atmosfera in cima al tetto permanente, per ridurre l'accumulo di vapori organici nello spazio vapore in concentrazioni vicine al campo di infiammabilità. Le perdite associate a questi serbatoi possono provenire dal sistema di tenuta perimetrale, dai fittings e dai fittings non saldati.

La classificazione delle diverse sorgenti emissive e le relative formule per il calcolo delle perdite sono riportate di seguito.

Perdite di tenuta

Sono le perdite legate al sistema di tenuta installato sul perimetro del tetto. I meccanismi che regolano queste fuoriuscite sono molto complessi, ma per i tetti galleggianti esterni il maggior contributo evaporativo è quello indotto dal vento. Mentre per i tetti galleggianti interni, le perdite indotte dal vento non sono rilevanti. Altri possibili meccanismi possono essere la permeazione del vapore o la traspirazione del liquido nel sistema di tenuta. In ogni modo, il contributo di questi ultimi meccanismi risulta essere trascurabile rispetto a quello dato dal vento. L'equazione per il calcolo di questo tipo di emissioni, riportata di seguito e reperibile nel paragrafo 7.1.3.2 dell'AP-42, tiene conto di entrambi i meccanismi descritti:

$$L_R = (K_{Ra} + K_{Rb} \cdot v^n) \cdot D \cdot P^* \cdot M_V \cdot K_C$$

dove:

LR = perdite di tenuta, lb/yr

KRa= fattore di perdite con velocità del vento nulla, lb-mole/ft-yr;

KRb= fattore di perdite in funzione della velocità del, lb-mole/(mph)ⁿft-yr;

v =velocità media del vento in loco, mph;

n = esponente velocità vento relativo al sistema di tenuta seal-related wind speed exponent, dimensionless;

P* = funzione della tensione di vapore, adimensionale; vapor pressure function, dimensionless;

D = diametro del serbatoio, ft

Mv = peso molecolare medio del vapore, lb/lb-mole

Kc = fattore del prodotto

Kc = 0,4 per greggio

Kc = 1 per tutti gli altri liquidi organici

Perdite di Abbassamento (withdrawal losses)

Queste perdite si verificano quando il livello del liquido, e quindi il tetto galleggiante, si abbassano. Parte del liquido rimane aderente alla parete interna del serbatoio ed evapora in atmosfera. Inoltre, per i serbatoi a tetto galleggiante interno in cui il tetto permanente è supportato da colonne, parte del liquido può aderire alle pareti delle colonne ed evaporare. Queste perdite evaporative continuano fino a quando il serbatoio non viene riempito e, quindi, le pareti interne vengono di nuovo coperte. La formula per la stima di questo tipo di fuoriuscite fornita dall'AP-42, paragrafo 7.1.3.2, è riportata di seguito:

$$L_{WD} = \frac{0.943 \cdot Q \cdot C_S \cdot W_L}{D} \cdot \left(1 + \frac{N_C \cdot F_C}{D}\right)$$

dove:

LWD = perdite di abbassamento (withdrawal loss), lb/yr

Q = ricambio netto annuale (capacità serbatoio [bb] tasso di ricambio annuale), bbl/yr

CS = fattore adesione alle pareti, bbl/1,000 ft²;

WL = densità media del liquido organico, lb/gal;

D = diametro serbatoio, ft

0.943 = costante, 1,000 ft³gal/bbl²

NC = numero di colonne a supporto del tetto permanente, adimensionale;

FC = diametro effettivo colonne, ft (perimetro colonna [ft]/n);

Perdite di fittings

I meccanismi che regolano questo tipo di fuoriuscite sono gli stessi descritti per le perdite legate al sistema di tenuta perimetrale del tetto. In questo caso, però, non è noto il contributo relativo dei due meccanismi. L'equazione utilizzata per la stima delle emissioni legate ai fittings è riportata di seguito e tiene conto dell'azione combinata di tutti i meccanismi identificati, la formula si trova nell'AP-42, paragrafo 7.1.3.2.

$$L_F = F_F \cdot P^* \cdot M_V \cdot K_C$$

dove:

LF = perdite di fittings, lb/yr

FF = fattore perdite fitting totali, lb-mole/yr

$$F_F = [(N_{F1} \cdot K_{F1}) + (N_{F2} \cdot K_{F2}) + \dots + (N_{Fnf} \cdot K_{Fnf})]$$

NFi= numero di fittings di tipo "i" (i = 0,1,2,...,nf), adimensionale

KFi= fattore perdite fitting di tipo "i" (i = 0,1,2,...,nf), lb-mole/yr;

nf= numero totali di diversi tipi di fitting, adimensionale

P*, MV, KC come definiti precedentemente per le perdite di tenuta

Perdite di tenuta in collegamenti non saldati

Questa tipologia di perdite può essere presente solo nei serbatoi a tetto galleggiante interno in cui alcuni fittings sono installati tramite metodi diversi dalla saldatura, ad esempio tramite bullonatura. In tutti gli altri casi (serbatoi a tetto galleggiante esterno e serbatoi a tetto galleggiante interno con fittings saldati) questo termine non è presente nel calcolo delle emissioni. Nel paragrafo 7.1.3.2 dell'AP-42 è riportata la seguente formula per la stima delle perdite relative ai fittings non saldati:

$$L_D = K_D \cdot S_D \cdot D^2 \cdot P^* \cdot M_V \cdot K_C$$

dove:

KD = fattore di perdita per unità di lunghezza del collegamento, lb-mole/ft-yr

= 0.0 per fittings saldati

= 0.14 per fittings bullonati

SD = fattore lunghezza giuntura, ft/ft² = $L_{giunture}/A_{tetto}$

dove: L_{giunture} = lunghezza totale delle giunture, ft

A_{tetto} = area del tetto, ft² = $(\pi \cdot D^2)/4$

D, P*, MV, e KC come definiti precedentemente per le perdite di tenuta.

Perdite totali da serbatoi a tetto galleggiante

Le perdite totali dei serbatoi a tetto galleggiante vengono stimate come la somma dei singoli contributi delle diverse tipologie di sorgenti emmissive. L'equazione per il calcolo è, quindi, scritta come:

$$L_T = L_R + L_{WD} + L_F + L_D$$

dove:

LT =perdite totali, lb/yr

LR = perdite di tenuta, lb/yr

LWD = perdite di abbassamento (withdrawal loss), lb/yr

LF = perdite di fittings, lb/yr

LD = perdite diTT fittings non saldati (solo per tetti galleggianti interni), lb/yr



ENI S.p.A.
Raffineria di Livorno (LI)

ALLEGATO 4

Dettaglio stima emissioni serbatoi

Data: Dicembre 2016



Tipologia di perdite: L_S = perdite di respirazione
L_w = perdite di lavoro

Dettaglio emissioni per serbatoi a tetto fisso

ID Serbatoio	Prodotto Contenuto	Movimentato 2015 m ³	Turnover 2015	L _S kg/anno	L _w kg/anno	Perdite totali kg/anno
TK-006	Olio Combustibile BTZ	22663,5	10,4	23,0	39,6	62,7
TK-007	Benzina Platformata	0,0	0,0	1750,0	0,0	1750,0
TK-011	Bitume	149	25,1	2,13E-7	1,55E-7	3,68E-7
TK-012	Bitume	222,0	38,7	1,65E-7	7,87E-9	1,73E-4
TK-013	Bitume	51,4	0,5	1,32E-8	1,68E-9	1,49E-8
TK-014	Bitume	114,9	21,8	2,19E-7	5,85E-9	2,25E-7
TK-015	Bitume	129,9	25,0	2,03E-7	6,67E-9	2,10E-7
TK-016	Bitume	215,1	37,0	2,52E-7	7,44E-9	2,6E-7
TK-017	Bitume	274,3	2,2	4,75E-7	1,14E-8	4,87E-7
TK-038	Lamium	4634,1	5,1	6641,5	3377,0	10018,5
TK-039	Lamium	3781,7	4,1	6479,2	2629,1	9108,4
TK-045	Olio Combustibile	0,0	0,0	59,7	0,0	59,7
TK-050	Olio Combustibile	61163,7	9,9	388,8	78,6	467,4
TK-051	Olio Combustibile	25321,1	5,5	25,6	2,7	28,3
TK-057	Olio Combustibile BTZ	7862,3	18,6	66,6	82,0	148,6
TK-059	EXBS	34572,1	37,3	45,7	58,5	104,2
TK-060	RVC	50190,8	25,9	28,5	16,2	44,7
TK-061	RVC	74257,8	9,7	1,8	2,5	4,3

ID Serbatoio	Prodotto Contenuto	Movimentato 2015 m ³	Turnover 2015	L _s kg/anno	L _w kg/anno	Perdite totali kg/anno
TK-076	Olio Combustibile BTZ	0,0	0,0	103,2	0,0	103,2
TK-077	Olio Combustibile BTZ	6338,2	18,6	34,0	38,6	725
TK-079	Acqua Ragia Dearomatizzata	147,9	0,3	6598,2	111,6	6709,7
TK-094	Gasolio Auto	459659,8	9,5	14714,6	16875,5	31590,0
TK-102	Gasolio	180882,4	12,5	2923,8	4965,2	7889,0
TK-109	RVC	21610,2	4,1	0,4	0,0	0,4
TK-115	Gasolio Combustione	814,4	0,4	848,0	15,8	863,8
TK-116	Gasolio Combustione	779,8	0,4	840,9	15,1	856,0
TK-118	BL.GA.	117114,5	11,3	48598,3	82990,4	131588,6
TK-120	EXSN	30545,9	13,2	5,8	3,2	9,0
TK-122	Olio Combustibile	0,0	0,0	1177,5	0,0	1177,5
TK-124	Fuel Oil	345464,2	16,3	548,6	587,2	1135,9
TK-131	BALS SP	773,6	1,0	3145,8	575,8	3721,6
TK-132	BALS SP	1103,8	1,5	3396,0	665,8	4061,8
TK-134	Olio Combustibile BTZ	45,0	2,0	0,0	0,011	0,011
TK-148	Estratti	282772,6	7,1	450,4	142,2	592,5
TK-149	Olio Combustibile BTZ	229025,8	4,7	350,6	143,4	493,9
TK-150	Olio Combustibile ATZ	474251,5	8,2	1838,7	1362,0	3200,7
TK-151	Olio Combustibile ATZ	727580,3	12,8	638,3	691,5	1329,8

ID Serbatoio	Prodotto Contenuto	Movimentato 2015 m ³	Turnover 2015	L _s kg/anno	L _w kg/anno	Perdite totali kg/anno
TK-152	Residuo Atmosferico	258839,0	4,5	1152,6	309,3	1461,9
TK-159	Bitume	16220,5	22,0	0,0	0,0	0,0
TK-160	Bitume	30817,0	26,9	0,0	0,0	0,0
TK-161	Bitume	31759,6	27,1	0,0	0,0	0,0
TK-163	RAE	15257,4	19,9	0,0	0,0	0,0
TK-170	Olio Combustibile Fluido	35797,1	37,0	0,0	0,0	0,0
TK-171	Olio Combustibile Fluido	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0
TK-173	Bitume	165109,3	25,3	0,0	0,0	0,0
TK-174	Bitume	162119,3	24,7	0,0	0,0	0,0
TK-175	Bitume	9605,3	4,9	0,0	0,0	0,0
TK-176	Bitume	41552,4	20,6	0,0	0,0	0,0
TK-177	Bitume	68302,1	30,5	0,0	0,0	0,0
TK-178	Bitume	67511,3	26,0	0,0	0,0	0,0
TK-195	Gasolio	29,5	0,0	4567,7	0,0	4567,7
TK-197	Olio Combustibile ATZ	29,5	3,0	0,9	0,0	0,9
TK-206	EXSN	1504,4	3,6	1,1	0,1	1,3
TK-209	ESAR	637,5	1,2	10,1	2,6	12,7
TK-210	EXSN	3244,6	4,4	65,0	5,1	70,1
TK-211	EXBS	1151,8	4,3	7,5	0,2	7,7
TK-213	Olio Combustibile BTZ	344,2	0,6	57,3	0,6	57,9
TK-214	EXSN	10175,6	13,6	10,7	5,6	16,2
TK-215	EXBS	3010,4	11,0	32,3	17,6	49,8
TK-216	ESAR	2666,5	5,0	12,7	6,1	18,8
TK-217	ESAR	1881,5	4,4	14,2	1,2	15,4
TK-218	EXSN	9436,1	21,7	21,4	23,4	44,7

ID Serbatoio	Prodotto Contenuto	Movimentato 2015 m ³	Turnover 2015	L _s kg/anno	L _w kg/anno	Peridte totali kg/anno
TK-244	ESAR	25,0	0,7	0,5	0,0	0,5
TK-250	ESAR	32,4	0,9	0,4	0,0	0,4
TK-256	ESAR	229,4	1,1	29,4	2,4	31,8
TK-284	ESAR	52,5	6,0	20,0	0,0	20,0
TK-285	ESAR	283,6	1,7	8,6	0,3	8,9
TK-344	Infineum	378,2	5,5	1096,5	236,6	1333,0
TK-381	Gasolio	26552,9	31,3	0,0	666,9	666,9
TK-398	Olio Combustibile BTZ	0,0	0,0	0,136	0,0	0,136
TK-399	Residum Vacum	96,4	1,7	0,005	0,002	0,007
TK-540	EXSN	12720,7	3,9	21,5	1,9	23,4
TK-587	Olio Combustibile BTZ	7,9	1,1	0,1	0,0	0,1
TK-589	APA	113812,4	29,3	0,0	127,9	127,9
TK-590	RVC	220776,8	47,0	7,2	23,1	30,3
TK-598	RAE	6285,6	3,0	198,3	8,2	206,5
TK-621	Cat Feed BTZ	19148,6	8,3	162,1	24,5	186,6
TK-622	Cat Feed BTZ	23526,4	9,1	58,5	72,4	130,8

Tipologia di perdite: L_R = perdite di tenuta
 L_{WD} = perdite di abbassamento
 L_F = perdite di fittings

Dettaglio emissioni per serbatoi a tetto galleggiante

ID Serbatoio	Prodotto Contenuto	Movimentato 2015 m ³	Turnover 2015	L _R kg/anno	L _{WD} kg/anno	L _F kg/anno	Perdite totali kg/anno
TK-003	Light Virgin Nafta	42482,0	3,88	850,7	9,2	3447,7	4307,5
TK-063	Lamium	14117,0	4,66	531,9	4,9	3377,9	3914,7
TK-065	MTBE	32924,2	9,57	532,1	11,4	3377,9	3921,4
TK-066	MTBE	33827,0	8,90	537,5	11,6	3377,9	3926,9
TK-104	Greggio	1044284,8	36,09	191,3	665,8	548,2	1405,3
TK-105	Greggio	127304,9	3,93	191,3	81,2	547,8	820,4
TK-106	Lamium	7795,0	4,21	368,2	3,8	3301,3	3669,5
TK-108	Virgin Nafta	7860,4	4,32	368,5	3,9	3301,3	3673,7
TK-111	Acqua Ragia Desolforata	4860,2	2,41	581,2	1,5	3377,9	3960,6
TK-112	Benzina	22405,6	1,63	949,2	4,3	3490,0	4443,5
TK-113	Jet Fuel	108123,6	7,37	949,6	20,9	3487,6	4458,1
TK-119	BL.GA.	15707,3	2,68	566,5	5,1	229,8	801,4
TK-121	Greggio	881056,7	32,98	191,3	561,9	548,2	1301,4
TK-123	Gasolio Auto	250926,4	10,49	33,6	44,3	105,6	183,5
TK-125	Gasolio Flussato	106487,5	5,05	33,6	18,8	20,3	72,7
TK-126	Petrolio Atmosferico	71123,1	8,37	782,1	16,7	3428,8	4227,6
TK-127	Full Range	184451,5	20,08	779,7	43,5	403,3	1226,5
TK-128	Petrolio Atmosferico	5183,6	5,08	340,1	2,8	113,4	456,3
TK-129	BAP	3982,1	2,76	340,1	2,2	87,1	429,3
TK-130	Virgin Nafta	6205,0	4,33	340,1	3,4	135,7	479,2
TK-135	Greggio	371404,3	7,46	237,1	191,1	564,4	992,5
TK-136	Greggio	1399805,8	25,47	248,8	686,3	572,9	1508,0
TK-137	Greggio	1588745,0	25,15	262,9	737,1	582,5	1582,5

ID Serbatoio	Prodotto Contenuto	Movimentato 2015 m ³	Turnover 2015	L_R kg/anno	L_{WD} kg/anno	L_F kg/anno	Perdite totali kg/anno
TK-153	Light Cracking Nafta	247756,9	9,31	1185,6	38,4	3601,9	4825,9
TK-154	Benzina	308274,7	20,78	906,6	62,5	3490,0	4459,1
TK-155	Gasolio	201969,8	14,53	22,3	53,6	51,9	127,8
TK-156	Jet Fuel	138131,0	5,24	1150,7	22,1	3574,2	4747,0
TK-157	Platformata	360027,1	22,72	991,3	66,7	1267,7	2325,7
TK-400	Gasolio Auto	237445,6	16,94	883,4	49,4	379,2	1312,0
TK-501	Isomata	248210,4	16,56	906,6	50,3	3490,0	4446,9
TK-502	Benzina	306795,6	20,39	906,6	62,2	3490,0	4458,8
TK-503	Gasolio Auto	254463,1	12,71	26,8	56,3	22,3	105,4
TK-504	Benzina	155121,6	10,49	906,6	31,4	3490,0	4428,1
TK-509	Benzina	560033,6	20,76	1150,7	89,4	3574,2	4814,4
TK-510	Full Range	210878,6	8,09	1150,7	33,7	3574,2	4758,6



ENI S.p.A.

Raffineria di Livorno (LI)

ALLEGATO 5

Effetto building downwash

Data: Dicembre 2016



EFFETTO BUILDING DOWNWASH

Le simulazioni per la dispersione delle emissioni odorigene dai serbatoi, svolte tramite CALPUFF, devono tenere di conto l'effetto dell'interazione tra le emissioni odorigene e la presenza di fabbricati/impianti/serbatoi che ne possono condizionare la dispersione. Pertanto per le simulazioni svolte è stata valutata la possibile interazione tra le emissioni degli effluenti dai serbatoi e la presenza di altri fabbricati/impianti/serbatoi, interni allo stabilimento, che potessero influenzare la dispersione in aria degli odori. Il fenomeno indicato come building downwash è da ritenersi rilevante per la dispersione di una emissione puntuale se la distanza tra questa e l'edificio risulta inferiore a cinque volte il minore tra i valori della larghezza dell'edificio o della sua altezza.

Nella seguente figura sono individuati, a titolo di esempio per un'area della raffineria, i serbatoi che per prossimità con l'emissione presa a riferimento, il serbatoio n°105, per altezza e dimensioni in pianta sono stati considerati "efficaci" al fine del calcolo dell'effetto edificio per la dispersione degli odori.



Schema di rappresentazione dei serbatoi per il calcolo dell'effetto edificio in CALPUFF

I dati dimensionali riportati nella seguente tabella e relativi ad alcuni dei serbatoi presenti in stabilimento sono stati utilizzati per verificare i parametri indicatori per l'applicazione dell'effetto edificio.

Numero Serbatoio	Diametro Serbatoio [m]	Altezza Serbatoio [m]
104	54,9	16,9
105	54,9	17,0
121	54,9	16,3
123	48,8	13,0
135	68,0	19,5
136	71,4	19,8
137	75,4	19,6
149	68,0	15,2
406	3,5	12,0
510	49,5	19,6

Anagrafica dei serbatoi per l'effetto edificio

I dati sono stati elaborati inserendo l'anagrafica georeferenziata dei serbatoi all'interno del modello BPIP, disponibile da US-EPA, per il calcolo dei parametri necessari per la configurazione dell'effetto edificio per il run di CALPUFF da inserire al paragrafo Subgroup (13c) del file di controllo di CALPUFF quali HEIGHT e WIDTH dell'edificio (nel nostro caso i serbatoio).

'TK-0135 ' 607.7958823 4826.57991 19.50 0.1524 2.0 1.0 0.0 0.0

HEIGHT

20.00 20.0 20.0 20.0 22.00 22.0
20.00 20.0 20.0 20.0 22.00 22.0
20.00 20.0 20.0 20.0 22.00 22.0
20.00 20.0 20.0 20.0 22.00 22.0
20.00 20.0 20.0 20.0 22.00 22.0
20.00 20.0 20.0 20.0 22.00 22.0

WIDTH

181.75 76.25 93.75 109.0 112.75 128.25
140.00 151.50 164.0 171.5 172.50 170.0
161.75 48.50 46.5 50.5 234.13 208.25
181.75 76.13 93.75 109.0 112.75 128.5
140.00 151.50 164.0 171.5 172.50 170.0
161.75 126.75 117.25 112.0 234.13 208.25

In questo modo è possibile svolgere le simulazioni di CALPUFF considerando per tutte le emissioni dei serbatoi anche l'effetto edificio che può sensibilmente influenzare la dispersione degli odori.

Tale approccio definito come utile, se è implementabile direttamente per i serbatoi a "tetto fisso" la cui emissione è equiparabile a quella di un camino industriale considerando la tubazione di sfiato in atmosfera non lo è per quanto attiene ai serbatoi a "tetto galleggiante" che hanno una geometria complessa dell'emissione di odore in atmosfera molto più simile ad una sorgente areale.

Pertanto lo studio è stato approcciato come segue:

- simulazione delle emissioni dai serbatoi a tetto fisso come sorgente puntuale descritta da un camino con altezza pari al punto più alto del serbatoio e diametro uguale a quello dello sfiato in atmosfera;
- simulazione delle emissioni dai serbatoi a tetto galleggiante come sorgente puntuale descritta da un camino con altezza pari al punto più alto del serbatoio con diametro e con velocità calcolate in base alla procedura di "tuning" di seguito proposta.

Tuning del modello per la dispersione

Le simulazioni con CALPUFF per la dispersione delle emissioni diffuse dai serbatoi di stoccaggio della Raffineria sono state impostate considerando l'opportunità di simulare le emissioni dei serbatoi a tetto galleggiante e/o a tetto fisso tramite lo schema di input, disponibile nel codice CALPUFF, che prevede emissioni di tipo puntuale. Infatti, questo tipo di emissione è quella che permette di considerare, nella trattazione della dispersione, l'effetto edificio "Building Downwash" che nello specifico del parco serbatoi della raffineria potrebbe rilevarsi significativo. Per i serbatoi a tetto fisso si possono assumere le caratteristiche fisiche dell'emissione uguali a quelle dello sfiato in atmosfera mentre, per i serbatoi a tetto galleggiante, si deve applicare una procedura di stima dei parametri fisici (diametro, velocità etc.) per identificare un camino virtuale equivalente.

A tale scopo si è proceduto alla valutazione dei parametri di dispersione richiesti da CALPUFF nella sezione 13 a "Point source parameters" partendo dalla simulazione delle emissioni dei serbatoi a tetto galleggiante valutate come sorgenti areali.

Si è quindi proceduto come di seguito:

- Simulazione della dispersione di un'emissione da serbatoio a tetto galleggiante tramite sorgente areale (Subgroup (14a) - Area source parameters);
- Simulazione della dispersione della medesima emissione tramite sorgente puntuale con parametri di primo tentativo quali diametro del camino e velocità di efflusso (Subgroup (13a) - Point source parameters);
- Verifica dei risultati e rivalutazione dei parametri (diametro del camino e velocità di efflusso) al fine di allineare i risultati della dispersione a quelli della sorgente areale;
- Definizione dello schema di impostazione delle sorgenti puntuali per i tetti galleggianti.

Nella seguente tabella si mostra, a titolo di esempio, il serbatoio e la sua posizione utilizzato per le simulazioni di test.



Schema di rappresentazione dei serbatoi per la calibrazione tra sorgente puntuale e areale



Schema di rappresentazione dei serbatoi per la calibrazione tra sorgente puntuale e areale con individuazione dei punti recettori per la calibrazione

Si è provveduto a svolgere le simulazioni di test su un periodo di 12 ore dalle 8 alle 20 di un giorno dell'anno 2015. I risultati analizzati in termini di valore "massimo orario" stimato dal modello sul periodo di simulazioni sono stati confrontati puntualmente per individuare la migliore configurazione da utilizzare per la simulazione.



Ricaduta valutata da CALPUFF utilizzando la configurazione con sorgente areale



Ricaduta valutata da CALPUFF utilizzando la configurazione con sorgente puntuale

I dati estratti dalla simulazione nei punti recettori individuati sono analizzati di seguito al fine di valutare la congruità delle stime della dispersione per le due configurazioni.

X	Y	Areale	Puntuale	Variazione percentuale
UTM	UTM			
[km]	[km]	[ou/m3]	[ou/m3]	[%]
607,8853	4826,429	0,00069	0,00068	-2,0%
607,9744	4826,639	0,00294	0,00329	12,1%
607,9194	4826,827	0,00040	0,00044	9,8%
607,6863	4826,943	0,00013	0,00014	9,7%
607,4676	4826,843	0,00220	0,00184	-16,6%
607,3995	4826,644	0,00317	0,00261	-17,7%
607,4767	4826,45	0,00743	0,00670	-9,8%

Calibrazione del modello CALPUFF tra sorgente puntuale e sorgente areale

I risultati dell'applicazione della procedura hanno portato alla determinazione dei parametri della sorgente puntuale secondo il criterio di impostare il diametro dell'emissione puntuale equivalente pari al raggio del serbatoio ed alla velocità di efflusso pari a 0,1 m/s. I valori di concentrazione riscontrati per la configurazione con sorgente puntuale nei recettori a distanza di circa 600 metri in tutte le direzione 360° sono inferiori al 20% rispetto alla simulazione con sorgente area.

Con tali valori si sono implementati i serbatoi a tetto galleggiante come emissioni puntuali con possibilità di valutare l'effetto edificio per la dispersione degli odori.

Oggetto della riunione

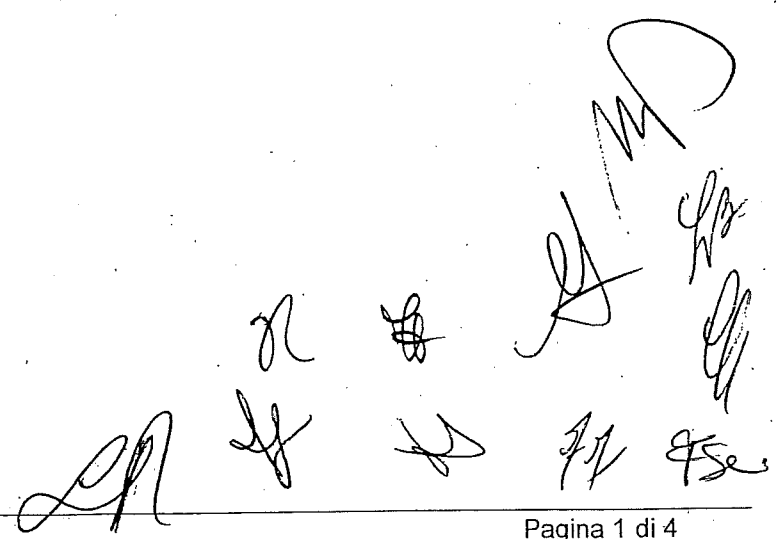
Discussione sui risultati dell'applicazione del modello di ricadute e osservazioni di ArpaT

Argomenti all'ordine del giorno

Commenti sui risultati ottenuti con l'utilizzo del modello di dispersione per valutare l'impatto olfattivo della raffineria presentato in bozza da ENI Raffineria di Livorno in data luglio 2016.

Elenco presenti

<i>Nome e cognome</i>	<i>Ente di appartenenza</i>	<i>Funzione o qualifica</i>
Fabio Fortuna	ISPRA	Primo Tecnologo
Antonio Spinazzola	Arpa Toscana Dip. Livorno	Dirigente
Iacopo Rainaldi	ENI Raffineria di Livorno	Responsabile HSE
Federica Franchi	ENI Raffineria di Livorno	Ambiente
Francesca Seni	Consulente ENI raffineria Livorno	Consulente
Lucia Rocchi	Arpa Toscana Dip. Livorno	Responsabile di Dipartimento
Diana Gambicorti	Arpa Toscana Dip. Livorno	Tecnico della prevenzione
Luca Bogi	Arpa Toscana Dip. Livorno	Tecnico della prevenzione
Michela Dell'Innocenti	Arpa Toscana Dip. Firenze	Responsabili rischi industriali
Carlo Grassi	Consulente ENI raffineria Livorno	Consulente
Francesca Andreis	Arpa Toscana Dip. Livorno	Tecnico della prevenzione



Sintesi della riunione

Il giorno 27/09/2016 alle ore 14:30 è iniziata l'illustrazione del contenuti della relazione (presentata ufficiosamente a luglio 2016 in bozza) sull'applicazione del modello di ricadute. La stessa relazione appare integrabile almeno nei seguenti punti:

pag. 27-28 : le misure olfattometriche effettuate ai serbatoi di stoccaggio presentano variazioni anche di due ordini di grandezza che non appaiono giustificate dalla diversa stagione in cui sono state eseguite; inoltre appaiono significativamente inferiori al dato di letteratura citato ("Odor Emissions from Refinery Sites", Matthias Bender) per supportare la congruenza dei dati.

E' necessario che le tabelle dei flussi siano completate con tutte le caratteristiche chimico fisiche (T, Pv (T), densità alla temperatura del prodotto contenuto nel serbatoio), nonché fornire la documentazione con i dati di ingresso al software impiegato (TANKS di US-EPA).

Per quanto concerne il calcolo del contributo emissivo delle vasche melme W70 e delle vasche di arrivo TAE, si nota che viene applicato un dato di letteratura sulla base delle misure effettuate in campo. Inoltre altre sezioni di processo del TAE (flocculazione, flottazione) sembra debbano essere incluse nelle stime.

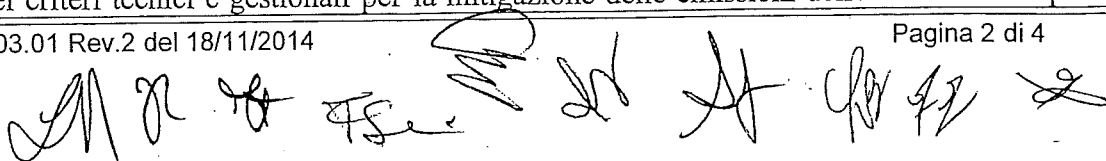
Il calcolo delle emissioni dai serbatoi riscaldati non sembra essere corretto. E' necessario che siano precisati i dati INPUT e le formule di calcolo (bitumi e olio combustibile) per il calcolo Ls e Lw.

Le emissioni dagli impianti MEA1, MEA2, SCOT, Zolfo 1 e 2 in particolare nella fascia di terreno dove è ubicato il TK-135 non sono state considerate sorgenti emmissive. Si chiede che venga motivata tale scelta.

Le misure olfattometriche presso i recettori nella zona dell'abitato di Stagno, hanno evidenziato anche valori di 320 UO/m³ in data 10-09-2015 (Chiesa di S Luca in Via A De Gasperi). Poiché non vengono specificate sorgenti emmissive in prossimità di tale recettore che possono contribuire ai livelli così elevati , si può ritenere che le sorgenti possano trovarsi anche distanti da tale postazione. Quindi assumere questo valore come "fondo" sul quale si potrebbe sommare il contributo di ENI non è corretto. Con quale argomento si può dedurre che tale valore non possa essere attribuito a ENI? La differenza tra la misura effettuate presso tale recettore (320 UO/m³) e la stima dell'impatto ottenuta con lo studio modellistico (inferiore a 3 UO/m³) è sostanziale e merita che ENI approfondisca la questione. Si nota peraltro che le misure olfattometriche presso i recettori non sono state effettuate in contemporanea nelle posizioni interne ed esterne allo stabilimento, fatto che non consente di escludere un apporto significativo dello stabilimento (come invece sostenuto al par. 6.4.3).

Si fa presente che le misure olfattometriche presso i recettori sono sintetizzate senza i dettagli analitici della determinazione, né sono indicate le condizioni meteo (almeno velocità e direzione del vento) in atto al momento del prelievo dei campioni di aria.

Alcuni riferimenti formali alla LG Lombardia (Deliberazione Giunta regionale 15 febbraio 2012 - n. IX/3018, "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno") non sono coerenti con il contenuto del testo deliberato (lo studio di ENI fa riferimento a ciò che è contenuto nella prima bozza di tali linee guida). In particolare la soglia di tollerabilità degli odori non è stata fissata, avendo la Regione Lombardia rinviato tale adempimento. Come limite può essere invece fatto riferimento alla recente delibera della Giunta provinciale di Trento (DGP n. 1087 del 24 giugno 2016: "Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto



odorigeno”) che ha fissato soglie in base alla distanza recettore-sorgente ($<3 \text{ UO/m}^3$ per recettori in aree residenziali posti a distanza $\leq 200 \text{ m}$ dalle sorgenti).

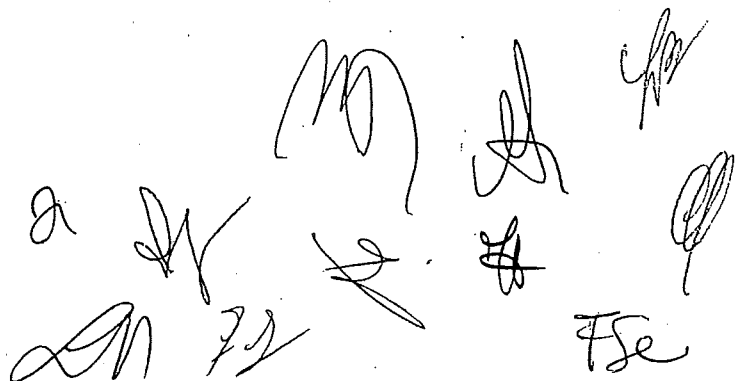
ARPAT aveva chiesto di verificare l'insacco dell'effetto DOWNWASH sugli effluenti dai serbatoi a tetto galleggiante (modello puntuale o areale), facendo riferimento anche a dati misurati in situ. Nelle pagine 54-58 non si capisce il procedimento logico adottato per la stima di questo effetto e l'ottimizzazione del codice di calcolo (sarebbe opportuno che venisse redatto un allegato ad hoc).

Per quanto riguarda la stazione meteo installata sull'edificio di ENI, si ricorda che era stato segnalato in precedenti incontri che la centralina non funzionava correttamente e che era comunque collocata in modo non corretto. La revisione e ottimizzazione della stazione meteo è entrata nel protocollo ENI-Regione Toscana (DGR 1103 del 16 novembre 2015) sottoscritto per l'installazione di una centralina qualità dell'aria da collocare a Stagno a carico di ENI e con gestione ARPAT, ma ad oggi tale azione non è stata attuata.

La percezione odorigena stima fenomeni che variano molto velocemente e che producono stimoli all'apparato sensoriale in periodi molto brevi (da 30 secondi a 5-10 minuti), quindi non ha senso stimare l'impatto olfattivo delle sorgenti come in termini di medie orarie (come pare riportato nelle figure da pag. 63 a pag. 67), ma deve essere riportato un valore di picco che in letteratura è stimato in 2,3 – 4 volte la media. Chiarire bene con ENI. La stima con valutazione peak to mean è stata fatta solo su emissione dai serbatoi e dal TAE, prendendo a riferimento il 98° percentile delle medie orarie.

Complessivamente lo studio di dispersione degli odori appare correttamente impostato, ma, anche sulla base delle osservazioni precedenti, appare soprattutto necessario che:

- siano rivisti gli apporti emissivi delle diverse sorgenti, presumibilmente aggiungendo alcuni apporti che non paiono inclusi o che sembrano sottostimati;
- siano rianalizzati i dati rilevati presso i recettori, al fine di comprendere le ragioni delle sensibili differenze riscontrate tra valori stimati con il modello e valori rilevati in situ;
- ENI fornisca – unitamente alla versione finale dello studio – i file di input per i codici di calcolo utilizzati (CALMET e CALPUFF), per una valutazione di maggior dettaglio da parte dell'Ente di controllo.





ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

VERBALE DI RIUNIONE

Allegato 1 - FOGLIO PRESENZE

Nome	Organizzazione	Funzione o qualifica	Indirizzo e-mail	Telefono	Firma
Fabio Fortuna	ISPRA		fabio.fortuna@isprambiente.it	0734676121	<i>Fabio Fortuna</i>
Lucia Rocchi	ArpaT				<i>Lucia Rocchi</i>
Antonio Spinazzola	ArpaT				<i>Antonio Spinazzola</i>
Michela Dell'Innocenti	ArpaT				<i>Michela Dell'Innocenti</i>
Luca Bogi	ArpaT				<i>Luca Bogi</i>
Iacopo Rainaldi	ENI	HSE MANAGER	iacopo.rainaldi@eni.com	0586-948418	<i>Iacopo Rainaldi</i>
Federica Franchi	ENI	HSE AMB	Federica.franchi@eni.com		<i>Federica Franchi</i>
Francesca Seni	Consulente ENI				<i>Francesca Seni</i>
Diana Gambicorti	ArpaT				<i>Diana Gambicorti</i>
Francesca Andreis	ArpaT				<i>Francesca Andreis</i>
Carlo Grassi	Consulente ENI				<i>Carlo Grassi</i>

	Nome Cognome	Nome Cognome
DATA 22/01/2016	Redazione Fabio Fortuna	Emissione Alfredo Pini

Fabio Fortuna