
**Stima delle emissioni di VOC e
studio di dispersione atmosferica-
Deposito costiero idrocarburi di
Brindisi**

Brundisium S.p.A.

19 giugno 2017

Riferimenti

| | |
|---------------------------|--|
| Titolo | Stima delle emissioni di VOC e studio di dispersione atmosferica-Deposito costiero idrocarburi di Brindisi |
| Cliente | Brundisium S.p.A. |
| Autore | V. Turchi |
| Verificato | A. Panicucci |
| Approvato | O. Retini |
| Numero di progetto | 1252177 |
| Numero di pagine | 35 (escluso l'allegato) |
| Data | 19 giugno 2017 |

Colophon

Tauw Italia S.r.l.
Lungarno Mediceo, 40
56127 Pisa
Telefono +39 050 542780
Fax +39 050 578093

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. Tauw Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da Tauw Italia che opera in conformità con gli standard di qualità ed è accreditata:

- UNI-EN-ISO 9001:2008

Rif. 001r17apn_1252177-V00

Indice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduzione | 7 |
| 2 | Caratterizzazione meteorologica | 9 |
| 2.1 | Temperatura..... | 10 |
| 2.2 | Regime Anemologico..... | 11 |
| 2.3 | Umidità Relativa..... | 15 |
| 2.4 | Pressione..... | 15 |
| 3 | Qualità dell'aria | 17 |
| 4 | Stima delle emissioni di VOC | 20 |
| 4.1 | Caratteristiche del modello di simulazione Tanks 4.09d..... | 21 |
| 4.2 | Dati di input del modello..... | 22 |
| 4.3 | Risultati..... | 25 |
| 5 | Stima e valutazione degli impatti | 27 |
| 5.1 | Metodologia..... | 27 |
| 5.2 | Caratteristiche del sistema di modelli CALPUFF..... | 28 |
| 5.3 | Dati meteorologici..... | 30 |
| 6 | Risultati | 35 |

ALLEGATI

Allegato A **Report software Tanks 4.09d**

1 Introduzione

Il presente studio è stato predisposto per ottemperare alla richiesta di integrazioni formulata da Regione Puglia – Dipartimento Mobilità, Qualità Urbana, Opere Pubbliche e Paesaggio SEZIONE ECOLOGIA – Servizio VIA e V.I.N.C.A. prot. AOO_089 22/01/2016 - 0000778 nell'ambito della Valutazione di Impatto Ambientale del "Progetto per la realizzazione di un deposito costiero di idrocarburi con annesso terminale di carico sito nell'area prospiciente la banchina Costa Morena Riva del porto di Brindisi" proposto da Brundisium S.p.A..

In particolare lo studio è stato svolto per rispondere al punto 3 delle "Conclusioni" del verbale del Comitato regionale VIA/VAS/AIA del parere espresso nella seduta del 12/01/2016, allegato alla suddetta richiesta.

Il punto 3 delle "Conclusioni" del verbale del Comitato regionale VIA/VAS/AIA sopracitato prevede che il Proponente debba fornire:

"Una relazione tecnica riportante una previsione di emissione di idrocarburi volatili e di diffusione areale degli stessi in relazione a possibili recettori sensibili".

A tale scopo è stata effettuata una stima delle emissioni di VOC (Composti Organici Volatili) dai serbatoi di stoccaggio mediante il software Tanks 4.09D sviluppato dall'Ente di Protezione dell'Ambiente statunitense (USEPA).

Tra i VOC, l'unico regolamentato dal D. Lgs. 155 del 13/08/2010 e s.m.i., che riporta il quadro normativo in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, risulta essere il Benzene. Per tale motivo per effettuare una valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria, è stata effettuata una stima della dispersione delle emissioni di Benzene dai serbatoi.

La dispersione atmosferica delle emissioni di Benzene provenienti dai serbatoi del deposito costiero di Brindisi in progetto è stata simulata mediante il sistema di modelli a puff denominato CALPUFF (CALPUFF - EPA-Approved Version, V 5.8.5), che comprende il pre-processore meteorologico CALMET, il processore CALPUFF ed il postprocessore CALPOST.

Per lo studio è stato impiegato un campo di vento tridimensionale sviluppato in passato dalla scrivente, per uno studio di ricadute di inquinanti svolto nell'area di interesse nell'ambito di uno Studio di Impatto Ambientale per una VIA ministeriale. Tale campo di vento è stato ricostruito col

modello CALMET, utilizzando i dati rilevati, per l'anno 2012, dalla centralina di monitoraggio Brindisi-Via Galanti, gestita da ARPA Puglia – Dipartimento Provinciale di Brindisi.

I dati meteorologici registrati da tale centralina nell'anno 2012 sono stati utilizzati anche come dati meteorologici di input per la stima delle emissioni di VOC con il software Tanks.

La descrizione della qualità dell'aria relativa al Benzene, si è basata sui dati riportati nelle relazioni annuali sulla qualità dell'aria redatte da ARPA Puglia afferenti i dati registrati fino al 2016 dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

Il presente documento, oltre all'introduzione, contiene:

- caratterizzazione meteo-climatica dell'area di studio;
- l'analisi dello stato di qualità dell'aria relativamente al Benzene;
- la stima delle emissioni di VOC;
- la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dovuto alle emissioni di Benzene provenienti dai serbatoi del deposito costiero.

In Figura 1a si riporta l'ubicazione del terminal costiero Brundisium.

Figura 1a Localizzazione terminal costiero Brundisium



2 Caratterizzazione meteoroclimatica

Come anticipato nell'introduzione, per la stima delle ricadute del benzene emesso dai serbatoi di stoccaggio del deposito costiero è stato utilizzato un campo di vento tridimensionale ricostruito in passato con CALMET dalla scrivente, per uno studio di ricadute di inquinanti svolto nell'area di interesse nell'ambito di uno Studio di Impatto Ambientale per una VIA ministeriale. In tale studio erano stati analizzati i dati meteo rilevati, nel triennio 2010-2012, dalla centralina di monitoraggio Brindisi-Via Galanti, gestita da ARPA Puglia – Dipartimento Provinciale di Brindisi. Da tale analisi è emerso che i dati meteo relativi all'anno 2012 possono essere considerati rappresentativi per l'area di interesse.

Di seguito si riportano per tale anno, i dati relativi agli andamenti medi annuali delle grandezze fondamentali che caratterizzano i fenomeni atmosferici, quali la temperatura, l'umidità relativa, la direzione e l'intensità del vento.

Obiettivo fondamentale è, in particolare, quello di caratterizzare i parametri che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

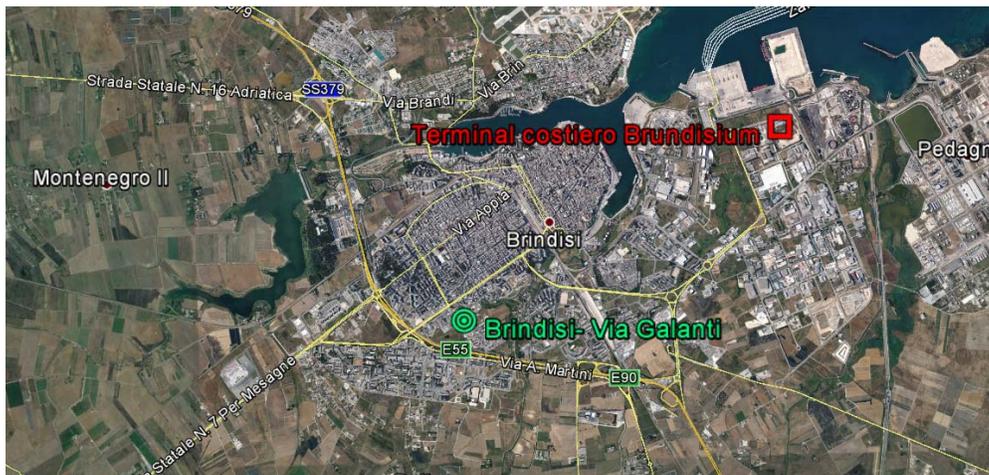
In Tabella 2a si riportano, per la stazione meteorologica considerata, la denominazione, la distanza dal sito di interesse, il periodo considerato, le coordinate piane (UTM 33N - WGS84) e l'altezza sul livello del mare.

Tabella 2a Caratteristiche della Stazione Meteorologica Considerata

| Stazione Meteorologica | Distanza dal Sito | Periodo Considerato | X | Y | Alt. s.l.m. |
|------------------------|-------------------|---------------------|---------|-----------|-------------|
| Brindisi – Via Galanti | 3,9 km | 2012 | 747.902 | 4.501.085 | 20 m |

La Figura 2a mostra la localizzazione della stazione meteoroclimatica considerata nel presente studio.

Figura 2a Localizzazione della stazione meteorologica considerata



I paragrafi seguenti riportano la caratterizzazione dei diversi parametri meteorologici.

2.1 Temperatura

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese ed anno i valori di temperatura medi, massimi e minimi, in gradi centigradi, rilevati presso la stazione meteorologica di Brindisi – Via Galanti nell'anno 2012.

Sono anche state calcolate le percentuali di dati disponibili per ogni mese e per l'intero anno, in riferimento ai possibili 8.784 dati.

Tabella 2.1a Analisi delle Temperature Mensili [°C], Anno 2012, Stazione di Brindisi – Via Galanti

| Mese | % Dati validi | Media | Min | Max |
|-------------|----------------------|--------------|------------|-------------|
| Gennaio | 100,0 | 9,4 | 1,5 | 18,1 |
| Febbraio | 100,0 | 8,9 | 1,7 | 19,0 |
| Marzo | 100,0 | 13,7 | 6,2 | 23,4 |
| Aprile | 99,0 | 15,3 | 6,9 | 26,5 |
| Maggio | 99,9 | 19,2 | 10,6 | 27,8 |
| Giugno | 81,4 | 25,9 | 16,7 | 34,6 |
| Luglio | 100,0 | 28,5 | 19,3 | 39,5 |
| Agosto | 100,0 | 27,9 | 19,7 | 38,0 |
| Settembre | 100,0 | 24,2 | 12,9 | 34,4 |
| Ottobre | 100,0 | 20,2 | 8,5 | 32,3 |
| Novembre | 100,0 | 16,5 | 9,3 | 24,0 |
| Dicembre | 100,0 | 10,8 | 2,2 | 20,4 |
| Anno | 98,7 | 18,3 | 1,5 | 39,5 |

La temperatura media annua relativa all'anno considerato presso la stazione di Brindisi – Via Galanti è pari a 18,3 °C.

È possibile notare che la temperatura massima è stata registrata nel 2012 nel mese di Luglio (39,5 °C). Il mese in cui si è presentato il valore minimo di temperatura (pari a 1,5 °C) risulta essere Gennaio.

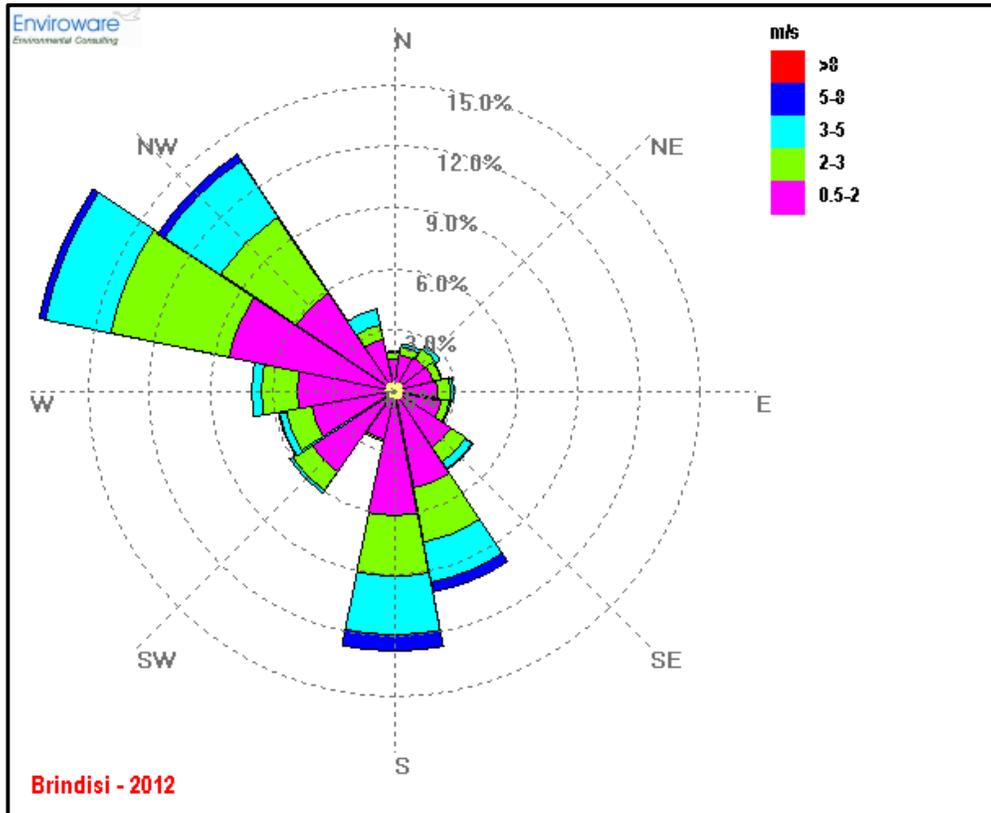
2.2 Regime Anemologico

Per la caratterizzazione anemologica del sito in esame, si riportano i dati del 2012 registrati presso la stazione meteorologica di Brindisi – Via Galanti.

Di seguito sono riportate le rose dei venti relative all'elaborazione dei dati acquisiti dalla suddetta stazione nell'anno di riferimento. Si fa presente che nelle rose dei venti sono riportate in colore giallo le calme di vento (venti con intensità $\leq 0,5$ m/s).

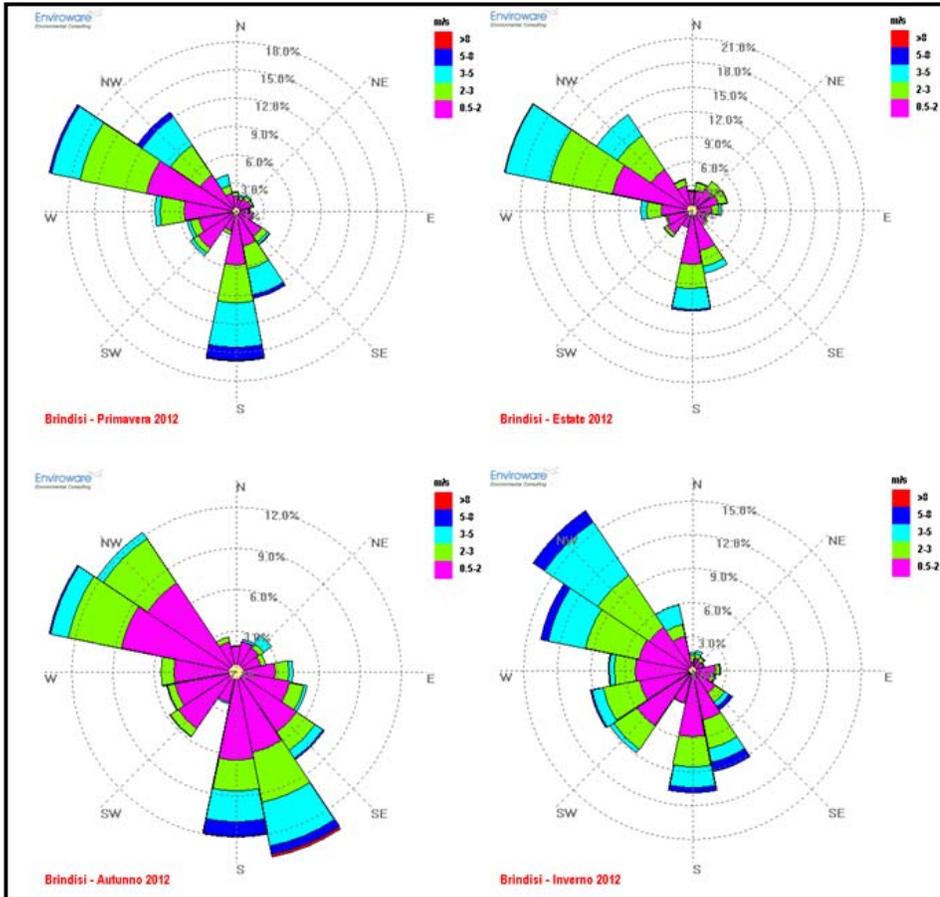
In Figura 2.2a si mostra la rosa dei venti relativa all'elaborazione dei dati nell'anno considerato, mentre in Figura 2.2b si riportano le rose stagionali.

Figura 2.2a Rosa dei Venti Stazione Brindisi – Via Galanti, Anno 2012



Per l'anno 2012 le direzioni prevalenti del vento sono da Ovest-Nord-Ovest, Nord-Ovest e Sud.

Figura 2.2b **Rose dei Venti Stagionali, Stazione di Brindisi – Via Galanti, Anno 2012**



Per quanto riguarda le rose dei venti stagionali per l'anno 2012, si nota essenzialmente che in primavera, estate ed inverno la direzione prevalente di provenienza risulta essere quella Nord-Ovest Ovest-Nord Ovest, mentre in autunno prevale la componente Sud e Sud-Sud Est, la quale presenta velocità maggiori di 8 m/s.

2.3 Umidità Relativa

Nella tabella seguente vengono riportati per ogni mese e per l'anno di riferimento i valori di umidità relativa medi, massimi e minimi rilevati dalla stazione meteorologica di Brindisi – Via Galanti per l'anno 2012.

Sono state calcolate anche le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento ai possibili 8.784 dati.

Tabella 2.3a **Analisi dell'Umidità Relativa Mensile [%], Anno 2012, Stazione di Brindisi – Via Galanti**

| Mese | % Dati validi | Media | Min | Max |
|-------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| Gennaio | 100,0 | 69,4 | 36,0 | 100,0 |
| Febbraio | 100,0 | 79,8 | 38,0 | 100,0 |
| Marzo | 100,0 | 77,6 | 32,0 | 100,0 |
| Aprile | 99,0 | 79,6 | 34,0 | 100,0 |
| Maggio | 100,0 | 71,0 | 36,0 | 100,0 |
| Giugno | 81,4 | 63,0 | 23,0 | 100,0 |
| Luglio | 100,0 | 65,9 | 17,0 | 100,0 |
| Agosto | 100,0 | 68,0 | 23,0 | 100,0 |
| Settembre | 100,0 | 78,4 | 33,0 | 100,0 |
| Ottobre | 100,0 | 86,7 | 39,0 | 100,0 |
| Novembre | 100,0 | 92,1 | 48,0 | 100,0 |
| Dicembre | 100,0 | 90,0 | 38,0 | 100,0 |
| Anno | 98,7 | 77,0 | 17,0 | 100,0 |

L'umidità relativa media annua presso la stazione di Brindisi – Via Galanti risulta pari al 77,0% per l'anno di riferimento.

2.4 Pressione

Nelle tabelle seguenti vengono riportati per ogni mese e per l'anno di riferimento i valori di pressione (in mbar) medi, massimi e minimi rilevati dalla stazione meteorologica di Brindisi – Via Galanti per l'anno 2012.

Sono state calcolate anche le percentuali di dati disponibili per ogni mese e per l'intero anno, in riferimento ai possibili 8.784 dati.

Tabella 2.4a **Analisi della Pressione Mensile [mbar], Anno 2012, Stazione di Brindisi – Via Galanti**

| Mese | % Dati validi | Media | Min | Max |
|-------------|----------------------|----------------|--------------|----------------|
| Gennaio | 100,0 | 1.009,9 | 976,5 | 1.024,8 |
| Febbraio | 100,0 | 1.006,7 | 985,6 | 1.018,3 |
| Marzo | 100,0 | 1.013,3 | 998,6 | 1.025,0 |
| Aprile | 99,0 | 1.001,0 | 981,5 | 1.012,9 |
| Maggio | 100,0 | 1.005,7 | 996,6 | 1.014,6 |
| Giugno | 81,1 | 1.005,5 | 999,8 | 1.010,4 |
| Luglio | 100,0 | 1.004,3 | 1.000,1 | 1.009,2 |
| Agosto | 100,0 | 1.006,5 | 1.000,0 | 1.012,5 |
| Settembre | 100,0 | 1.006,6 | 991,2 | 1.013,9 |
| Ottobre | 100,0 | 1.006,2 | 988,1 | 1.015,5 |
| Novembre | 100,0 | 1.007,9 | 989,9 | 1.016,9 |
| Dicembre | 100,0 | 1.005,7 | 990,9 | 1.017,4 |
| Anno | 98,6 | 1.006,6 | 976,5 | 1.025,0 |

3 Qualità dell'aria

Tra i Composti Organici Volatili l'unico che risulta essere normato dal D. Lgs 155/2010 e s.m.i. per quanto riguarda le concentrazioni nell'aria ambiente risulta essere il Benzene.

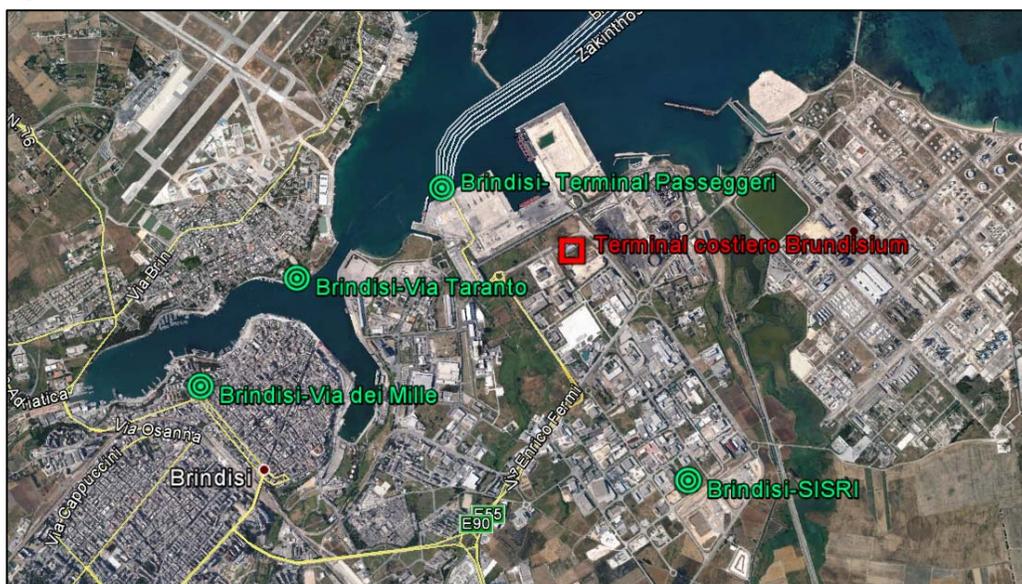
La descrizione della qualità dell'aria relativa al Benzene, riportata di seguito, si basa sui dati rilevati dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria e pubblicati nelle relazioni annuali sulla qualità dell'aria redatte da ARPA Puglia per il triennio 2014-2016.

Benzene

Il Benzene è un idrocarburo aromatico dal caratteristico odore pungente e dolciastro. In passato è stato largamente utilizzato come antidetonante nelle benzine cosiddette "verdi", ma ad è sottoposto a restrizione d'uso. Attualmente il contenuto di benzene nelle benzine deve essere inferiore all'1% in volume. Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dai loro derivati. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina. Il benzene è una sostanza dall'accertato potere cancerogeno.

Di seguito si riporta la localizzazione delle centraline della rete di monitoraggio regionale della qualità dell'aria che monitorano il Benzene nel Comune di Brindisi.

Figura 3a Localizzazione centraline di qualità dell'aria nel comune di Brindisi.



Nella successiva Tabella si riportano le caratteristiche delle centraline fisse considerate: denominazione, tipologia, coordinate (WGS84-UTM 33N), altezza sul livello del mare e distanza dal sito.

Tabella 3a Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio di ARPA Puglia considerate nello studio

| Stazione | Tipologia | Coordinate (WGS 84-UTM 33N) | | Alt. s.l.m. [m] | Distanza dal sito [km] |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|-----------------|------------------------|
| | | X | Y | | |
| Brindisi-SISRI | Suburbana-Industriale | 751700 | 4501449 | 9 | 1,8 |
| Brindisi- Terminal Passeggeri | Suburbana-Industriale | 750422 | 4503838 | 0 | 1,0 |
| Brindisi-Via dei Mille | Urbana-Traffico | 748464 | 4502808 | 17 | 2,7 |
| Brindisi-Via Taranto | Urbana-Traffico | 749277 | 4503418 | 3 | 4,5 |

Di seguito si riportano le concentrazioni annue di Benzene relative al triennio 2014-2016, presso le centraline considerate, estratti dalle relazioni annuali sulla qualità dell'aria redatte da ARPA Puglia.

Figura 3b Valori medi annui di Benzene - Anno 2014



Figura 3c Valori medi annui di Benzene - Anno 2015

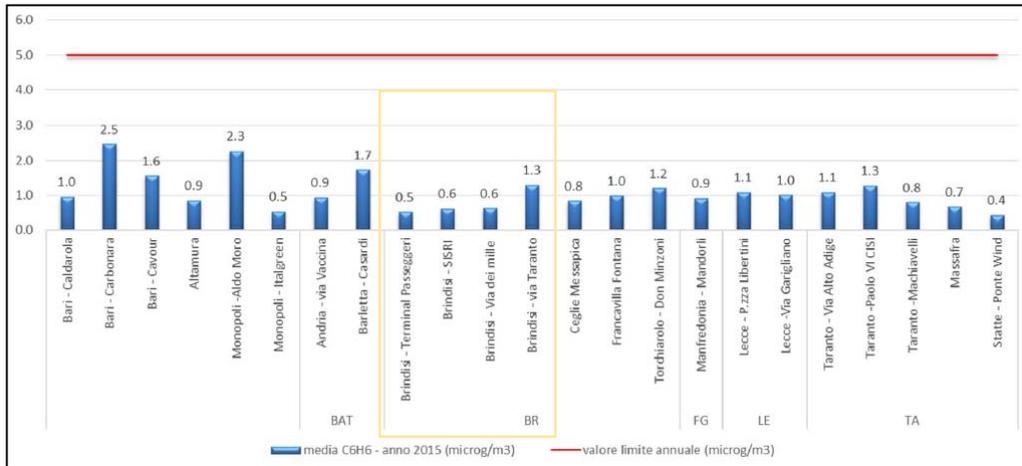
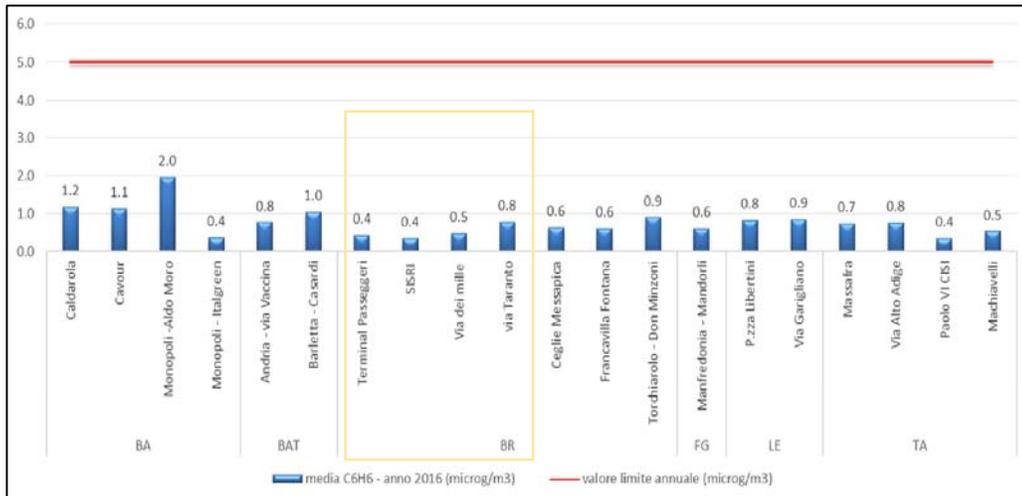


Figura 3d Valori medi annui di Benzene - Anno 2016



Il D. Lgs 155/2010 fissa un valore limite di concentrazione annuo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Negli anni considerati tale limite non è mai stato superato in nessun sito della rete di monitoraggio di ARPA Puglia. In particolare, per le centraline installate nel Comune di Brindisi, i valori rilevati sono ampiamente al di sotto della concentrazione limite in tutto il triennio considerato.

Il valore massimo registrato dalle centraline considerate, nel triennio in esame, è pari a $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore è stato rilevato dalla centralina di Brindisi-Via Taranto nell'anno 2015.

4 Stima delle emissioni di VOC

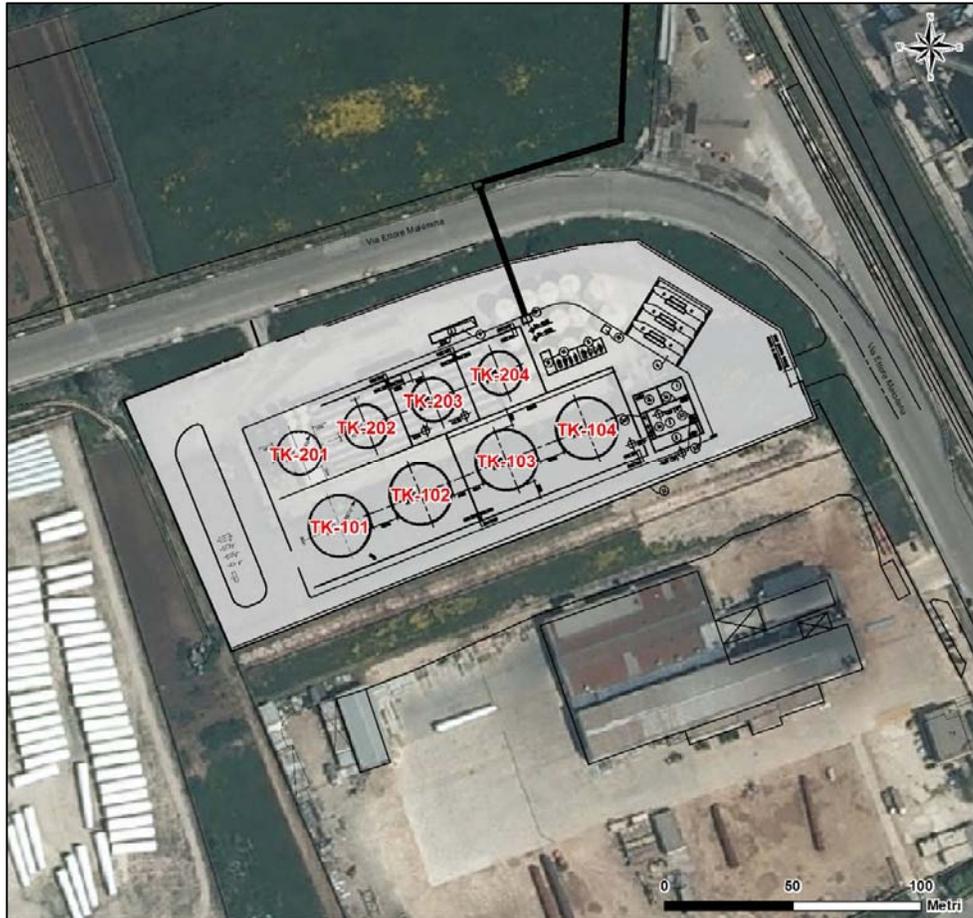
La stima delle emissioni di VOC dai serbatoi di stoccaggio del deposito costiero di Brundisium S.p.A. è stata effettuata mediante il modello di simulazione Tanks 4.09d, reso disponibile dall'US-EPA.

Il deposito costiero sarà composto da n. 8 serbatoi cilindrici a tetto galleggiante collocati fuori terra di cui:

- n. 4 serbatoi destinati allo stoccaggio di gasolio (dalla capacità utile di 6.000 m³): TK-101, TK-102, TK-103 e TK-104;
- n. 4 serbatoi destinati allo stoccaggio di benzina (dalla capacità utile di 3.000 m³): TK-201, TK-202, TK-203 e TK-204.

Nella seguente figura si riporta la planimetria del deposito costiero con indicazione dei serbatoi in oggetto.

Figura 4a Planimetria deposito costiero con indicazione dei serbatoi



4.1 Caratteristiche del modello di simulazione Tanks 4.09d

Il software Tanks è dedicato alla stima delle emissioni VOC che si generano dai serbatoi di stoccaggio.

La determinazione dei fattori di emissione e gli algoritmi utilizzati dal software per stimare le emissioni in atmosfera fanno riferimento a quanto indicato nel documento "Compilation of air pollution emissions factors, volume I: Stationary point and area sources" (API-42), section 7.1, Organic liquid storage tanks.

Gli algoritmi in funzione dei quali il modello effettua il calcolo delle emissioni sono stati sviluppati dall'American Petroleum Institute (API).

Il software è reso disponibile dall'EPA (Environmental Protection Agency) e permette di calcolare il flusso di massa dell'emissione di VOC in atmosfera generata in funzione dei seguenti parametri:

- caratteristiche fisiche del tipo di serbatoio di stoccaggio (caratteristiche geometriche, tipologia di tetto, tenuta, accessori ecc.);
- caratteristiche chimico-fisiche della sostanza/miscela contenuta nel serbatoio;
- dati meteorologici relativi al sito (temperatura ambiente, velocità del vento, fattore di isolamento solare).

4.2 Dati di input del modello

Si prevede che all'interno del deposito costiero di Brindisi sarà movimentato un volume massimo di idrocarburi di circa 25.000 m³/mese, di cui un terzo di benzina e la restante parte di gasolio. Nella seguente tabella si riportano in sintesi le caratteristiche dei serbatoi considerati nel presente studio.

Tabella 4.2a Caratteristiche dei serbatoi (dati per singolo serbatoio)

| Serbatoio | TK-101÷TK-104 | TK-201÷TK-204 |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Contenuto | Gasolio | Benzina |
| Diametro esterno (m) | 23,8 | 16,8 |
| Tipologia serbatoio | A tetto galleggiante esterno | A tetto galleggiante esterno |
| Volume (m ³) | 6.000 | 3.000 |
| Numero di turnover per anno | 8,34 | 8,33 |
| Volume annuo movimentato per serbatoio (m ³) | 50.025 | 24.975 |
| Colore serbatoio | Bianco | Bianco |
| Tipo di tetto | A Pontone | A Pontone |
| Costruzione serbatoio | Saldato | Saldato |
| Tipologia tenuta primaria | Mechanical shoe | Mechanical shoe |

Per quanto riguarda il parametro "numero turnover per anno" il calcolo è stato effettuato come segue:

$$\text{Numero di turnover per anno} = \frac{\text{Volume movimentato}}{\text{Capacità del serbatoio}}$$

Per la caratterizzazione dei serbatoi a tetto galleggiante il software richiede ulteriori informazioni riguardanti le caratteristiche costruttive dei serbatoi come ad esempio la tipologia di tenuta secondaria e numero e tipologia degli accessori/sostegni del tetto. Per tali dettagli si rimanda ai Report di output del software TANKS riportati nell'allegato A. Si specifica che in mancanza di informazioni di dettaglio sono stati utilizzati i parametri di default del software.

Ai fini dell'ottenimento della stima delle emissioni di VOC è necessario inserire nel modello anche le condizioni meteo-climatiche del sito in esame. Per tale caratterizzazione sono stati utilizzati i dati meteo registrati dalla centralina Via Galanti- Brindisi nell'anno 2012.

I dati meteo relativi alla città di Brindisi che sono stati inseriti nel database del software sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 4.2b **Condizioni meteo-climatiche – città di Brindisi**

| Mese | Temperatura massima giornaliera (°C) | Temperatura minima giornaliera (°C) | Radiazione (W /m ²) | Velocità media del vento (m/s) | T media ambiente (°C) | Pressione atmosferica (mbar) |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Gennaio | 18,10 | 1,50 | 62,47 | 2,07 | 18,28 | 1006,65 |
| Febbraio | 19,00 | 1,70 | 75,09 | 2,19 | | |
| Marzo | 23,40 | 6,20 | 144,71 | 2,00 | | |
| Aprile | 26,50 | 6,90 | 166,12 | 2,35 | | |
| Maggio | 27,80 | 10,60 | 255,51 | 1,92 | | |
| Giugno | 34,60 | 16,70 | 369,34 | 1,83 | | |
| Luglio | 39,50 | 19,30 | 347,99 | 1,94 | | |
| Agosto | 38,00 | 19,70 | 351,40 | 1,65 | | |
| Settembre | 34,40 | 12,90 | 215,81 | 1,75 | | |
| Ottobre | 32,30 | 8,50 | 146,83 | 1,62 | | |
| Novembre | 24,00 | 9,30 | 72,02 | 1,88 | | |
| Dicembre | 20,40 | 2,20 | 54,23 | 2,17 | | |
| Annuale | 39,50 | 1,50 | 173,53 | 1,95 | | |

Ai fini della caratterizzazione delle sostanze contenute nei serbatoi sono state selezionate due miscele presenti nel database del modello aventi caratteristiche chimico-fisiche più simili a quelle che saranno realmente stoccate all'interno dei serbatoi. In particolare, sono state selezionate le seguenti miscele:

- “distillate fuel oil no. 2 (diesel)”: tale miscela presenta delle caratteristiche di volatilità molto simili a quelle del gasolio che verrà stoccato all'interno dei serbatoi TK-101, TK-102, TK-103 e TK-104. Si specifica che in tale miscela è presente un contenuto di benzene molto basso, ovvero pari allo 0,0008% in peso.
- “gasoline RVP 15”: tale miscela presenta delle caratteristiche di volatilità molto simili a quelle della benzina che verrà stoccata all'interno del serbatoi TK-201, TK-202, TK-203 e TK-204. È stato inoltre specificato in input al modello che la benzina stoccata avrà un tenore dell'1% in peso di Benzene. Tale scelta risulta essere conservativa ai fini della stima delle emissioni di Benzene, dato che la benzina realmente stoccata avrà un contenuto di Benzene compreso

tra lo 0,1 e l'1% in peso. Inoltre tale tipologia di Benzina è quella che è indetificata da un indice RVP maggiore rispetto alle altre presenti nel database, ed è quindi anche la più volatile.

Si riportano di seguito le proprietà delle due miscele utilizzate:

Figura 4.2a Caratteristiche di volatilità della miscela "distillate fuel oil no.2"

Chemical

Chemical Name:

CAS Number:

Category: Liq. Mol. Weight:

Liquid Density (lb/gal @ 60F): Vapor Molecular Weight:

Vapor Pressure Information (fill in one or more options completely)

Option 1: Enter Vapor Pressure (psia) for each temperature:

| | | | |
|------|-------------------------------------|-------|------------------------------------|
| 40F: | <input type="text" value="0,0031"/> | 80F: | <input type="text" value="0,012"/> |
| 50F: | <input type="text" value="0,0045"/> | 90F: | <input type="text" value="0,016"/> |
| 60F: | <input type="text" value="0,0065"/> | 100F: | <input type="text" value="0,022"/> |
| 70F: | <input type="text" value="0,009"/> | | |

Option 2: Constants for Antoine's Equation (using C)

A: B: C:

Option 3: Constants for Antoine's Equation (using K)

A: B:

Option 4: Reid Vapor Pressure (psia): (Distillates, Crude Oil)

ASTM Slope: (Distillates Only)

Figura 4.2b Caratteristiche di volatilità della miscela "gasoline (RVP 15)"

| Chemical | |
|---|-----------------------|
| Chemical Name: | Gasoline (RVP 15.0) |
| CAS Number: | |
| Category: | Petroleum Distillates |
| Liq. Mol. Weight: | 92 |
| Liquid Density (lb/gal @ 60F): | 5,6 |
| Vapor Molecular Weight: | 60 |
| Vapor Pressure Information (fill in one or more options completely) | |
| Option 1: Enter Vapor Pressure (psia) for each temperature: | |
| 40F: | 5,5802 |
| 50F: | 6,774 |
| 60F: | 8,1621 |
| 70F: | 9,7656 |
| 80F: | 11,6067 |
| 90F: | 13,7085 |
| 100F: | 16,0948 |
| Option 2: Constants for Antoine's Equation (using C) | |
| A: | B: C: |
| Option 3: Constants for Antoine's Equation (using K) | |
| A: | B: |
| Option 4: Reid Vapor Pressure (psia): (Distillates, Crude Oil) | |
| | 15 |
| ASTM Slope: (Distillates Only) | |
| | 3 |
| <input type="button" value="Add New"/> <input type="button" value="Delete"/> <input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Close"/> <input type="button" value="Help"/> | |

Si sottolinea che nell'impostazione del modello è stata utilizzata l'opzione "partial speciation" che permette di identificare uno o più componenti presenti nella miscela e di ottenere una stima dell'emissione per ciascun componente selezionato. Questa opzione è risultata utile per stimare l'emissione di Benzene.

4.3 Risultati

Tramite il modello Tanks è stata elaborata la stima delle emissioni annue totali di VOC e della quota parte di Benzene da ogni singolo serbatoio presente nel deposito.

Il modello non si limita solo a fornire una stima complessiva di tali emissioni, ma distingue anche i singoli contributi di tale emissioni dovute a:

- Perdite di lavoro: emissioni dovute alla movimentazione delle sostanze dei serbatoi;
- Perdite dalla guarnizione di bordo tetto;
- Perdite dalle giunture degli accessori del tetto.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per ciascun serbatoio.

Tabella 4.3a Risultati emissioni singolo serbatoio di gasolio

| Componenti | Perdite guarnizione bordo tetto | Perdite per movimentazione | Perdite dagli accessori del tetto | Totale emissioni |
|--------------------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------|
| Totale VOC (kg/anno) | 3,1 | 18,4 | 7,0 | 28,5 |
| Di cui Benzene (kg/anno) | 0,005 | 0 | 0,014 | 0,018 |

Tabella 4.3b Risultati emissioni singolo serbatoio di benzina

| Componenti | Perdite guarnizione bordo tetto | Perdite per movimentazione | Perdite dagli accessori del tetto | Totale emissioni |
|--------------------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------|
| Totale VOC (kg/anno) | 1.739,6 | 10,2 | 5.500,5 | 7.250,3 |
| Di cui Benzene (kg/anno) | 4,069 | 0,104 | 12,859 | 17,028 |

Come si nota dai risultati, le emissioni maggiori di VOC sono da imputare ai serbatoi di benzina dato che quest'ultima è caratterizzata da una maggiore volatilità rispetto al gasolio.

In particolare per ciascun serbatoio di benzina si ha un'emissione di VOC di circa 7.250 kg/anno, mentre dai serbatoi di gasolio si ha un'emissione di circa 28 kg/anno di VOC.

Le emissioni di Benzene dai serbatoi di gasolio risultano del tutto trascurabili, mentre da ciascun serbatoio di benzina si ha un'emissione di circa 17 kg/anno.

Per maggiori dettagli si rimanda ai Report generati dal software Tanks riportati in Allegato A.

5 Stima e valutazione degli impatti

5.1 Metodologia

La stima delle ricadute atmosferiche è stata condotta limitatamente al Benzene, essendo esso l'unico inquinante emesso dai serbatoi del deposito costiero che risulta normato dal D.Lgs 155/2010 e s.m.i.. Tali ricadute sono state stimate a partire dai dati emissivi ricavati dal software Tanks 4.09d e dalle caratteristiche geometriche dei serbatoi del deposito.

Le modellazioni sono state effettuate mediante il sistema di modelli a puff denominato CALPUFF (CALPUFF - EPA-Approved Version, V 5.8.5), che comprende il pre-processore meteorologico CALMET, il processore CALPUFF ed il post-processore CALPOST.

Di seguito si espone la metodologia adottata nella simulazione della dispersione del Benzene ed i risultati ottenuti.

Lo studio è stato eseguito attraverso le seguenti fasi di lavoro:

- Ricostruzione dello scenario emissivo: ai fini dello studio sono state caratterizzate le sorgenti emissive generatrici di emissioni di Benzene del deposito costiero di idrocarburi di Brindisi (BR). Le emissioni di Benzene utilizzate sono quelle stimate con il software Tanks 4.09d riportate nel paragrafo precedente. Lo scenario emissivo è descritto in dettaglio al §5.5;
- Dispersione del Benzene in atmosfera: lo studio della dispersione del Benzene in atmosfera è stato condotto mediante il "Sistema di Modelli CALPUFF", composto dai moduli CALMET, CALPUFF, CALPOST descritti in dettaglio nei paragrafi seguenti:
 - *Preprocessore CALMET*: il campo cinetico di vento tridimensionale e le variabili di turbolenza sono stati ricostruiti per l'intero anno 2012 (8.784 ore) attraverso il modello CALMET, considerando un dominio di calcolo di dimensione 30 km x 30 km con passo cella pari a 500 m; tale campo di vento è già stato utilizzato dalla scrivente per uno studio di dispersione nell'ambito di una VIA ministeriale nelle vicinanze del deposito oggetto del presente studio;
 - *CALPUFF*: le emissioni di Benzene del deposito costiero Brundisium, ottenute mediante il software Tanks 4.09d, nello scenario emissivo considerato sono state utilizzate, unitamente al campo di vento 3D, come input per l'applicazione del modello di dispersione CALPUFF. L'approccio allo studio ha visto l'applicazione del codice ad un dominio di calcolo, di dimensione 10 km x 10 km con passo di cella pari a 250 m. Tale dominio è centrato rispetto al deposito costiero Brundisium. È stata effettuata un'analisi sull'intero anno di riferimento (2012) restituendo come output i valori di concentrazione atmosferica di benzene, ora per ora per tutti i punti del dominio di calcolo;

- *Postprocessore CALPOST*: i dati in uscita da CALPUFF, sono stati elaborati mediante l'applicazione del modello CALPOST. Il post-processing ha consentito di ottenere mappe di concentrazione per il Benzene sul dominio di calcolo indagato;
- Valutazione dei risultati: le ricadute del Benzene emesso in atmosfera dai serbatoi di stoccaggio del deposito costiero Brundisium, stimate in termini di concentrazione media annua, sono state confrontate con lo standard di qualità dell'aria del D.Lgs 155/2010, tenuto conto del valore di fondo dell'inquinante rilevato nell'area di studio dalle centraline della rete regionale di monitoraggio gestita da ARPA Puglia.

5.2 Caratteristiche del sistema di modelli CALPUFF

Il sistema di modelli CALMET-CALPUFF, 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).

Per le simulazioni si è utilizzata la versione 5.8.5 delle varie componenti del sistema di modelli come raccomandato dall'US-EPA a partire dal 26/07/2016 (http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm#calpuff).

Il sistema di modelli è costituito da tre moduli principali:

- il processore 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 post-processore CALPOST: ha lo scopo di analizzare statisticamente i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per le analisi successive.

CALMET è un processore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura unitamente a campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza atmosferica. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa e da diverse tipologie di destinazione di uso del suolo.

Il campo di vento è ricostruito attraverso stadi successivi; in particolare, un campo di vento iniziale viene processato in modo da 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 modulo micro-meteorologico, per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera e pertanto è in grado di caratterizzare i fenomeni di inversione termica.

CALPUFF è un modello di dispersione ibrido, multi-strato e non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili nello spazio e nel tempo. CALPUFF è in grado di utilizzare i 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);
- lo shear verticale del vento;
- la deposizione secca ed umida;
- le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera;
- il trasporto su superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

Con riferimento all'ultimo punto, CALPUFF tiene conto dei fenomeni di brezza che caratterizzano le zone costiere, e modella in modo efficace il cosiddetto Thermal Internal Boundary Layer (TIBL) che è causa della ricaduta repentina al suolo degli inquinanti emessi da sorgenti vicine alla costa.

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello CALPUFF permette di configurare le sorgenti individuate attraverso geometrie puntuali, lineari ed areali. Le sorgenti puntuali permettono di rappresentare emissioni localizzate con precisione in un'area ridotta; le sorgenti lineari consentono di simulare al meglio un'emissione che si estende lungo una direzione prevalente, qual è ad esempio quella dovuta al trasporto su nastri; le sorgenti areali, infine, si adattano bene a rappresentare un'emissione diffusa su di un'area estesa.

CALPOST consente di analizzare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle diverse esigenze di simulazione. Tramite CALPOST si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di isoconcentrazione.

I codici di calcolo richiedono come input i seguenti dati:

- dati meteorologici in superficie ed in quota, per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale (ricostruiti in CALMET);
- dati per le sorgenti: per l'effettivo studio della dispersione degli inquinanti in aria (effettuato da CALPUFF).

Gli output del codice CALPUFF, elaborati attraverso CALPOST, consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di "tipo GIS" creando ad esempio mappe di isoconcentrazione.

5.3 Dati meteorologici

Per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento il modello tridimensionale CALMET richiede in input sia parametri atmosferici "di superficie" con cadenza oraria sia parametri atmosferici misurati "in quota" con cadenza massima di 12 ore.

Parametri atmosferici di superficie

I dati di superficie richiesti dal modello CALMET sono:

- velocità del vento [m/s];
- direzione del vento [deg];
- altezza della base delle nubi [100 feet];
- copertura nuvolosa [ottavi];
- temperatura dell'aria [K];
- umidità relativa [%];
- pressione [mbar];

Come dati di input sono stati utilizzati quelli misurati nell'anno 2012 dalle centralina meteo utilizzata per la caratterizzazione meteorologica (si veda § 2).

Di seguito si riportano le coordinate UTM - WGS84 - Fuso 33N di tale centralina:

- Centralina di Brindisi- Via Galanti: X=747.902 m E; Y=4.501.085 m N.

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati meteo relativi al periodo 1 gennaio 2012 – 31 dicembre 2012.

L'anno 2012, risulta caratterizzato da un numero di dati validi superiore al limite di significatività (90%) indicato dal D. Lgs. 155/2010 e può considerarsi rappresentativo delle condizioni meteo dell'area.

Parametri atmosferici misurati in quota

I dati in quota richiesti dal modello CALMET sono:

- pressione [mbar];
- quota geopotenziale [m];
- temperatura dell'aria [K];
- direzione del vento [deg];
- velocità del vento [m/s].

Per le modellazioni sono stati utilizzati i dati meteorologici in quota acquistati da ARPA Emilia Romagna relativamente ad un punto, posizionato nei pressi del deposito costiero Brundisium, estratto dal dataset denominato "LAMA" (Limited Area Meteorological Analysis) il quale è stato prodotto sfruttando le simulazioni operative del modello meteorologico COSMO e le osservazioni della rete meteorologica internazionale (dati GTS).

Si riportano le coordinate UTM - WGS84 - Fuso 33 N di tale punto:

- punto estrazione dati meteo dataset LAMA: X=752.489 m E; Y=4.501.837 m N.

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati relativi allo stesso periodo di quelli di superficie.

5.4 Dominio di calcolo

Dominio di calcolo CALMET

Per il preprocessore meteorologico CALMET è stato utilizzato un dominio di calcolo di 30 km x 30 km con cella di forma quadrata e passo pari a 0,5 km.

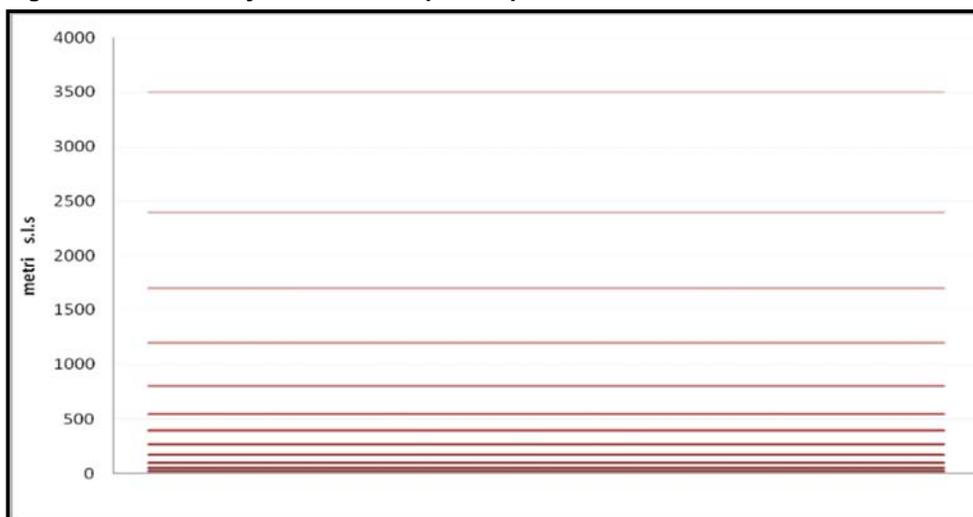
Per la caratterizzazione geofisica del dominio si sono utilizzati i seguenti dati:

- *Orografia*: è stato appositamente realizzato un DEM (*Digital Elevation Model*) utilizzando i dati del servizio "Seamless Data Distribution System, Earth Resources Observation and Science (EROS)" scaricabili dal sito del US Geological Survey. In Figura 5.4a si riporta l'orografia utilizzata per le simulazioni;
- *Uso del suolo*: la caratterizzazione della copertura del suolo è stata invece effettuata mediante i dati e la cartografia tematica disponibili grazie al Progetto "CORINE LANDCOVER

2006", del quale l'ISPRA rappresenta la National Authority, ovvero il soggetto realizzatore e responsabile della diffusione dei prodotti sul territorio nazionale. In Figura 5.4b si riporta l'uso del suolo utilizzato per le simulazioni.

In merito alla risoluzione verticale del dominio di calcolo, sono stati definiti 12 layers, per un'estensione del dominio fino ad una quota di 3.500 m dal piano campagna. In questo caso, al fine di rappresentare al meglio la maggior variabilità verticale del PBL (Planetary Boundary Layer) negli strati più prossimi al suolo, generata dall'interazione delle masse d'aria con quest'ultimo, è stata definita una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più bassi di quota, come mostrato in Figura 5.4c.

Figura 5.4c Layers verticali impostati per la simulazione con CALMET



Dominio di Calcolo CALPUFF

Lo studio della dispersione di Benzene emesso dai serbatoi del deposito costiero Brundisium, utilizzando il codice CALPUFF, è stato condotto su un dominio di 10 km x 10 km compreso in quello sul quale è stato applicato il codice CALMET, utilizzando una risoluzione di 0,25 km.

In Figura 5.4d si riporta la mappa con l'individuazione dei domini considerati per l'applicazione del CALMET e del CALPUFF.

5.5 Scenario emissivo

La simulazione della dispersione in atmosfera delle emissioni di Benzene generate dal deposito costiero Brundisium di Brindisi (BR) sono state effettuate considerando come sorgenti emissive i

quattro serbatoi contenenti benzina denominati TK-201, TK-202, TK-203 e TK-204. Non sono stati considerati i serbatoi di gasolio dato che, come detto al § 4.3, le emissioni di Benzene ad essi connesse risultano trascurabili.

Si specifica che ai fini dello svolgimento delle modellazioni, effettuate mediante il software CALPUFF, i serbatoi sono stati simulati come sorgenti areali quadrate aventi il medesimo baricentro del serbatoio corrispondente e la medesima superficie del tetto; tali sorgenti sono state considerate attive per tutte le ore presenti nell'anno di riferimento (8.784 ore).

Nella seguente Tabella 5.5a è riportato lo scenario emissivo considerato per la modellazione della dispersione del Benzene emesso dai serbatoi summenzionati.

Tabella 5.5a Scenario emissivo e caratteristiche sorgenti areali associate ai serbatoi

| Sigla serbatoio | Prodotto contenuto | Coordinate UTM 33N - WGS84⁽¹⁾ (m) | Superficie tetto serbatoio (m²) | Altezza di rilascio (m s.l.s.) | Flusso di massa di Benzene per unità di superficie (g/s/m²) ⁽²⁾ |
|--|---------------------------|--|---|---------------------------------------|--|
| TK-201 | Benzina | 751.173,5 E 4.503.227,8 N 751.187,3 E 4.503.233,4 N 751.192,8 E 4.503.219,5 N 751.179,0 E 4.503.214,0 N | 221,67 | 15,4 | 1,03E-03 |
| TK-202 | Benzina | 751.199,5 E 4.503.238,3 N 751.213,4 E 4.503.243,8 N 751.218,9 E 4.503.230,0 N 751.205,1 E 4.503.224,4 N | 221,67 | 15,4 | 1,03E-03 |
| TK-203 | Benzina | 751.225,8 E 4.503.248,5 N 751.239,4 E 4.503.254,2 N 751.245,0 E 4.503.240,4 N 751.231,1 E 4.503.234,9 N | 221,67 | 15,4 | 1,03E-03 |
| TK-204 | Benzina | 751.251,6 E 4.503.259,1 N 751.265,4 E 4.503.264,6 N 751.271,0 E 4.503.250,8 N 751.257,1 E 4.503.245,2 N | 221,67 | 15,4 | 1,03E-03 |
| Note: (1) Tali coordinate rappresentano i vertici delle sorgenti areali schematizzate come quadrate. (2) Valori ottenuti dividendo l'emissione massica annua di Benzene, ottenuta mediante il software Tanks 4.09d, per il numero di ore presenti nell'anno e per la superficie del tetto del serbatoio. | | | | | |

6 Risultati

Di seguito si riportano i risultati della simulazione eseguita con la metodologia e le assunzioni descritte nei paragrafi precedenti.

In particolare sono state stimate le ricadute di Benzene in termini di concentrazione media annua e tali risultati sono mostrati sotto forma di mappa di ricaduta a livello del suolo.

In Figura 6a si riporta la mappa della concentrazione media annua di benzene sul dominio di calcolo.

Dall'analisi di tale mappa emerge che il valore massimo di concentrazione media annua di Benzene, stimato nel dominio di calcolo, è pari a $9,08 \times 10^{-2} \mu\text{g}/\text{m}^3$ e si rileva in direzione Sud-Est in una cella adiacente al deposito costiero, all'interno della zona industriale del porto di Brindisi, quindi in un'area priva di abitazioni/edifici ad uso civile. Ai fini della protezione della popolazione va sottolineato che i valori più alti si registrano nelle immediate vicinanze del deposito costiero e che in corrispondenza delle aree abitate i contributi sono, in ogni caso, non significativi.

Sommando il valore massimo di ricaduta media annua di benzene stimato nel dominio di calcolo alla massima concentrazione media annua di benzene misurata nel triennio 2014-2016 (assunta come valore di fondo) dalle centraline della rete regionale di monitoraggio installate nel Comune di Brindisi, corrispondente a quella rilevata dalla centralina di Brindisi-Via Taranto nell'anno 2015 (si veda §3 per dettagli) che è pari a $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si ottiene il valore di circa $1,3908 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che risulta ampiamente inferiore al valore limite per la protezione della salute umana di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal D.Lgs. 155/10 e s.m.i. per il Benzene.

Per quanto detto, si può ritenere che il contributo delle emissioni di benzene dei serbatoi di stoccaggio del deposito costiero Brundisium alla qualità dell'aria locale, sia non significativo.