

<b>Contraente:</b> 	<b>Progetto:</b> <b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese</b> <b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>  <b>Opere in rimozione</b>		<b>Cliente:</b> 
	<b>N° Contratto :</b> <b>N° Commessa : P19IT03858</b>		
<b>N° documento:</b> 03858-ENV-RE-300-0005	<b>Foglio</b> 1 di 65	<b>Data</b> 18-03-2020	RE-QA-305

**INDAGINE SULL'ATMOSFERA**



00	18-03-2020	EMISSIONE	TAMBURINI	ANTOGNOLI	PEDINI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>				
<b>Opere in rimozione</b>				
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>				
N° Documento:	Foglio	di	65	Rev.:
03858-ENV-RE-300-0005	2			00
				RE-QA-305

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL LAVORO</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Rete di monitoraggio della qualità dell'aria</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>STIMA DELLE EMISSIONI</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Stima delle emissioni per la caratterizzazione ante-operam dell'area di indagine</b>	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Descrizione delle attività in fase di cantiere</b>	<b>19</b>
<b>4.3</b>	<b>Descrizione delle sorgenti emissive e dei recettori sensibili</b>	<b>20</b>
4.3.1	Descrizione delle sorgenti emissive	20
4.3.2	Recettori impattati	21
<b>4.4</b>	<b>Stima delle emissioni di polveri sottili e inquinanti durante la fase di cantiere</b>	<b>23</b>
4.4.1	Stima delle polveri e dei gas esausti emessi dai mezzi presenti in cantiere	26
4.4.2	Stima del sollevamento di polveri dovuto alle attività di scavo	28
4.4.3	Riepilogo delle caratteristiche emissive delle sorgenti areali	30
<b>4.5</b>	<b>Le misure di prevenzione e ottimizzazione</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI</b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>Cenni di climatologia regionale</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE</b>	<b>43</b>
<b>6.1</b>	<b>Scelta e tipologie di modelli diffusionali</b>	<b>43</b>
<b>6.2</b>	<b>Criteri che concorrono alla scelta del modello</b>	<b>44</b>
<b>6.3</b>	<b>Approccio metodologico</b>	<b>46</b>

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>				
<b>Opere in rimozione</b>				
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>				
<b>N° Documento:</b> 03858-ENV-RE-300-0005	<b>Foglio</b> 3	<b>di</b> 65	<b>Rev.:</b> 00	RE-QA-305

<b>6.4 Calpuff Model System</b>	<b>47</b>
<b>6.5 Applicazione del modello di simulazione negli scenari emissivi e meteorologici analizzati</b>	<b>48</b>
6.5.1 Dominio di calcolo e schema di modellazione	48
6.5.2 Parametri emissivi	50
6.5.3 Parametri micrometeorologici	50
 <b>7 RISULTATI DELLO STUDIO</b>	 <b>59</b>
<b>7.1 Mappe di isoconcentrazione</b>	<b>62</b>
 <b>8 CONCLUSIONI</b>	 <b>63</b>
 <b>9 ALLEGATI</b>	 <b>64</b>
 <b>10 BIBLIOGRAFIA</b>	 <b>65</b>

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005		4	di 65	00	RE-QA-305

## 1 GENERALITA'

Il "Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12")", MOP 24" (circa 56,479 km) sarà rimosso e sostituito dal "Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12")", DP 75 bar" in progetto; fanno eccezione i tratti di recente installazione, che non verranno rimossi, ma ricollegati alla nuova linea in progetto.

La dismissione della condotta principale prevede n. 9 interventi di rimozione compresi tra il PIL 5 in comune di Nicosia (EN) e il PIDI 18 in comune di Sclafani Bagni (PA), per una lunghezza complessiva pari a 56,479 km e n. 1 intervento nel tratto che va dall'HPRS di Sciara (PA) all'impianto di isolamento di T. Imerese, per una lunghezza pari a 3,652 km.

La condotta in rimozione ricade in regione Sicilia, nelle province di Enna (comuni di Nicosia e Sperlinga), Caltanissetta (comune di Resuttano) e Palermo (comuni di Gangi, Blufi, Alimena, Bompietro, Petralia Sottana, Castellana Sicula, Polizzi Generosa, Caltavuturo, Sclafani Bagni, Termini Imerese e Sciara). La condotta, attraversa tali territori, procedendo in senso gas lungo una direttrice Est-Ovest, che diventa Sud-Nord nell'ultimo tratto, dal comune di Caltavuturo fino a T. Imerese.

La realizzazione della nuova linea comporterà la conseguente dismissione del metanodotto esistente per una lunghezza complessiva pari a 59+861 km, oltre alla dismissione degli allacciamenti esistenti, per lunghezza complessiva pari a 0,300 km:

- Allacciamento comune di Sperlinga DN 150 (6"), MOP 24 bar, L= 100m;
- Allacciamento comune di Bompietro DN 150 (6"), MOP 24 bar, L=125m;
- Allacciamento comune di Castellana Sicula DN 150 (6"), MOP 24 bar, L=55m;
- Allacciamento comune di Caltavuturo DN 150 (6"), MOP 24 bar; L=20m.

La corografia delle opere in rimozione è riportata nell'immagine successiva (Metanodotto da rimuovere

Metanodotto in esercizio da mantenere

Fig. 1).

Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2

Opere in rimozione

INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento:

03858-ENV-RE-300-0005

5

Foglio  
di

65

Rev.:

0A

RE-QA-305



— Metanodotto da rimuovere

— Metanodotto in esercizio da mantenere

**Fig. 1 - Inquadramento generale delle opere in rimozione (linea verde)**

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-ENV-RE-300-0005		6	di 65	00	RE-QA-305

## 2 SCOPO DEL LAVORO

Il presente elaborato tecnico è volto alla valutazione dell'impatto potenziale sulla qualità dell'aria delle attività legate alla fase di cantierizzazione dell'opera di rimozione del Metanodotto Gagliano - T. Imerese.

La relazione tecnica contiene la descrizione della metodologia di analisi, la quantificazione e stima degli impatti sia delle attività interne al cantiere quali la movimentazione delle terre, gli scavi, i rinterri etc., che delle macchine operatrici.

Lo studio atmosferico condotto ha lo scopo di:

- evidenziare le potenziali interferenze che le attività di cantiere possono causare sulla componente atmosfera nelle aree limitrofe alle aree interessate direttamente dai lavori previsti, attraverso l'applicazione di metodologie basate sull'utilizzo di modelli di simulazione previsionali;
- fornire delle informazioni relative alla caratterizzazione meteo-climatica ed allo stato della qualità dell'aria delle aree di intervento;
- verificare l'entità degli impatti atmosferici correlati alle attività di cantiere (lavorazioni, movimentazione terre), definirne le condizioni di conformità rispetto alle indicazioni fornite dalla vigente normativa in materia di qualità dell'aria e definire eventuali necessità di mitigazione e contenimento di detti impatti.

Di seguito vengono presentate le ipotesi, i dati di input ed i risultati delle simulazioni numeriche effettuate attraverso il codice di calcolo afferente al sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Il documento riporta nell'ordine:

- lo stato della qualità dell'aria nei Comuni interessati dalla rimozione del metanodotto, in modo da definire la "baseline" sulla quale effettuare le valutazioni;
- la stima delle emissioni dall'attività di cantiere, attraverso la descrizione delle varie fasi e del loro apporto sulla produzione di materiale particolato e inquinanti gassosi;
- le valutazioni sull'impatto sulla qualità dell'aria delle attività legate alla fase di rimozione della condotta in esame.

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento:	Foglio	Rev.:				
03858-ENV-RE-300-0005	7 di 65	00				RE-QA-305

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'atmosfera ricopre un ruolo centrale nella protezione dell'ambiente che deve passare attraverso una conoscenza approfondita e definita in un dominio spazio-temporale, da un lato delle condizioni fisico-chimiche dell'aria e delle sue dinamiche di tipo meteorologico, dall'altro delle emissioni di inquinanti in atmosfera di origine antropica e naturale.

La conoscenza dei principali processi responsabili dei livelli di inquinamento è un elemento indispensabile per definire le politiche da attuare in questo settore. In tal senso uno degli strumenti conoscitivi principali è quello di avere e mantenere un sistema di rilevamento completo, affidabile e rappresentativo.

La valutazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante la verifica del rispetto dei valori limite degli inquinanti, ma anche attraverso la conoscenza delle sorgenti di emissione e della loro dislocazione sul territorio, tenendo conto dell'orografia, delle condizioni meteorologiche, della distribuzione della popolazione, degli insediamenti produttivi. La valutazione della distribuzione spaziale delle fonti di pressione fornisce elementi utili ai fini dell'individuazione delle zone del territorio regionale con regime di qualità dell'aria omogeneo per stato e pressione.

Il quadro normativo di riferimento per l'inquinamento atmosferico si compone di:

#### Normative comunitarie

- Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- Direttiva 2004/107/CE del 15 dicembre 2004, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

#### Normative nazionali

- D. Lgs. 351/99: recepisce ed attua la Direttiva 96/69/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria, quali ad esempio valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc;
- D.M. 261/02: introduce lo strumento dei Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria, come metodi di valutazione e gestione della qualità dell'aria: in esso vengono spiegate le modalità tecniche per arrivare alla zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione, mantenimento;
- D. Lgs. 152/2006, recante "Norme in materia ambientale", Parte V, come modificata dal D. Lgs. n. 128 del 2010.
- Allegato V alla Parte V del D. Lgs. 152/2006, intitolato "Polveri e sostanze organiche liquide". Più specificamente: Parte I "Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico o stoccaggio di materiali polverulenti".

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio di 8 65	Rev.:				RE-QA-305
		00				

- D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.: recepisce ed attua la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, ed abroga integralmente il D.M. 60/2002 che definiva per gli inquinanti normati (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le polveri, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio) i valori limite ed i margini di tolleranza.
- D.M. Ambiente 23 febbraio 2011 Qualità dell'aria – Formato per l'invio dei progetti di zonizzazione e di classificazione del territorio ex D.Lgs. 155/2010;
- D.M. Ambiente 29 novembre 2012 – Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria – Attuazione del D.Lgs. 155/2010;
- D.M. Ambiente 29 novembre 2012 – Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria.
- D.Lgs n. 250/2012. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa .Il nuovo provvedimento non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione
- decreto 26 gennaio 2017 modifica alcuni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Normative regionali

- "Piano Regionale di tutela della qualità dell'aria" (dgr. 268 del 18 luglio 2018).Il Piano rappresenta lo strumento di pianificazione e coordinamento delle strategie di intervento volte a garantire il mantenimento della qualità dell'aria in Sicilia e il suo miglioramento, nei casi in cui siano stati individuati elementi di criticità, costituendo un riferimento per lo sviluppo delle linee strategiche delle differenti politiche settoriali e per l'armonizzazione dei relativi atti di programmazione e pianificazione.
- "Zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Siciliana", approvata con D.A. A.R.T.A. n. 97/GAB del 25 Giugno 2012.

Il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. recepisce la direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. conferma in gran parte quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi, tra cui:

- valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- soglie di allarme per biossido di zolfo e biossido di azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre, la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 9 di 65	Rev.:	00						RE-QA-305
--	-------------------	-------	----	--	--	--	--	--	-----------

- valore limite, valore obiettivo, obbligo di concentrazione dell'esposizione ed obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2,5</sub>;
- valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Le tabelle seguenti riportano i valori limite per la qualità dell'aria vigenti e fissati D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. (esposizione acuta ed esposizione cronica).

**Tabella 1 Valori limite D.Lgs. 55/2010 e smi**

Valori di riferimento per la valutazione della QA in vigore			
<b>Biossido di azoto</b> <b>NO<sub>2</sub></b>	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/ m <sup>3</sup>
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m <sup>3</sup>
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/ m <sup>3</sup>
<b>Monossido di carbonio</b> <b>CO</b>	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/ m <sup>3</sup>
<b>Ozono</b> <b>O<sub>3</sub></b>	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/ m <sup>3</sup>
	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/ m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da valutare per la prima volta nel 2013)	Numero di superamenti della media mobile di 8 ore massima giornaliera (max 25 gg/anno come media degli ultimi 3 anni)	120 µg/ m <sup>3</sup>
<b>Biossido di Zolfo</b> <b>SO<sub>2</sub></b>	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 24 volte in un anno)	350 µg/ m <sup>3</sup>
	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 3 volte in un anno)	125 µg/ m <sup>3</sup>
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/ m <sup>3</sup>
<b>Particolato Atmosferico</b> <b>PM<sub>10</sub></b>	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/ m <sup>3</sup>
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m <sup>3</sup>
<b>Benzene</b> <b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/ m <sup>3</sup>

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-ENV-RE-300-0005		10	di	65	00
					RE-QA-305

<b>Valori di riferimento per la valutazione della QA</b>
--

<b>IPA</b>	Valore obiettivo	Media annua	1 ng/ m <sup>3</sup>
<b>come Benzo(a)pirene</b>			
<b>Metalli pesanti</b>			
<b>Arsenico</b>	Valore obiettivo	Media annua	6 ng/ m <sup>3</sup>
<b>Cadmio</b>	Valore obiettivo	Media annua	5 ng/ m <sup>3</sup>
<b>Nichel</b>	Valore obiettivo	Media annua	20 g/m <sup>3</sup>

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente in Italia sono attualmente regolamentate dal D.Lgs. 155/2010 e smi, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, che ha modificato in misura strutturale, e da diversi punti di vista, quello che è l'approccio a questa tematica.

Il D.Lgs. 155/2010 è stato modificato ed integrato dal D.Lgs. n. 250/2012 che non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione.

### 3.1 Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria

La Regione esercita la sua funzione di governo e controllo della qualità dell'aria in maniera complessiva ed integrata, per realizzare il miglioramento della qualità della vita, per la salvaguardia dell'ambiente e delle forme di vita in esso contenute e per garantire gli usi legittimi del territorio.

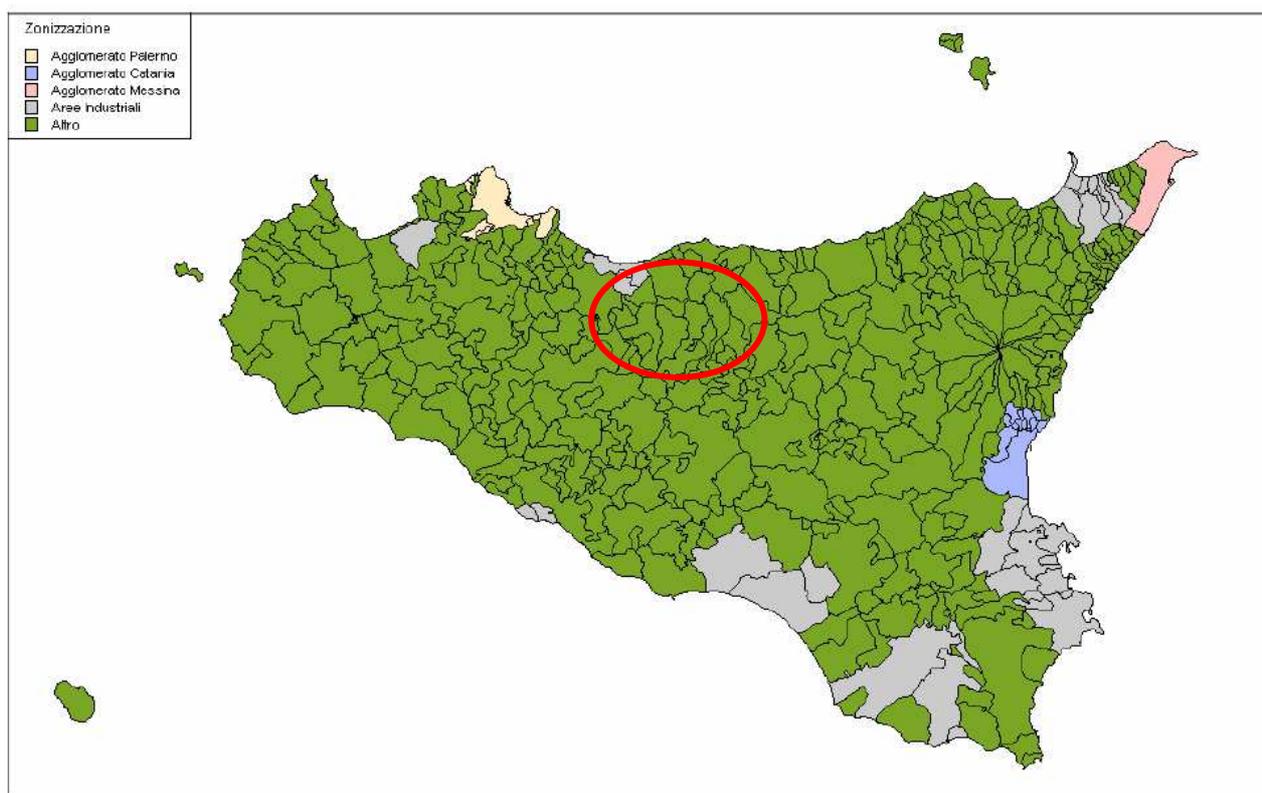
Secondo la normativa vigente (D.Lgs. 155/2010 e smi, articolo 1, comma c), il primo passo per poter valutare e gestire la qualità dell'aria ambiente in un dato territorio, è la suddivisione dello stesso in zone e/o agglomerati. In particolare l'individuazione degli agglomerati avviene sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa. Le zone, invece, sono individuate in base al carico emissivo, alle caratteristiche orografiche, alle caratteristiche meteo-climatiche e al grado di urbanizzazione del territorio e possono essere costituite anche da aree non contigue purché omogenee, in termini di aspetti predominanti nel determinare i livelli degli inquinanti (D.Lgs. 155/2010, articolo 1, comma d).

Per conformarsi alle disposizioni del decreto e collaborare al processo di armonizzazione messo in atto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tramite il Coordinamento istituito all'articolo 20 del decreto 155/2010, la Regione Siciliana con Decreto Assessoriale 97/GAB del 25/06/2012 ha modificato la zonizzazione regionale precedentemente zone di riferimento, sulla base delle caratteristiche orografiche, meteo, urbanizzazione del territorio regionale, nonché degli elementi conoscitivi acquisiti con i dati del monitoraggio e con la redazione dell'Inventario regionale delle emissioni in aria

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 11 di 65	Rev.:				RE-QA-305
		00				

ambiente (Appendice I del D.Lgs. 155/2010). In base al D.A. 97/GAB del 25/06/2012 il territorio regionale è suddiviso in 3 Agglomerati e 2 Zone di seguito riportate:

- IT1911 Agglomerato di Palermo: Include il territorio del Comune di Palermo e dei Comuni limitrofi, in continuità territoriale con Palermo, sulla base delle indicazioni fornite dall'Appendice I del D.Lgs. 155/2010
- IT1912 Agglomerato di Catania Include il territorio del Comune di Catania e dei Comuni limitrofi, in continuità territoriale con Catania, sulla base delle indicazioni fornite dall'Appendice I del D.Lgs. 155/2010
- IT1913 Agglomerato di Messina : Include il Comune di Messina
- IT1914 Aree Industriali : Include i Comuni sul cui territorio insistono le principali aree industriali ed i Comuni sul cui territorio la modellistica di dispersione degli inquinanti atmosferici individua una ricaduta delle emissioni delle stesse aree industriali
- IT1915 Altro: Include l'area del territorio regionale non inclusa nelle zone precedenti.



**Figura 1** mappa della zonizzazione per la qualità dell'aria Regione Sicilia (fonte Arpa Sicilia)

L'area in cui è localizzata l'opera in progetto rientra per la gran parte del percorso nella zona IT1915 Altro e, in minima parte nella zona IT1914 Aree Industriali.

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 12 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------	-------------	-----------

**Tabella 2 Classificazione delle zone (fonte Progetto di Razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia e relativo Programma di Valutazione)**

ZONE_NAME	Agglomerato di Palermo	Agglomerato di Catania	Agglomerato di Messina	Aree Industriali	Altro
ZONE_CODE	IT1911	IT1912	IT1913	IT1914	IT1915
POLL_TARG	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; SE_AT; NH; NV_AT; P; P2_5; L; C; B; O_H; O_V; As; Cd; Ni; BaP
ZONE_TYPE	Ag	Ag	Ag	NoAg	NoAg
SO2 obiettivo salute umana	SH AT SVI-SVS	SVI	SVS	SVS	SVI-SVS
SO2 obiettivo ecosistemi	SE AT -	-	-	-	-
NO2 obiettivo salute umana (media ora)	NH H AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
NO2 obiettivo salute umana (media anno)	NH Y AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
NOx obiettivo vegetazione	NV AT -	-	-	-	-
PM10 obiettivo salute umana (media giorno)	P D AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
PM10 obiettivo salute umana (media anno)	P Y AT SVS	SVI-SVS	SVS	SVS	SVS
PM2.5 obiettivo salute umana	P2_5 Y AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
Piombo obiettivo salute umana	L AT SVI	SVS	SVS	SVI	SVI
Benzene obiettivo salute umana	B AT SVS	SVI	SVI-SVS	SVS	SVS
CO obiettivo salute umana	C AT SVI-SVS	SVI	SVI	SVI	SVI-SVS
Ozono obiettivo salute umana	O H >OLT	>OLT	>OLT	>OLT	>OLT
Ozono obiettivo vegetazione	O V -	-	-	-	-
Arsenico obiettivo salute umana	AS AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Cadmio obiettivo salute umana	CD AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Nichel obiettivo salute umana	NI AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Benzo(a)pirene obiettivo salute umana	BAP AT SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Area (km <sup>2</sup> )	230,58	285,97	211,23	2768,12	22234,01
Population	811121	497202	242503	694766	2805483
Population Density	3517,7	1738,7	1148,1	251,0	126,2

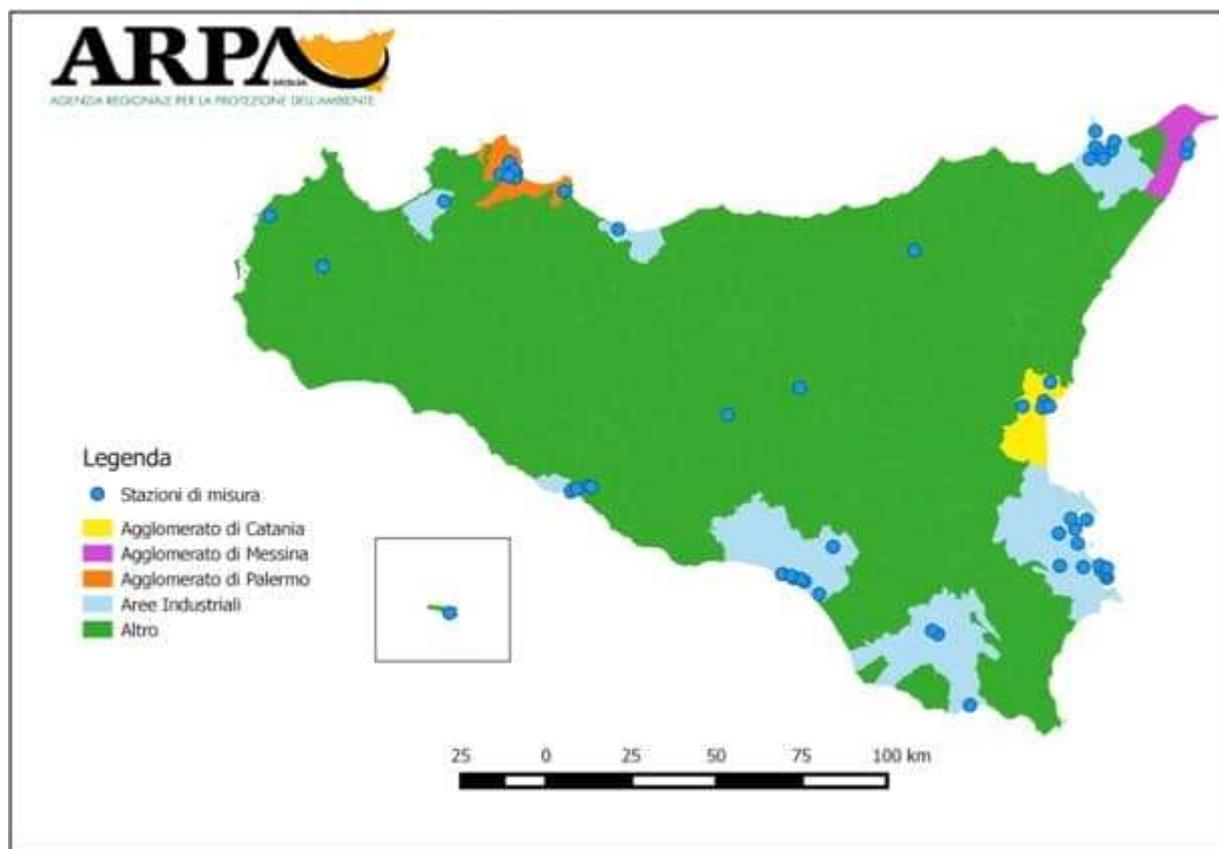
Legenda:

UAT Upper Assessment Threshold	SVS Soglia Valutazione Superiore
LAT Lower Assessment Threshold	SVI Soglia Valutazione Inferiore
UAT - LAT Between LAT UAT	SVI-SVS tra SVI e SVS
LTO_U Upper Long Term Objective	>OLT Superiore all'obiettivo a lungo termine
LTO_L Lower Long Term Objective	<OLT Inferiore all'obiettivo a lungo termine

### 3.2 Rete di monitoraggio della qualità dell'aria

Con D.D.G. n. 449 del 10/06/14, a seguito del visto di conformità alle disposizioni del D.Lgs. 155/10 da parte del M.A.T.T.M. di cui alla nota prot. DVA 2014-0012582 del 02/05/14, A.R.T.A. ha approvato il "Progetto di razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia ed il relativo programma di valutazione", redatto da Arpa Sicilia in accordo con la "Zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Siciliana", approvata con D.A. A.R.T.A. n. 97/GAB del 25 Giugno 2012. Il progetto ha visto la revisione della rete Regionale di monitoraggio rendendola conforme ai principi di efficienza ed efficacia ed economicità del D.Lgs. 155/2010.

La nuova rete regionale sarà costituita da n. 54 stazioni fisse di monitoraggio distribuite su tutto il territorio regionale; di queste, 53 saranno utilizzate per il programma di valutazione come riportato in figura seguente:



**Figura 2 Localizzazione stazioni di qualità dell'aria della rete regionale ( fonte Arpa Sicilia)**

Non vi sono stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in prossimità della zona di progetto, pertanto la descrizione della qualità dell'aria dell'area di intervento può essere svolta tramite l'analisi dei dati delle seguenti stazioni più prossime e/o rappresentative delle aree IT1915 e IT1914, seppur significativamente distanti:

- **Termini Imerese**
- **Enna**

**Tabella 3 caratteristiche stazioni di monitoraggio**

Zonizzazione	Denominazione	Zona	Stazione
IT1915	<b>Enna</b>	Urbana	Fondo
IT1914	<b>Termini Imerese</b>	Urbana	Fondo

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>						
<b>Opere in rimozione</b>						
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>						
N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 14 di 65	Rev.:				RE-QA-305
		00				

**Tabella 4 Inquinanti monitorati**

Denominazione	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	Benzene
<b>Enna</b>	•	•	•	•	•
<b>Termini Imerese</b>	•		•	•	•

Per ciascun inquinante vengono effettuate le elaborazioni degli indicatori fissati e viene mostrato il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa vigente in materia ambientale.

Si riporta l'analisi della qualità dell'aria locale più prossima disponibile (2018) presso gli archivi dei report Arpa Sicilia (Fonte: Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Regione Siciliana anno 2018- Giugno 2019).

### **Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)**

Il biossido di azoto è un inquinante secondario, generato dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di emissione del biossido di azoto. Gli impianti di riscaldamento civili ed industriali, le centrali per la produzione di energia e numerosi processi industriali rappresentano altre fonti di emissione.

**Tabella 5 Confronto con i limiti di riferimento**

Stazione	N° medie orarie	Media
	> 200 µg/m <sup>3</sup> (V.L. 18)	annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )
<b>Enna</b>	0	3
<b>Termini Imerese</b>	0	6

Non sono stati rilevati superamenti dei valori limite per NO<sub>2</sub>.

### **PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>)**

Con il termine PM<sub>10</sub> si fa riferimento al materiale particolato con diametro uguale o inferiore a 10 µm. Il materiale particolato può avere origine sia antropica che naturale. Le principali sorgenti emissive antropiche in ambiente urbano sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento civile e dal traffico veicolare. Le fonti naturali di PM<sub>10</sub> sono riconducibili essenzialmente ad eruzioni vulcaniche, erosione, incendi boschivi etc.

**Tabella 6 Confronto con i limiti di riferimento**

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 15 di 65	Rev.:				RE-QA-305
		00				

Stazione	N° medie giornaliere > 50 µg/m <sup>3</sup> (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m <sup>3</sup> )
	Enna	8
Termini Imerese	9	16

Non sono stati rilevati superamenti dei valori limite.

PARTICOLATO (PM<sub>2.5</sub>)

Tabella 7 Confronto con i limiti di riferimento

Stazione	Media annuale (V.L. 25 µg/m <sup>3</sup> )
Enna	8

I valori medi annuali sono inferiori al valore limite per PM<sub>2.5</sub>.

## BENZENE

Il Benzene è un idrocarburo aromatico volatile. È generato dai processi di combustione naturali, quali incendi ed eruzioni vulcaniche e da attività produttive inoltre è rilasciato in aria dai gas scarico degli autoveicoli e dalle perdite che si verificano durante il ciclo produttivo della benzina (preparazione, distribuzione e l'immagazzinamento). Considerato sostanza cancerogena riveste un'importanza particolare nell'ottica della protezione della salute umana.

Tabella 8 Confronto con i limiti di riferimento

Stazione	Media annuale (V.L. 5 µg/m <sup>3</sup> )
Enna	0.2
Termini Imerese	0.2

I valori medi annuali sono nettamente inferiori al valore limite pari a 5 µg/m<sup>3</sup>.

## MONOSSIDO DI CARBONIO CO

Il monossido di carbonio è un inquinante tipico delle aree urbane, proviene principalmente dai gas di scarico degli autoveicoli a benzina e varia proporzionalmente alla densità del traffico automobilistico. Esso è inoltre emesso nei processi di combustione in difetto

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 16 di 65	Rev.:					RE-QA-305
		00					

d'aria/ossigeno nelle acciaierie, nelle raffinerie, nelle autofficine e nei garage. Il CO ha un tempo di residenza in atmosfera di circa 4 mesi.

**Tabella 9 Confronto con i limiti di riferimento**

Stazione	Massimo media mobile su 8 ore (V.L. 10 mg/m <sup>3</sup> )
Enna	0
Termini Imerese	0

Tutti i parametri monitorati rimangono stabili e ampiamente entro i limiti normativi.

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-ENV-RE-300-0005		17	di 65	00	RE-QA-305

## 4 STIMA DELLE EMISSIONI

### 4.1 Stima delle emissioni per la caratterizzazione ante-operam dell'area di indagine

In questo contesto non è stata fatta una valutazione delle sorgenti emissive dell'area in oggetto, ma come detto più volte, la stima dell'impatto fa riferimento solo al contributo potenziale sulla qualità dell'aria della fase di cantierizzazione dell'opera.

Tuttavia una valutazione non dettagliata della situazione ante operam dell'aria può essere fatta facendo riferimento all'INVENTARIO delle EMISSIONI RAGIONALI sulla base del quale, si può indicativamente avere un'idea delle emissioni presenti nell'area, la loro tipologia, sorgente e quantitativi.

Il dettaglio disponibile riguarda la Provincia di Palermo e la Provincia di Enna e la Regione Sicilia; a livello comunale non vi sono dati completi tali da poter fare opportune considerazioni.

In questo contesto si è fatto riferimento al database riportato sul sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/inventaria/disaggregazione-dellinventario-nazionale-2015/view> riferito all'anno 2015 e si riportano di seguito i contributi per i macrosettori degli inquinanti principali in un contesto Regionale, provinciale per i dati disponibili.

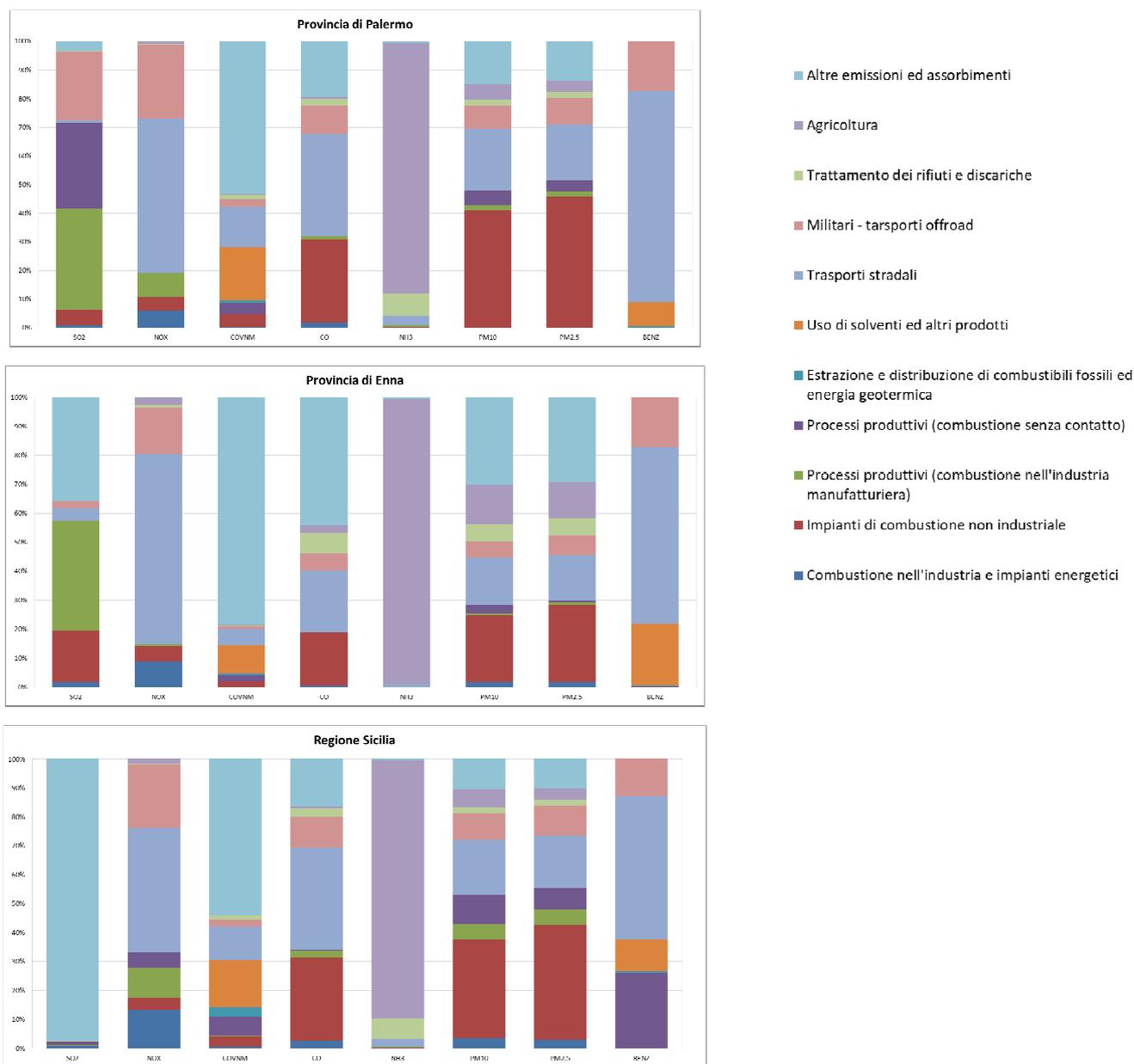


Figura 3 Contributi % alle emissioni per la Regione Sicilia e Provincia di Palermo ed Enna  
Inventario Regionale Anno 2015 (fonte *sinanet inventaria*)

Tabella 10 emissioni in tonnellate - anno 2015 (fonte *sinanet inventaria*)

	SOx	NOx	COV	CO	NH3	PM10	PM2.5	BENZENE
<b>Totale Provincia di Palermo</b>	485.3	8861.8	21263.8	27094.3	2805.6	1476.9	1306.6	50.2
<b>Totale Provincia</b>	21.5	1430.1	7016.4	5871.9	1509.2	347.5	292.7	7.8

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 19 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------------	-------------	-----------

<i>di Enna</i>								
<b>Totale Regione Sicilia</b>	959483.2	44030.3	109087.5	108734.6	14768.1	6853.5	5858.6	312.7

A livello provinciale l'area, per gli inquinanti caratterizzanti la qualità dell'aria considerati in questo studio (PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub>), hanno come fonte emissiva principale per il PM<sub>10</sub> gli impianti di combustione non industriale e le altre emissioni, mentre per NO<sub>x</sub> i fattori di emissione derivano dagli impianti di combustione, industriale e non, e dai processi produttivi in generale, oltre ai trasporti stradali e militari. L'area di studio si localizza in tutta la provincia di Palermo, in una zona prevalentemente agricola con qualche gruppo di abitazioni e case sparse. Inoltre si ha una parte del percorso, che insiste nella provincia di Enna, che ha emissioni di NO<sub>x</sub> derivanti principalmente da traffico e PM<sub>10</sub> da combustione non industriale e altre sorgenti.

#### 4.2 Descrizione delle attività in fase di cantiere

Al fine di caratterizzare correttamente il dominio spaziale e temporale per configurare le simulazioni per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria durante le lavorazioni si è proceduto allo studio delle seguenti variabili e parametri:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri in programma;
- Cronoprogramma delle fasi e lavorazioni;
- Elaborati tecnici di progetto.

L'opera si sviluppa nel territorio siciliano tra la provincia di Palermo e la provincia di Enna, interessando per poco più di 200 m quella di Caltanissetta.

Il progetto comprende la rimozione della condotta esistente, suddivisa in n. 10 interventi, che sarà posto fuori esercizio, a seguito della realizzazione della nuova condotta.

Le lavorazioni prevedono quindi due fasi operative, una riconducibile alla realizzazione della condotta in progetto e l'altra alla rimozione di quella esistente. Non essendo le fasi contestuali, in questo studio verrà sviluppata l'indagine atmosferica relativamente alle lavorazioni previste per la rimozione della condotta esistente.

#### RIMOZIONE CONDOTTA ESISTENTE:

Le operazioni di scavo della trincea e di rimozione della tubazione richiederanno in primis l'apertura di un'area di passaggio, o pista di lavoro di larghezza pari a 14 m.

Per l'apertura della pista si considera uno scotico superficiale di profondità pari a circa 0.20 m.

La sezione di scavo per la rimozione del tubo è di 4.0 mq.

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005		20	di 65	00	RE-QA-305

Nei seguenti paragrafi e negli allegati alla relazione, si dettagliano le caratteristiche dei cantieri e la stima delle emissioni di polveri e gas necessarie alle simulazioni per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

### 4.3 Descrizione delle sorgenti emissive e dei recettori sensibili

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni dovute alle diverse attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria complessivo.

Si descrivono inoltre i recettori più vicini alle aree di lavoro e si valuta la loro sensibilità.

#### 4.3.1 Descrizione delle sorgenti emissive

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite:

- **dalle attività di movimento terra (scavi, scotico, rinterro etc);**
- **dalla movimentazione dei materiali all'interno del cantiere;**
- **dal transito degli automezzi sulle piste di cantiere;**
- **transito automezzi per trasporto materiale e addetti.**

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- **polveri: PM<sub>10</sub>** (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;
- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (**in particolare NO<sub>x</sub>**).

La metodologia seguita per la definizione delle sorgenti da considerare nelle simulazioni, presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del "Worst Case Scenario". Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

E' infatti possibile, ad esempio, definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere ed assumere che tali attività si svolgano per tutta la durata del cantiere.

Oltre all'aspetto relativo alla singola attività all'interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 21 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------	-------------	-----------

Con riferimento alle attività di cantiere previste per la rimozione della condotta in esame, di seguito si riporta l'individuazione delle sorgenti emissive e, una volta definite le emissioni, si definisce lo scenario peggiorativo in termini di attività critiche per l'aria, la contemporaneità di queste e la vicinanza con i recettori.

### RIMOZIONE CONDOTTA ESISTENTE

Per la rimozione con scavo a cielo aperto si ipotizza la realizzazione di un tratto di lunghezza pari a circa 300 m nell'arco di una giornata di lavoro, pari a 10 ore (8-18).

La tecnica dello scavo a cielo aperto si compone di fasi distinte e non sovrapposte:

- **Apertura pista di lavoro (scotico)**
- **Scavo**
- **Rinterro**

Viene fatta la stima delle emissioni di polveri associate a ciascuna fase, in base alla sezione di scavo e alla stima delle emissioni dai mezzi di cantiere sulla base delle 10 ore/giorno di funzionamento.

La tabella seguente riporta il numero di macchine operatrici utilizzate per questa fase.

**Tabella 11 macchine operatrici per la fase di apertura pista**

	Apertura pista, accesso, scavo	Rimozione, carico, trasporto	Rinterro, ripristino
Posatubi (side-boom)		1	
Escavatore	2		1
Ruspa			1
Camion		2	1
Fuoristrada	2		
Pala	1		

In questo contesto si considerano tutte le lavorazioni singole senza contemporaneità delle fasi. Le simulazioni saranno svolte per lo scenario che rappresenta la fase lavorativa a maggiore emissione considerando anche i macchinari utilizzati nella stessa attività.

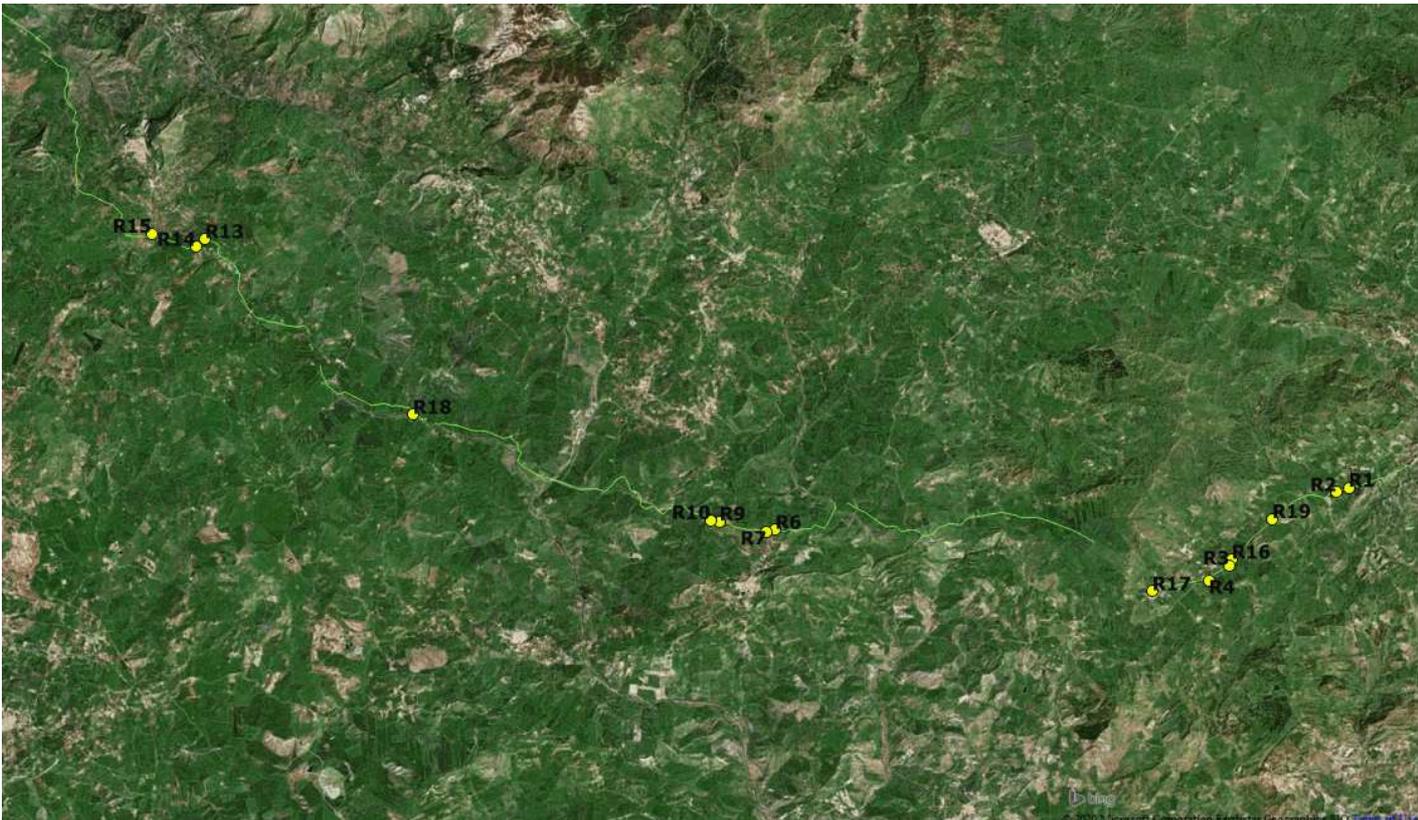
#### 4.3.2 Recettori impattati

Per l'individuazione dei ricettori è stato calcolato un buffer di 200 m dall'asse della condotta in rimozione e all'interno di questo sono stati considerati gli edifici più prossimi alle aree di cantiere. Sono stati individuati in totale 15 ricettori potenzialmente impattati dal

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>						
<b>Opere in rimozione</b>						
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>						
N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio di 22 65		Rev.:			RE-QA-305
			00			

cantiere, sono stati numerati consequenzialmente e caratterizzati dal prefisso "R" (R1, R2, Rn, ...)

Di seguito si riporta lo stralcio della planimetria di individuazione dei ricettori; non è stata rilevata la presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura ecc.)



**Figura 4 – Ortofoto con posizione dei ricettori lungo il tracciato in rimozione.**

Per i tratti in cui il tracciato in rimozione si trova in stretto parallelismo con quello in progetto, l'impatto sui ricettori presenti è stato simulato solo per il cantiere relativo alla realizzazione alla condotta in progetto (si veda Doc. n. RE-QA-105), in quanto rappresenta la situazione più critica, dovuta al maggior numero di mezzi utilizzati e alla maggior dimensione degli scavi effettuati.

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>						
<b>Opere in rimozione</b>						
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>						
N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005		Foglio 23 di 65		Rev.: 00		RE-QA-305

Di seguito la tabella riassuntiva con tutti i ricettori (**in totale 15**) potenzialmente impattati dai cantieri delle opere di rimozione.

	Ric.	Comune	Destinazione d'uso	UTM WGS84 FUSO 33N	UTM WGS84 FUSO 33N	Quota (m slm)
<b>TOTALE RICETTORI: 15</b>						
1	R1	Nicosia	artigianale	440493.08	4175444.21	670.0
2	R2	Nicosia	abitazione	440118.56	4175300.59	670.0
3	R19	Sperlinga	abitazione	438092.00	4174452.00	796.4
4	R16	Nicosia	abitazione	436818.00	4173165.00	804.2
5	R3	Nicosia	abitazione	436747.88	4172975.37	804.2
6	R4	Nicosia	abitazione	436096.09	4172501.59	804.2
7	R17	Nicosia	abitazione	434318.00	4172162.00	924.5
8	R6	Alimena	abitazione	422458.22	4174110.01	669.0
9	R7	Alimena	abitazione	422193.31	4174051.43	669.0
10	R9	Alimena	abitazione	420702.55	4174378.22	616.3
11	R10	Bompietro	abitazione/deposito	420430.88	4174417.66	616.3
12	R18	Polizzi Generosa	abitazione/deposito	411059.00	4177756.00	642.7
13	R13	Caltavuturo	abitazione	404520.59	4183323.82	761.3
14	R14	Caltavuturo	artigianale	404236.34	4183081.41	761.3
15	R15	Caltavuturo	abitazione	402841.11	4183499.58	766.1

**Tabella 12 – Elenco ricettori**

#### 4.4 Stima delle emissioni di polveri sottili e inquinanti durante la fase di cantiere

Per la stima di tali valori si è fatto riferimento alle “**Linee Guida per la Valutazione delle Emissioni di Polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti**”, redatte da ARPAT, che propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell’Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 “Compilation of Air Pollutant Emission Factors”).

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento:	Foglio	Rev.:				
03858-ENV-RE-300-0005	24 di 65	00				RE-QA-305

Tali linee guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali pulverulenti in genere, e le azioni e le opere di mitigazione che si possono effettuare, anche ai fini dell'applicazione del D.Lgs 152/06 (Allegato V alla Parte 5°, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte 1: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti).

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors) All'interno del documento AP-42 sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili; si rimanda a tale documento per la consultazione della trattazione originaria, in particolare degli algoritmi di calcolo.

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (E<sub>i</sub> in eq.1). Il fattore di emissione E<sub>i</sub> dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni.

La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

- Q(E)<sub>i</sub>: emissione dell'inquinante i (ton/anno);
- A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);
- E<sub>i</sub>: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta).

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (tipologia e n. di mezzi in circolazione, chilometri percorsi, tempi di percorrenza, tempo di carico/scarico mezzi, ecc...).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

Le ipotesi cantieristiche assunte per la stima delle emissioni e l'analisi modellistica sono le seguenti:

- Simulazione delle aree di scavo e movimentazione del materiale previste;
- Attività di scavo e caricamento dei materiali sui camion;

Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2

Opere in rimozione

INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento:	Foglio	Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005	25 di 65	00	RE-QA-305

- Transito mezzi su piste non asfaltate: ai fini della simulazione si considera che tutte le piste di cantiere percorse dai mezzi interne al cantiere siano non pavimentate.

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005		26	di 65	00	RE-QA-305

#### 4.4.1 Stima delle polveri e dei gas esausti emessi dai mezzi presenti in cantiere

Al fine di valutare gli impatti di cantiere nel modello di calcolo sono state considerate tutte le sorgenti di polvere derivanti dalla movimentazione e scavo nelle aree di cantiere.

Sono state inoltre considerate le attività di escavatori, pale e trivelle all'interno dell'area di cantiere stessa, e le emissioni dei gas di scarico sia dei mezzi meccanici di cantiere sia dei mezzi pesanti in transito sulle piste non pavimentate.

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici in circolazione sulle piste di cantiere, oltre al parametro PM<sub>10</sub> si aggiungono anche gli NO<sub>x</sub>, tipici inquinanti da traffico veicolare.

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA. All'interno del documento è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile SouRes and Machinery – SNAP 0808XX):

- Pale meccaniche (Tractors/Loaders/Backhoes): le pale impiegate per la movimentazione delle terre di scavo, su ruote o cingolate (Bulldozer), sono di vario tipo a seconda della loro dimensione. Una pala meccanica di medie dimensioni ha una potenza tra i 40 kW ed i 120 kW. I motori di media e grossa cilindrata sono tipicamente turbodiesel;
- Autocarri (Off-Highway Trucks): dumper e autocarri per il trasporto dei materiali di scavo e di costruzione. Le motorizzazioni prevedono generalmente motori diesel turbo con potenze variabili tra i 300 ed i 400 kW;
- Escavatori (wheel/crawler type): utilizzati principalmente per movimenti di terra e lavori di carico/scarico. Possono essere distinti in tre classi: piccola taglia con potenza da 10 a 40kW, di media taglia da 50 a 500kW, e superiori ai 500kW utilizzati per lavori pesanti di estrazione e movimentazione del materiale.
- Gruppi elettrogeni (Generator Sets): i motori impiegati nelle aree di cantiere hanno generalmente potenze complessive dell'ordine dei 1000 kW. Si tratta, in ogni caso, di gruppi di emergenza.

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = HP \times LF \times EF_i$$

- E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [g/h];
- HP = potenza massima del motore [kW];
- LF = load factor;
- EF<sub>i</sub> = fattore di emissione medio del parametro i – esimo [g/kWh].

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 27 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------------	-------------	-----------

Il load factor LD è determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178; nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment) è il più elevato riportato (cicli 1-3).

In particolare, il rapporto citato, riporta anche i fattori di emissione corrispondenti alla Fase I ed alla Fase II di omologazione della Direttiva 97/68/CE (recepita dal D.M. Trasporti 20 dicembre 1999), ossia validi per veicoli immatricolati tra il 31.12.1999 ed il 31.12.2003 in relazione alle specifiche categorie di motori. I veicoli di recente immatricolazione risultano essere caratterizzati da fattori di emissione significativamente inferiori a quelli riportati; in particolare, per categorie di motori compresi tra i 130 ed i 560 kW viene indicato un valore per il PM pari a 0,20 g/kWh (circa il 20%). In riferimento alla dimensione delle polveri emesse dai motori diesel è possibile individuare in bibliografia i seguenti dati: il 100% del particolato rientra nel PM<sub>10</sub>, ma oltre il 90% è costituito dal PM<sub>2,5</sub> e addirittura oltre l'85% presenta dimensioni inferiori al µm. Un confronto quantitativo con le altre sorgenti è pertanto possibile esclusivamente sulla base dell'indicatore PM<sub>10</sub>, per quanto la natura e la composizione chimica delle polveri in oggetto sia completamente differente.

I fattori di emissione utilizzati per i macchinari presenti nei cantieri in oggetto, in relazione ai parametri di interesse, sono:

I fattori di emissione utilizzati per i macchinari presenti nei cantieri in oggetto (escavatori, pale, posatubi etc), in relazione ai parametri di interesse, sono:

- **FE = 145 g/h per NOx**
- **FE = 4.32 g/h per PM10**

Per i camion e i fuoristrada si assumono i fattori di emissione desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2017.

- **FE = 4.64 g/km per NOx**
- **FE = 0.202 g/km per PM10**

## CANTIERE SCAVO A CIELO APERTO

	Apertura pista, accesso, scavo	rimozione, carico, trasporto	rinterro, ripristino
Posatubi (side-boom)		1	
Escavatore	2		1
Ruspa			1
Camion		2	1
Fuoristrada	2		
Pala	1		

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
03858-ENV-RE-300-0005	28 di 65	00			RE-QA-305

Per quanto riguarda il percorso dei mezzi è stato fatto riferimento ai tratti massimi di percorrenza interni al cantiere non pavimentato.

#### 4.4.2 Stima del sollevamento di polveri dovuto alle attività di scavo

Nei paragrafi seguenti verranno stimati i singoli fattori di emissione relativi al PM<sub>10</sub>, in relazione alle attività di cantiere più critiche che caratterizzano gli scenari presi come riferimento per l'analisi modellistica.

Tali attività vengono di seguito elencate:

- **scotico e scavo del materiale, rinterri;**
- **accumulo, movimentazione delle terre;**
- **transito degli automezzi sulle piste di cantiere;**

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

#### **ATTIVITÀ DI APERTURA PISTA (SCOTICO)**

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di scotico nelle aree di lavorazione.

Per tale operazione si utilizza il fattore di emissione delle operazioni di scotico/scavo previsto in "13.2.3 Heavy construction operation", pari a 5.7 kg/km di PTS. Ipotizzando una frazione di PM<sub>10</sub> dell'ordine del 60% del PTS, si ottiene un fattore di emissione per il PM<sub>10</sub> pari a 3.42 kg/km.

- **FE (PM<sub>10</sub>)= 3.42 kg/km**

Considerando che per lo scotico si ipotizza la realizzazione di un tratto di lunghezza pari a circa 300 m nell'arco di una giornata di lavoro, pari a 10 ore, si moltiplica il FE per 30 m all'ora ottenendo un'emissione di PM<sub>10</sub> pari a **102 g/h**.

#### **ATTIVITÀ DI SCAVO**

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di scavo del materiale nelle aree di lavorazione. È stata, pertanto, applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. relativa a tali attività, di seguito riportata.

$$EF=5.7 * (s)^{1.2} / (M)^{1.3} \quad [lb/h]$$

Il fattore di scala per il PM<sub>10</sub> è pari a 0,75 lb/h (0,34 kg/h).

Considerando M (contenuto in percentuale di umidità (%)) pari al 4% e s pari al 14% (come riportato nelle Linee Guida dell'ARPAT), in mancanza di informazioni specifiche sul

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>				
<b>Opere in rimozione</b>				
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
03858-ENV-RE-300-0005	29 di 65	00		RE-QA-305

silt, si suggerisce di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22% è stato possibile calcolare il fattore di emissione per il PM<sub>10</sub>.

- **FE (PM<sub>10</sub>)= 1.33 kg/h**

### **TRAFFICO DI MEZZI PESANTI NELLE AREE NON PAVIMENTATE**

Per la stima delle emissioni di polvere generate dal traffico veicolare per azione di risollevarimento nelle aree non pavimentate è stato utilizzato il seguente fattore di emissione proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42.:

$$E = k \cdot \left(\frac{S}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b \quad [\text{kg/km}]$$

dove:

- W = peso medio dei mezzi di cantiere che percorrono le aree considerate (t);
- S = contenuto del limo dello strato superficiale delle aree non pavimentate (%).

Il contenuto di limo è stato assunto pari al 14%, conforme all'intervallo di valori compresi tra l'1,8% e il 25,2% e coerente con quanto indicato nelle Linee Guida ARPAT. I valori di K, a e b sono stati assunti pari a:

per PM<sub>10</sub>

- K= 0.423
- a= 0.900
- b= 0.450

Si riportano di seguito i fattori di emissione associati al passaggio su aree non pavimentate:

- **FE (PM<sub>10</sub>): 1.3277 kg/Km**

I km medi percorsi sono stati stimati a partire dall'estensione media del percorso nelle aree non pavimentate secondo la viabilità ipotizzata, moltiplicata per il numero dei mezzi stimati durante la specifica attività in esame. Inoltre, come riportato nelle stesse Linee Guida dell'ARPAT, l'emissione associata alla voce trasporto materiale su piste non pavimentate, può essere efficacemente abbattuto utilizzando sistemi di bagnatura delle piste di cantiere e imponendo una limitazione sulla velocità dei mezzi sulle piste non pavimentate.

Con la finalità di minimizzare le emissioni polverulente, si prevede la bagnatura delle piste di cantiere, per la quale si fa riferimento a quanto riportato nelle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" elaborate da ARPA Toscana nella sezione 1.5.1 "Sistemi di controllo o abbattimento".

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento:	Foglio	Rev.:				
03858-ENV-RE-300-0005	30 di 65	00				RE-QA-305

La tabella, riportata nelle suddette linee guida, fornisce, nel caso di traffico medio maggiore di 5-10 transiti/ora (trh) (applicabile nel caso in esame), gli intervalli di tempo tra una bagnatura e l'altra [T(h)], in relazione alla quantità media di trattamento applicato (litri d'acqua / superficie), necessari ad ottenere abbattimenti, rispettivamente del 50%, 60%, 75%, 80% e 90%.

In base alle indicazioni delle Linee Guida ARPAT, considerando una quantità media di trattamento con acqua pari a 1 l/mq e un abbattimento medio del 90%, la tabella 10 del paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida, indica come necessaria una frequenza di bagnatura con intervallo pari a 7-4 h. Pertanto il fattore di emissione "mitigato" per le polveri PM10 che si può utilizzare è pari a :

**FE (PM<sub>10</sub>): 0.132 kg/Km** (con mitigazione da bagnatura).

### **ATTIVITÀ DI POSA DELLA TERRA A BORDO TRINCEA**

Per le operazioni relative a tale attività, cui corrisponde SCC 3-05-020-33, non è disponibile un fattore di emissione. Può essere eventualmente utilizzato quello del SCC 3-05-010-37 "Truck Loading: Overburden" presente per il settore "Coal Mining, Cleaning and Material Handling", corrispondente alla fase di carico del materiale superficiale rimosso dallo scotico.

Osservando i rapporti tra i fattori di emissione di PM<sub>10</sub> e PTS, si può ritenere cautelativo, considerare una componente PM<sub>10</sub> dell'ordine del 60% del PTS.

Il fattore di emissione espresso in Kg per ogni Mg (tonnellata) di materiale caricato è pari a 0.0075 per il PM<sub>10</sub> calcolato in base a SCC 3-05-010-37.

- **FE (PM<sub>10</sub>)= 0.0075 kg/t**

### **ATTIVITA' DI RINTERRO**

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dall'attività di rinterro del materiale nelle aree di lavorazione. Si considera il fattore del SCC 3-05-010-48 pari a 0.003 kg/t di materiale.

- **FE (PM<sub>10</sub>)= 0.003kg/t**

#### 4.4.3 Riepilogo delle caratteristiche emissive delle sorgenti areali

Di seguito si riassumono le emissioni di ogni sorgente considerata.

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>								
<b>Opere in rimozione</b>								
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>								
N° Documento:		Foglio		Rev.:				RE-QA-305
03858-ENV-RE-300-0005		31	di	65	00			

## RIMOZIONE CONDOTTA ESISTENTE

### Emissioni da movimentazione terra

Fasi della lavorazione	Parametro per emissioni	UM	numero viaggi	Riferimento	Fattore di Emissione	UM	EMISSIONE PM10 [kg/h]
Apertura pista (scotico)	300 m lineari al giorno 10 ore lavorative/giorno <b>30m/ora</b>	t/h	-	AP 42 13.2.3 Heavy construction operation	3.4	Kg/km	<b>0.102</b>
scavo	300 m lineari al giorno con 4 m <sup>2</sup> di sezione scavo 1200 m <sup>3</sup> pari a 2040 t 10 ore lavorative/giorno <b>204 t/ora</b>	t/h	-	SCC 3-05-010-45	1.33	Kg/h	<b>1.33</b>
Attività di posa della terra a bordo trincea	<b>204 t/ora</b> (si considera che tutto il materiale venga caricato)	t/h	-	SCC 3-05-010-37	0.0075	kg/t	<b>1.53</b>
Trasporto mezzi su piste non asfaltate	Si considerano le strade di cantiere con distanze percorse di 100 m	km	10 viaggi/giorno	Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2) – (ARPAT 1.5)	0.167	kg/km	<b>0.14</b>

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16”/12”), DP 75 bar – fase 2</b>								
<b>Opere in rimozione</b>								
<b>INDAGINE SULL’ATMOSFERA</b>								
N° Documento:		Foglio		Rev.:				RE-QA-305
03858-ENV-RE-300-0005		32	di	65	00			

Fasi della lavorazione	Parametro per emissioni	UM	numero viaggi	Riferimento	Fattore di Emissione	UM	EMISSIONE PM10 [kg/h]
rinterro	204 t/ora	t/h	-	SCC 3-05-010-48	0.003	kg/t	0.61

### Emissioni da macchinari

Fasi della lavorazione	Escavatore	Posatubi	Ruspa	Camion	Fuoristrada	Pala (pala cingolata)	UM	EMISSIONE PM10 [kg/h]	EMISSIONE NOx [kg/h]
Apertura pista (scotico)					2	2	Kg/h	0.0131	0.4371
Scavo	2				2		Kg/h	0.0131	0.4371
Attività di posa della terra a bordo trincea		1		2		1	Kg/h	0.0044	0.1471
Trasporto mezzi su piste non asfaltate									
Rinterro/ripristino	1		1	1			Kg/h	0.0087	0.2911

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16”/12”), DP 75 bar – fase 2</b>						
<b>Opere in rimozione</b>						
<b>INDAGINE SULL’ATMOSFERA</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		
03858-ENV-RE-300-0005		33	di	65	00	RE-QA-305

## TOTALE EMISSIONI

Fasi della lavorazione	TOTALE EMISSIONE PM10 [kg/h]	TOTALE EMISSIONE NOx [kg/h]
Apertura pista (scotico)	<b>0,115</b>	<b>0.437</b>
Scavo	<b>1,343</b>	<b>0.437</b>
Attività di posa della terra a bordo trincea Trasporto mezzi su piste non asfaltate	<b>1.75</b>	<b>0.147</b>
Rinterro	<b>0.62</b>	<b>0.291</b>

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>				
<b>Opere in rimozione</b>				
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>				
N° Documento:	Foglio	di	Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005	34	65	00	RE-QA-305

Una volta definite le emissioni per le simulazioni si considerano gli worst case, cioè le fasi lavorative con maggiori emissioni, dal momento che le lavorazioni si considerano non contemporanee.

Le simulazioni che saranno svolte sono:

- FASE DI POSA DELLA TERRA A BORDO TRINCEA CONSIDERANDO IL RELATIVO CONTRIBUTO DEL MOVIMENTO DEI MEZZI DI CANTIERE SU PISTA NON ASFALTATA

#### **4.5 Le misure di prevenzione e ottimizzazione**

Durante le attività di cantiere è necessario limitare per quanto possibile le emissioni in atmosfera dovute a:

- movimentazione dei materiali (operazioni di carico/scarico);
- operazioni di scotico, scavo, e riporto del terreno;
- traffico veicolare dei mezzi sulle piste di cantiere;
- sollevamento delle polveri dai depositi di materiale all'aperto ad opera degli agenti atmosferici.

Al fine di ridurre gli impatti saranno previste le seguenti misure di mitigazione:

- Monitoraggio visivo quotidiano dello stato del cantiere;
- Copertura dei carichi che possono essere dispersi in fase di trasporto;
- Umidificazione delle piste di cantiere;
- Installazione di reti antipolvere lungo il perimetro del cantiere;
- Limitazione della velocità dei mezzi sulle piste di cantiere (non superiore ai 30 km/h);
- In caso di soste prolungate dei mezzi provvedere allo spegnimento del motore.

L'operazione di umidificazione, che riveste particolare importanza nel controllo delle diffusione di polveri, sarà effettuata, anche mediante l'utilizzo di autobotti, con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva.

Gli interventi di bagnatura andranno comunque effettuati ogni qualvolta se ne registri la necessità. Saranno predisposti opportuni interventi di bagnatura delle piste, delle superfici di cantiere, quali in particolare le aree di lavoro, e delle aree di stoccaggio terreni che consentiranno di contenere la produzione di polveri.

Tali interventi saranno effettuati tenendo conto del periodo stagionale con incremento della frequenza delle bagnature durante la stagione estiva. Si osserva che l'efficacia del controllo delle polveri con acqua dipende essenzialmente dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento,

**Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2**

**Opere in rimozione**

**INDAGINE SULL'ATMOSFERA**

<b>N° Documento:</b> 03858-ENV-RE-300-0005	<b>Foglio</b> 35 di 65	<b>Rev.:</b> 00								RE-QA-305
---	---------------------------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	-----------

in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito.

Si prevede di impiegare circa 1 l/m<sup>2</sup> per ogni trattamento di bagnatura, ogni 3 ore, abbattimento delle emissioni del 90%.

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>				
<b>Opere in rimozione</b>				
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
03858-ENV-RE-300-0005	36 di 65	00		RE-QA-305

## 5 ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI

In questo paragrafo, relativo alle caratteristiche meteorologiche dell'area allo studio, si rappresentano le statistiche dei principali parametri misurati dalle stazioni meteorologiche o da dati di archivi informatici di modelli previsionali meteorologici utili per la caratterizzazione del sito con dettaglio di macro e micro area.

### 5.1 Cenni di climatologia regionale

Di seguito si riporta una descrizione sommaria della climatologia regionale (fonte Regione Sicilia e Arpa Sicilia).

#### Climatologia dell'area

Il clima della Sicilia è mediterraneo, con inverni miti e estati calde. Sulla coste, soprattutto quella sud-occidentale, il clima risente maggiormente delle correnti africane e si hanno estati torride.

Sebbene la Sicilia mostri un aspetto climatico temperato, nei suoi territori possono distinguersi varie sottorealtà microclimatiche, frutto principalmente della grande variabilità orografica dell'isola, ed in particolare caratteristiche del clima subtropicale, caldo, sublitoraneo, subcontinentale e temperato fresco.

Sotto il profilo meteo climatico, e con riferimento ai principali fattori che caratterizzano la meccanica atmosferica (temperatura, regime dei venti, precipitazioni), il territorio siciliano può essere suddiviso in 3 zone generali caratterizzate dalle stesse temperature medie: zona costiera (18-20°C), zona collinare (15-18°C) e zona montana (12-16°C).

Tali zone si contraddistinguono, anzitutto, a causa dei diversi regimi di precipitazione annua. Nelle zone costiere si nota che nelle aree settentrionali e orientali la variabilità di clima è confrontabile con quella delle aree occidentali e sudoccidentali.

#### Precipitazioni

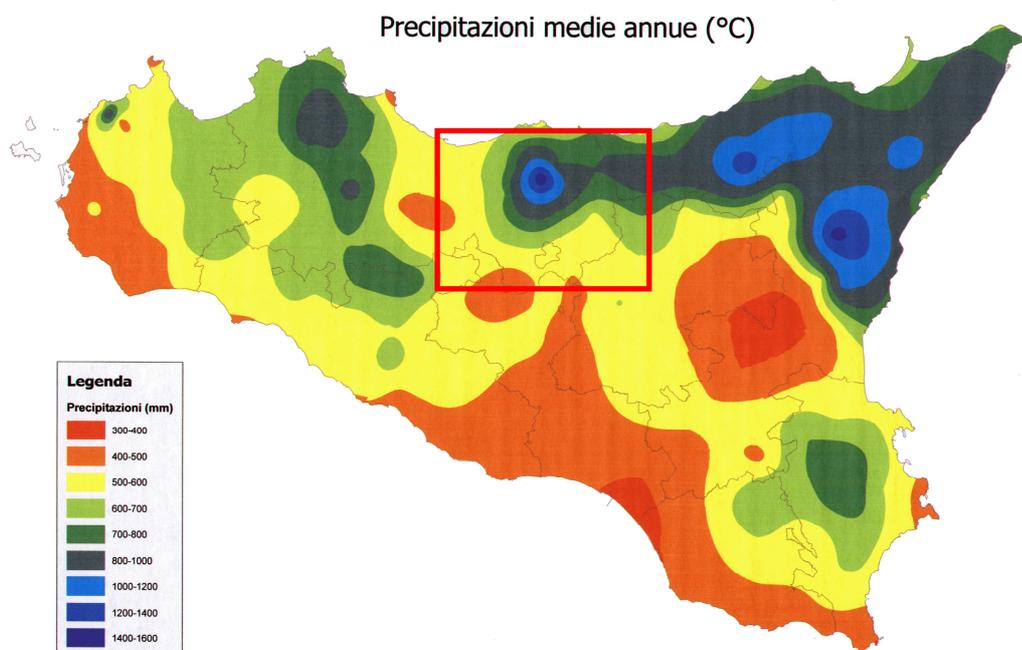
Le precipitazioni sono concentrate nei mesi autunnali ed invernali, si riducono sensibilmente in primavera fino ad essere essenzialmente nulle nei mesi estivi.

In gran parte del territorio cadono mediamente 500-700 mm annui di pioggia. In alcuni tratti costieri i valori delle precipitazioni scendono sotto i 500 mm, mentre sui rilievi si attestano intorno ai 1000 mm, con punte superiori a 1300 mm nelle stazioni più elevate del settore nord-orientale. La piovosità è scarsa e la modestia di tale fenomeno atmosferico si ripercuote sull'approvvigionamento idrico, che si rivela scarsa in alcune province dove sono frequenti le crisi idriche.

Dalla carta delle precipitazioni medie annue dell'isola, si evidenzia che le aree più piovose coincidono coi principali complessi montuosi,

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 37 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------------	-------------	-----------

Nelle zone sudorientali e nelle aree dell'estremo limite occidentale e meridionale la quantità di pioggia può scendere al di sotto di 300 mm; per il resto dell'isola la piovosità media si attesta attorno a valori variabili da un minimo di 300-400 mm fino a un massimo di 700-800 mm annui.



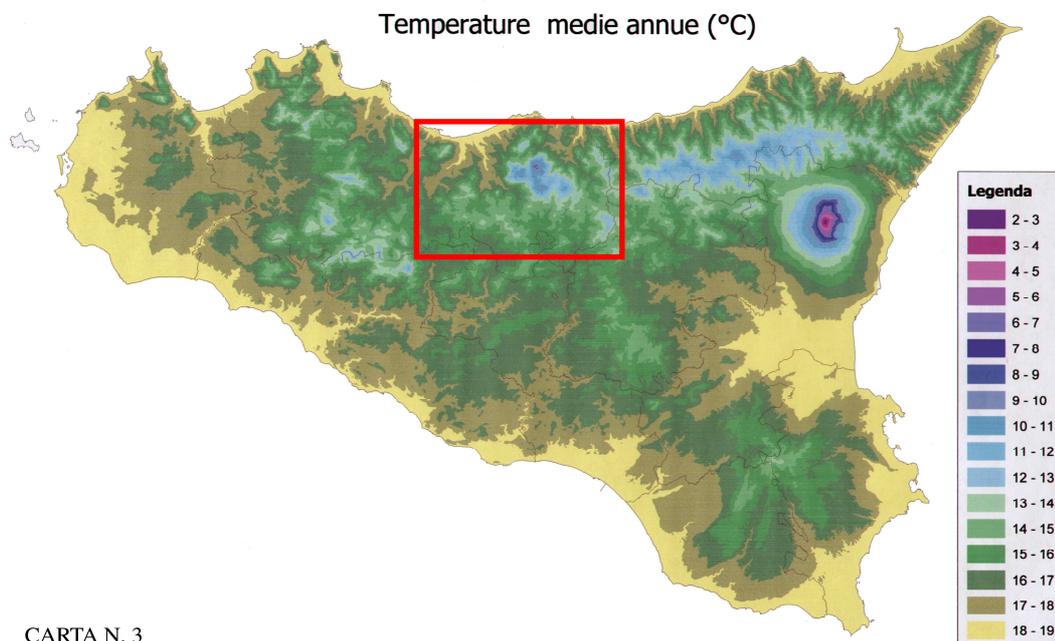
**Figura 5 - Distribuzione delle precipitazioni medie annue (fonte Regione Sicilia)**

### Temperature

La temperatura media annua si aggira sui 17-18° C nelle zone costiere, scendendo fino a 10° C nelle aree montane più elevate, specie nel settore nord-orientale dell'isola. La temperatura massima si registra in luglio ed agosto, con media 26°C, la minima tra dicembre e febbraio con media 10°-14° C.

Nella zona dell'Etna i valori si abbassano ulteriormente, raggiungendo i 5°C, il clima è di tipo alpino. Le ore di sole sono in media 2.500, contro le 2.000 dell'Italia continentale e le 1.800 della fascia meridionale.

Gli andamenti delle temperature massime e minime presentano situazioni analoghe in funzione della latitudine, dell'altitudine e degli altri aspetti geomorfologici e vegetazionali che influenzano le rilevazioni. Le temperature massime nei mesi più caldi toccano i 28-30 °C, nelle aree interne di media e bassa collina esse possono salire fino a 32-34 °C, e scendere in quelle settentrionali più elevate fino ai 18-20 °C, con valori minimi sull'Etna di circa 16-18 °C. Le variazioni delle temperature minime dei mesi più freddi vanno da 8-10 °C dei litorali, ai 2-4 °C delle zone interne di collina, a qualche grado sotto lo zero sulle maggiori vette dei Nebrodi, dei Peloritani e sull'Etna.



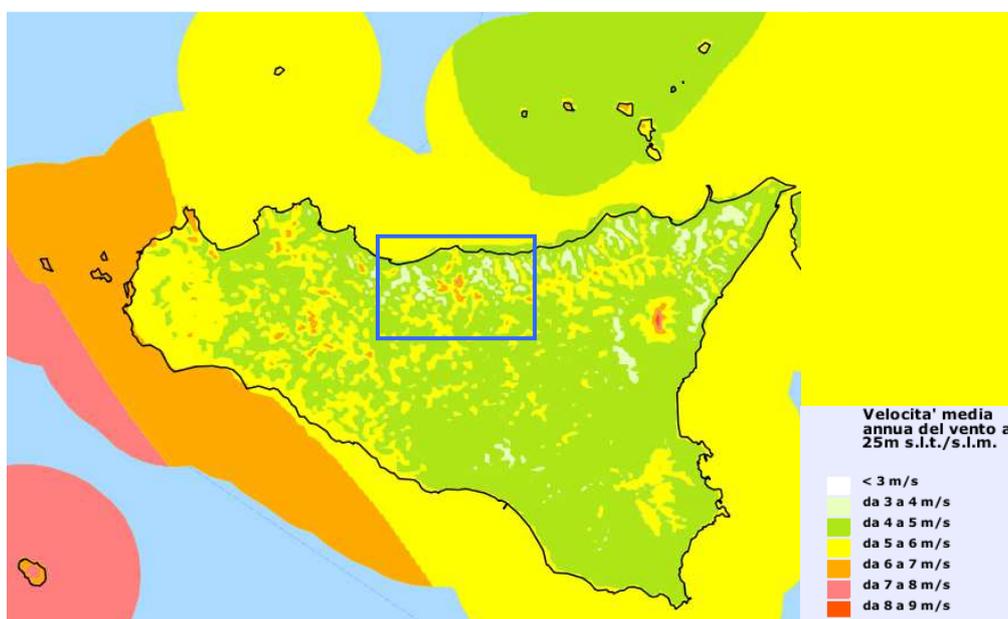
**Figura 6 - Temperature medie annue ( fonte Regione Sicilia)**

### Venti

I venti predominanti che interessano il territorio siciliano sono il Maestrale e lo Scirocco, ma frequente è anche il Libeccio in primavera e in autunno e la Tramontana in inverno.

Lo Scirocco, più frequente nel semestre caldo, causa improvvisi riscaldamenti; i venti Settentrionali sono invece causa di intense piogge sui versanti Nord ed Est dell'Isola specialmente in Inverno.

N° Documento:	Foglio	Rev.:				RE-QA-305
03858-ENV-RE-300-0005	39 di 65	00				



**Figura 7 Velocità media annua del vento a 25 slm sull'intera Sicilia con individuata la zona di studio (Fonte: Atlante Eolico Nazionale)**

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area di studio, si rappresentano le statistiche descrittive dei principali parametri misurati dalle stazioni meteorologiche e/o da dati di archivi informatici di modelli previsionali meteorologici utili per la caratterizzazione del sito.

Al fine di rappresentare al meglio la meteorologia dell'area allo studio, si è provveduto ad acquisire i dati delle seguenti stazioni meteorologiche presenti sul territorio e di modelli micrometeorologici:

- Punto dell'archivio meteo LAMA di ARPAE SIM EMR
- Rete SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) della Regione Sicilia : stazioni di ALIA, LASCARI e AGIRA

### **Meteo LAMA di ARPAE SIM EMR**

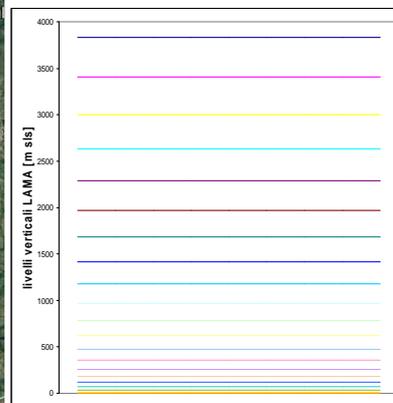
Sono stati acquisiti e selezionati i dati derivanti da un punto "Stazione virtuale", in corrispondenza dell'area di studio, del modello LAMA di ARPA SMR "Servizio Idrometeorologico di Arpa Emilia Romagna" per l'anno 2018, sia per i dati di superficie che per i profili in quota dei parametri meteorologici. I dati sono stati ottenuti in un punto compreso nel dominio di indagine, per l'intero anno solare. Nella seguente tabella si riporta la caratterizzazione del tipo di dati disponibili dall'archivio Arpa Emilia Romagna, estratti dal dataset COSMO ed il grafico dei livelli verticali disponibili.

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>				
<b>Opere in rimozione</b>				
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>				
<b>N° Documento:</b>	<b>Foglio</b>	<b>Rev.:</b>		
03858-ENV-RE-300-0005	40 di 65	00		RE-QA-305

**Tabella 13 Specifiche punto LAMA**

	<b>Longitudine</b>	<b>latitudine</b>	<b>OROG</b> <b>Orografia</b> <b>[m s.l.m.]</b>	<b>LIVELLI</b>  <b>[n°]</b>
Punto	14.0184	37.7126	623	32

Di seguito si riporta l'elenco di tutti i parametri forniti dall'Arpa Emilia Romagna, estratti dal dataset COSMO ed il grafico dei livelli verticali disponibili.

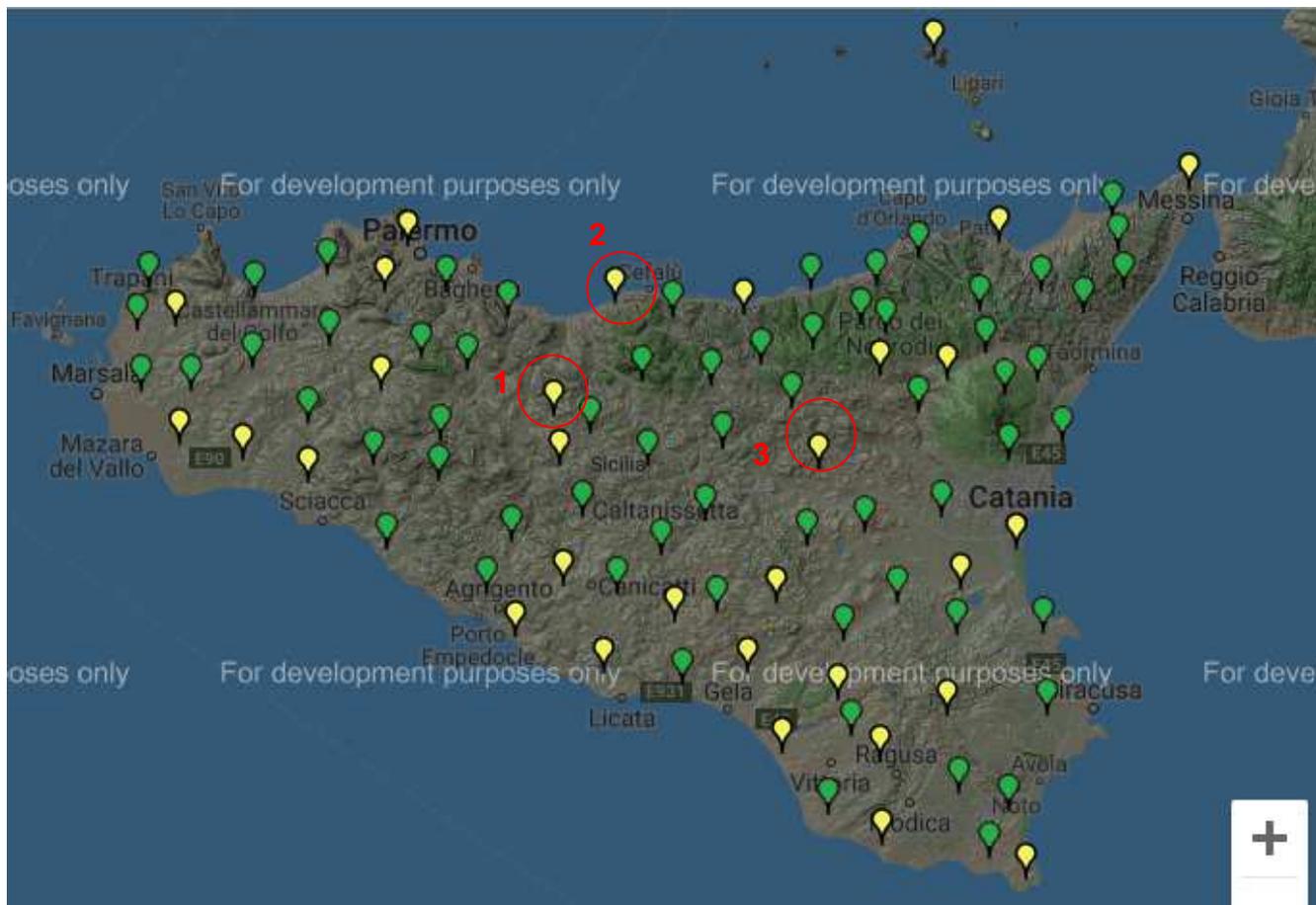


Parametri modello LAMA in 3D e 2D

- Pressione [Pa]
- Temperatura [°K]
- Direzione vento[Gradi]
- Modulo vento [m/s]
- Classe di stabilità [1-6]
- Friction velocity [m/s]
- Altezza di rimescolamento [m]
- Lungh. di Monin-Obukov [m]
- Convective velocity scale [m/s]
- Radiazione visibile netta [W/m<sup>2</sup>]
- Rad. infrarossa netta [W/m<sup>2</sup>]
- Flusso di calore latente [W/m<sup>2</sup>]
- Flusso di calore sensibile [W/m<sup>2</sup>]
- Copertura nuvolosa [0-1]

**Figura 8 Ubicazione della stazione virtuale LAMA, livelli verticale parametri forniti**

**Rete SIAS ( Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano)**



**Figura 9 localizzazione stazioni SIAS**

**Tabella 14 Specifiche stazioni SIAS**

	Stazione	Prov.	Comune	Località	Coordinate UTM ED50 (m)		Quota (m)
1	ALIA	PA	Alia	Porcheria	4177982	389507	560
2	LASCARI	PA	Lascari	Lentina	4206383	405194	55
3	AGIRA	EN	Agira	Mangiagrilli	4164155	456066	467

	Stazione	TA	P	UR	V2	PA	R	V10
1	ALIA	°	°	°	°	°	°	°
2	LASCARI	°	°	°	°	°	°	°
3	AGIRA	°	°	°	°	°	°	°

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio di 42 di 65	Rev.:				RE-QA-305
		00				

TA= temperatura dell'aria

P = precipitazioni

PA = pressione atmosferica

UR = umidità relativa dell'aria

R = radiazione solare globale

V2 = velocità e direzione vento a 2 metri V10 = velocità e direzione vento a 10 metri

Di seguito le rose dei venti delle stazioni considerate:

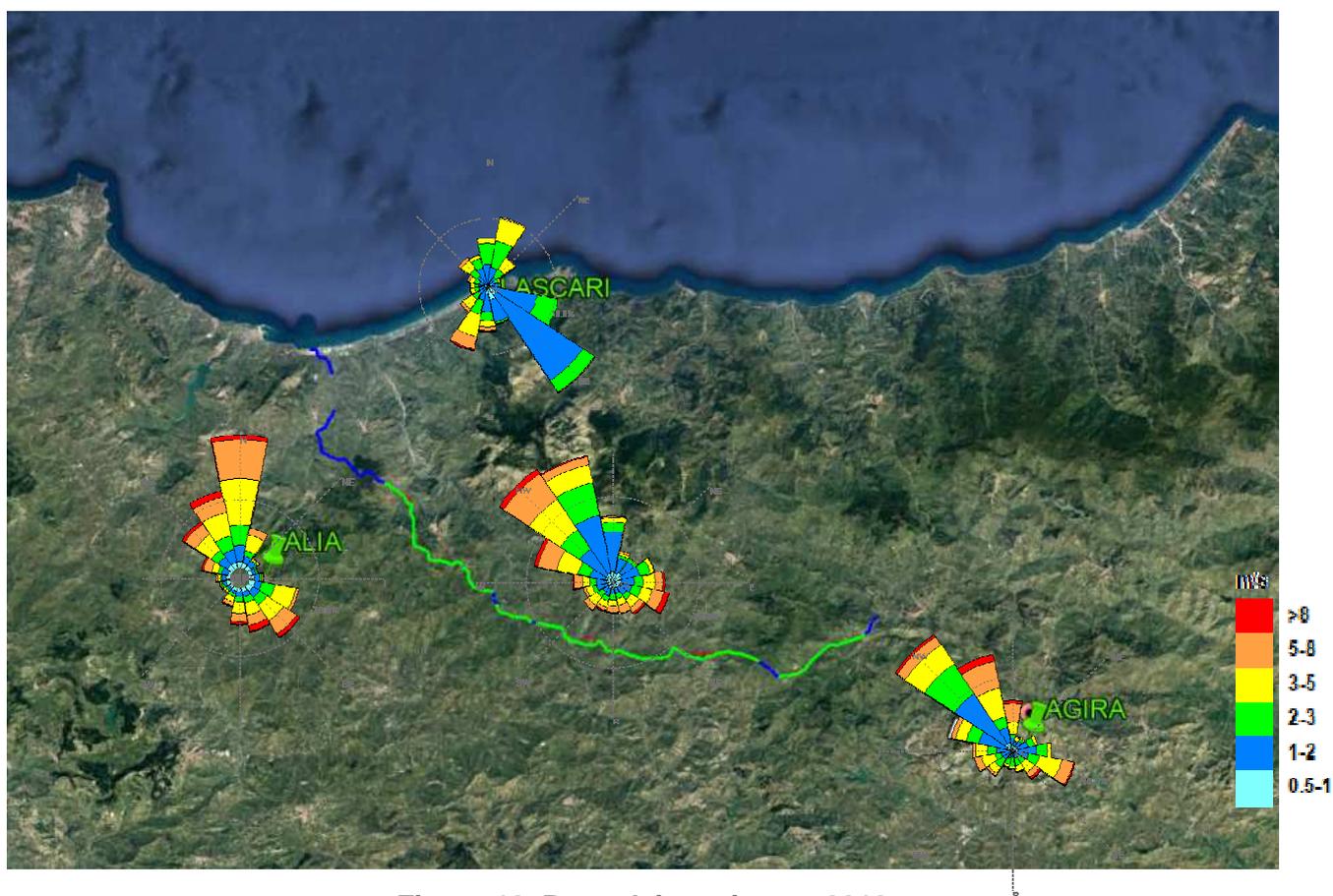


Figura 10 Rose dei venti anno 2018

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-ENV-RE-300-0005		43	di 65	00	RE-QA-305

## 6 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

### 6.1 Scelta e tipologie di modelli diffusionali

Quando gas o particelle vengono immessi in atmosfera, si disperdono per opera del moto caotico dell'aria; tale fenomeno è noto come diffusione turbolenta. Scopo dello studio del comportamento degli inquinanti in atmosfera è la conoscenza della loro distribuzione spaziale e temporale.

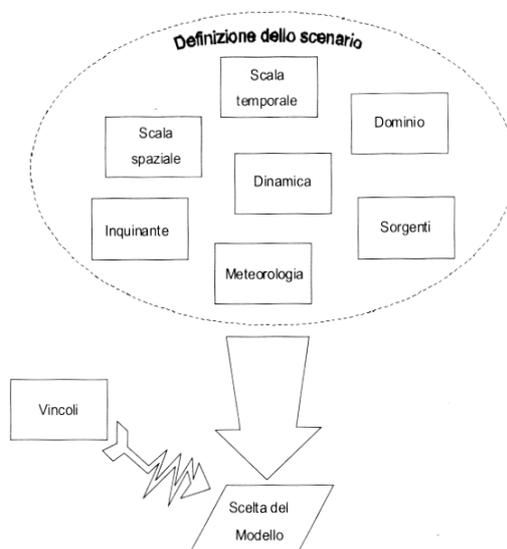
Nella maggior parte dei casi si ricorre alla descrizione matematica dei processi di trasporto, reazione chimica e rimozione, attraverso l'ausilio di modelli matematici di simulazioni (detti modelli di diffusione), atti a descrivere la distribuzione di una determinata sostanza in atmosfera.

La scelta dello strumento modellistico adeguato alle esigenze dello specifico caso di studio, necessita di un'attenta fase di valutazione di applicabilità, da espletarsi attraverso la verifica del problema:

- scala spaziale, temporale, dominio, tipo di inquinante, tipo di sorgenti, finalità delle simulazioni;
- dell'effettiva disponibilità dei dati di input;
- delle risorse di calcolo disponibili;
- del grado di complessità dei vari strumenti disponibili e delle specifiche competenze necessarie per la sua applicazione;
- delle risorse economico-temporali disponibili.

Naturalmente, la complessità della realtà fisica, fa sì che nessun modello possa rappresentare la situazione reale nella sua completezza: ciascun modello rappresenta necessariamente una semplificazione e un'approssimazione della realtà.

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 44 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------------	-------------	-----------



**Figura 11 Approccio metodologico per scelta del modello**

## 6.2 Criteri che concorrono alla scelta del modello

In generale, i modelli matematici diffusionali si possono dividere in due categorie:

- modelli deterministici;
- modelli statistici.

I modelli deterministici si basano su equazioni che si propongono di descrivere in maniera quantitativa i fenomeni che determinano il comportamento dell'inquinante in atmosfera.

Si dividono a loro volta in due classi:

- modelli euleriani: riferiti ad un sistema di coordinate fisse;
- modelli lagrangiani: riferiti ad un sistema di coordinate mobile, che segue gli spostamenti degli elementi di cui si desidera riprodurre il comportamento in atmosfera.

I modelli euleriani si suddividono, a loro volta, in:

- modelli analitici,
- modelli a box,
- modelli a griglia.

I modelli analitici si basano sull'integrazione, in condizioni semplificate, dell'equazione generale di trasporto e diffusione. Le condizioni meteo-climatiche possono considerarsi stazionarie (plume models), oppure dipendenti dal tempo (puff models).

N° Documento:	Foglio	Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005	45 di 65	00	RE-QA-305

I modelli a box suddividono il dominio in celle, all'interno delle quali si assume che l'inquinante sia perfettamente miscelato. E' inoltre possibile tenere conto di eventuali termini di trasformazione chimica e di rimozione dovuta a fenomeni di deposizione.

I modelli a griglia si basano sulla soluzione dell'equazione di diffusione atmosferica tramite tecniche alle differenze finite. Prendono il nome dalla suddivisione del dominio in un grigliato tridimensionale e sono in grado di tener conto di tutte le misure meteorologiche disponibili e delle loro variazioni spaziali e temporali, nonché di trasformazioni quali le reazioni chimiche, la deposizione secca o umida.

I modelli lagrangiani si suddividono in:

- modelli a box,
- modelli a particelle.

I modelli lagrangiani a box, differentemente dai corrispondenti modelli euleriani, ottengono una risoluzione spaziale lungo l'orizzontale, non possibile nei primi a causa dell'ipotesi di perfetto miscelamento. La dimensione verticale del box è posta uguale all'altezza di miscelamento. L'ipotesi semplificatrice più significativa consiste nell'assumere la dispersione orizzontale nulla (assenza di scambio con l'aria circostante).

Nei modelli a particelle, la dispersione dell'inquinante viene schematizzata attraverso pseudo-particelle di massa nota, che evolvono in un dominio tridimensionale. Il moto delle particelle viene descritto mediante la componente di trasporto, espressa attraverso il valore medio del vento, e quella turbolenta, espressa attraverso le fluttuazioni dello stesso intorno al valore medio. Questo approccio permette di tener conto delle misure meteorologiche disponibili, anche relative a situazioni spaziali e temporali complesse, evitando parametrizzazioni sulla turbolenza (classi di stabilità e coefficienti di diffusione semi-empirici).

I modelli statistici si basano su relazioni statistiche fra insiemi di dati misurati e possono suddividersi, a seconda delle tecniche statistiche implementate, in:

- modelli di distribuzione;
- modelli stocastici;
- modelli di recettore.

Tutti i modelli statistici non prevedono l'utilizzo delle equazioni che descrivono la realtà fisica, ma utilizzano i soli dati misurati nel passato dalla rete di monitoraggio e forniscono le previsioni dei valori di concentrazione nei soli punti della rete stessa. Nelle loro forme più semplici, questi modelli si basano su espressioni lineari formate dal termine che esplicita la relazione tra dati passati e dato previsto e dal termine stocastico vero e proprio; le ulteriori affinzioni possono derivare con l'apporto esplicito o implicito di altre variabili, meteorologiche o emmissive.

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 46 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------------	-------------	-----------

### 6.3 Approccio metodologico

L'obiettivo dello studio è la valutazione, per mezzo dell'applicazione di un opportuno modello diffusionale (UNI 10964:2001 "*Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria*"; UNI 10796:2000 "*Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici*") della concentrazioni e deposizioni degli inquinanti caratteristici dell'emissione, sia sul territorio circostante che in alcuni punti specifici, opportunamente individuati e ritenuti di particolare importanza per il territorio.

Le fasi, secondo cui si è proceduto nell'elaborazione del presente studio, sono:

- **Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali (DTM, utilizzo del suolo etc.)**
  - a. Il dominio di calcolo è stato individuato facendo riferimento alla localizzazione dell'opera e dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, recettori sensibili etc.).
  - b. L'area, sufficientemente estesa per comprendere tutti i centri urbani potenzialmente interessati dalle ricadute di inquinanti, è stata individuata in un dominio di calcolo stimabile in circa 3 km, direzione W-E, per 3km direzione N-S.
- **Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative all'emissioni convogliate**
  - a. I dati per le emissioni sono stati desunti dai dati di cantierizzazione,
- **Acquisizione ed elaborazione dei dati meteorologici relativi all'anno di riferimento**
  - b. I dati meteorologici sono stati elaborati per predisporre una caratterizzazione meteo-climatica dell'area in esame relativamente al periodo preso a riferimento.
  - c. I dati meteorologici acquistati sono stati elaborati tramite l'applicazione del codice di calcolo CALMET per la predisposizione dei file di ingresso al modello di dispersione ed al calcolo dei parametri necessari come: classi di stabilità atmosferica, altezza dello strato di mescolamento etc.
- **Applicazione del codice numerico di dispersione per la valutazione delle ricadute delle sostanze emesse per l'anno di riferimento**
  - a. Per l'attività, oggetto del presente studio, è stato applicato il codice di dispersione Calpuff per la valutazione delle ricadute delle sostanze emesse, così come individuate al punto 2.
  - b. Sono stati predisposti i necessari file di input al modello di dispersione, per svolgere simulazioni che comprendano come arco temporale un anno di dati meteo come descritto nel punto 3.
  - c. Le simulazioni sono state svolte, per tutte le sorgenti individuate al punto 2,
  - d. Le simulazioni forniscono come risultati le concentrazioni su tutto il dominio di calcolo selezionato ed in punti recettori, opportunamente individuati.

N° Documento:	Foglio	Rev.:				
03858-ENV-RE-300-0005	47 di 65	00				RE-QA-305

## • Risultati

- a. I risultati delle simulazioni sono rappresentati in forma tabellare per i recettori individuati e confrontati con i valori limite di qualità dell'aria, mentre sono state realizzate mappe di isoconcentrazione per i recettori su griglia cartesiana.

### 6.4 Calpuff Model System

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM<sup>1</sup>, 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).

Il sistema di modelli è composto 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

<sup>1</sup> CALPUFF Regulatory Updates and Consequence Analysis

The current regulatory version of the CALPUFF Modeling System includes:

CALPUFF version 5.8, level 070623

CALMET version 5.8, level 070623

CALPOST version 5.6394, level 070622

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).

N° Documento:	Foglio	Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005	48 di 65	00	RE-QA-305

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.

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.

## 6.5 Applicazione del modello di simulazione negli scenari emissivi e meteorologici analizzati

Nella presente analisi modellistica è stata analizzata la dispersione e la diffusione in atmosfera dei parametri sopra elencati, con riferimento alle attività di cantiere previste dal progetto, al fine di verificarne i potenziali effetti ed il rispetto dei valori limite sulla qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

Al fine dell'implementazione della catena modellistica per la valutazione del potenziale impatto in atmosfera derivante dalle attività di cantiere è stato necessario definire per ognuna delle aree di cantiere esaminate, i seguenti dati:

- dominio di calcolo e schema di modellazione;
- parametri emissivi;
- condizioni meteorologiche;
- Valutazione recettori sensibili.

### 6.5.1 Dominio di calcolo e schema di modellazione

La dispersione delle polveri e degli inquinanti potenzialmente prodotte in fase di cantiere (emissioni di gas da mezzi di cantiere) è stata simulata, su di un'area compatibile con quella dell'opera in progetto. Al fine di poter correttamente ricostruire la meteorologia dell'area in esame ed in relazione alla complessità dell'area da un punto di vista orografico e di uso del suolo si è provveduto a simulare la fase meteorologica su un dominio a larga scala. Successivamente il dominio di calcolo della dispersione è stato ritagliato all'interno di quello meteorologico.

Ai fini del calcolo della concentrazione delle polveri e dei gas, il dominio di calcolo è stato suddiviso in punti griglia idonei a rappresentare in forma di mappe le ricadute del percorso del cantiere di lavorazione, in particolare per quelle attività svolte "in linea".

Per la restituzione grafica dei risultati, il dominio di calcolo è stato suddiviso in 6 sottodomini di estensione pari a 10 kmq descritti nell'allegato 1 alla presente relazione.



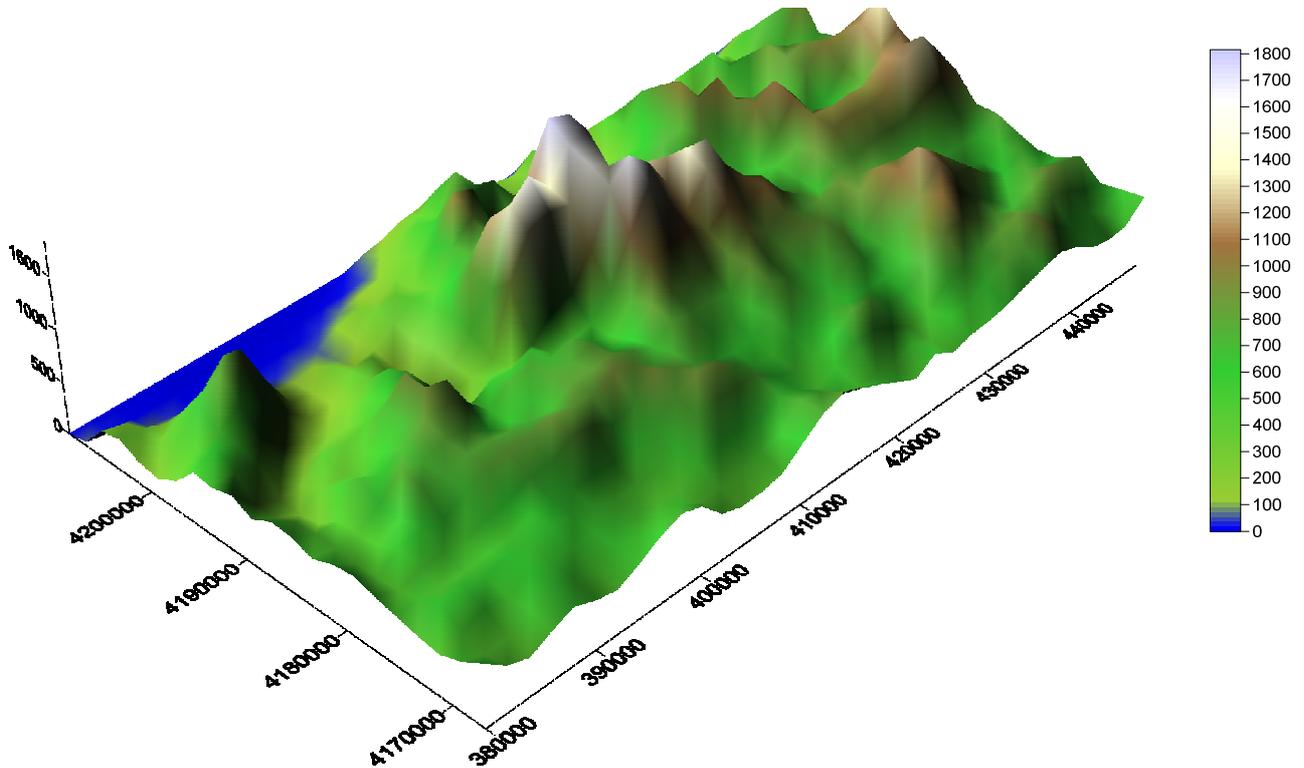
Figura 12 Dominio di calcolo meteorologico per CALMET (giallo) e dominio di calcolo per dispersione CALPUFF (arancio)

Tabella 15 Domini di calcolo per la dispersione

	Estensione del dominio UTM WGS 84 fuso 33N [km]		Passo griglia
Dominio simulazione CALMET	379000.0	4166500.0	2 km
	450000.0	4166500.0	
	379000.0	4208500.0	
	450000.0	4208500.0	
Dominio simulazione CALPUFF	380000.0	4167000.0	25 m
	448000.0	4167000.0	
	380000.0	4210000.0	
	448000.0	4210000.0	

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>				
<b>Opere in rimozione</b>				
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>				
N° Documento:	Foglio	di	Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005	50	65	00	RE-QA-305

Per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera si è tenuto conto dell'orografia dell'intero dominio di calcolo implementando un modello di terreno complesso.



**Figura 13 Orografia area di studio (m.s.l.m.) con individuato l'area dell'opera**

### 6.5.2 Parametri emissivi

Per quanto riguarda gli input progettuali, la metodologia seguita per la definizione delle sorgenti emissive presenti durante la fase di cantiere di rimozione dell'opera in esame, è quella del "Worst Case Scenario".

### 6.5.3 Parametri micrometeorologici

Al fine di effettuare le simulazioni attraverso il software CALPUFF è necessario definire i principali input del modello, distinti in input territoriali meteorologici e progettuali.

Tra i primi si evidenziano i dati meteorologici, per il modello si calcolo meteorologico CALMET, desunti dalla stazione di riferimento di ARPA SMR per l'anno 2018, i quali sono stati implementati insieme ai dati orografici considerando la morfologia del territorio in cui è inserito il progetto, per la ricostruzione di venti tridimensionali e dei parametri micrometeorologici per la dispersione.

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio di 51 di 65	Rev.:					RE-QA-305
		00					

I parametri micrometeorologici calcolati da CALMET aiutano a descrivere la meteorologia dell'area di studio. Infatti di seguito si riportano i valori delle percentuali di accadimento delle classi di stabilità atmosferica e dell'altezza di mescolamento media. Quest'ultimo parametro, l'altezza dello strato di mescolamento, è quella quota, adiacente alla superficie terrestre, all'interno della quale si verifica la diffusione degli inquinanti. Il suo spessore può variare da 50 a 3000 m in funzione delle condizioni meteo e delle caratteristiche della superficie terrestre. In generale tale parametro mostra variabilità sia stagionale che giornaliera, con valori più alti in estate e durante il periodo diurno; risulta in generale una forzante indiretta per l'accadimento di valori di concentrazioni elevate di inquinanti in aria ambiente. Minore è il suo valore, maggiore sono i valori di concentrazione di inquinanti rilevabili.

**Tabella 16 Frequenza di accadimento delle classi di stabilità**

Classe	Occorrenza oraria	percentuale
A	236	3%
B	1502	17%
C	1768	20%
D	1441	16%
E	764	9%
<b>F+G</b>	<b>3025</b>	<b>35%</b>

Si registra una preponderanza di classi F+G per circa il 35% delle ore dell'anno 2018 con un contributo non trascurabile pari a circa il 20% delle classi C ed E e circa il 16-17% per le classi D e B.

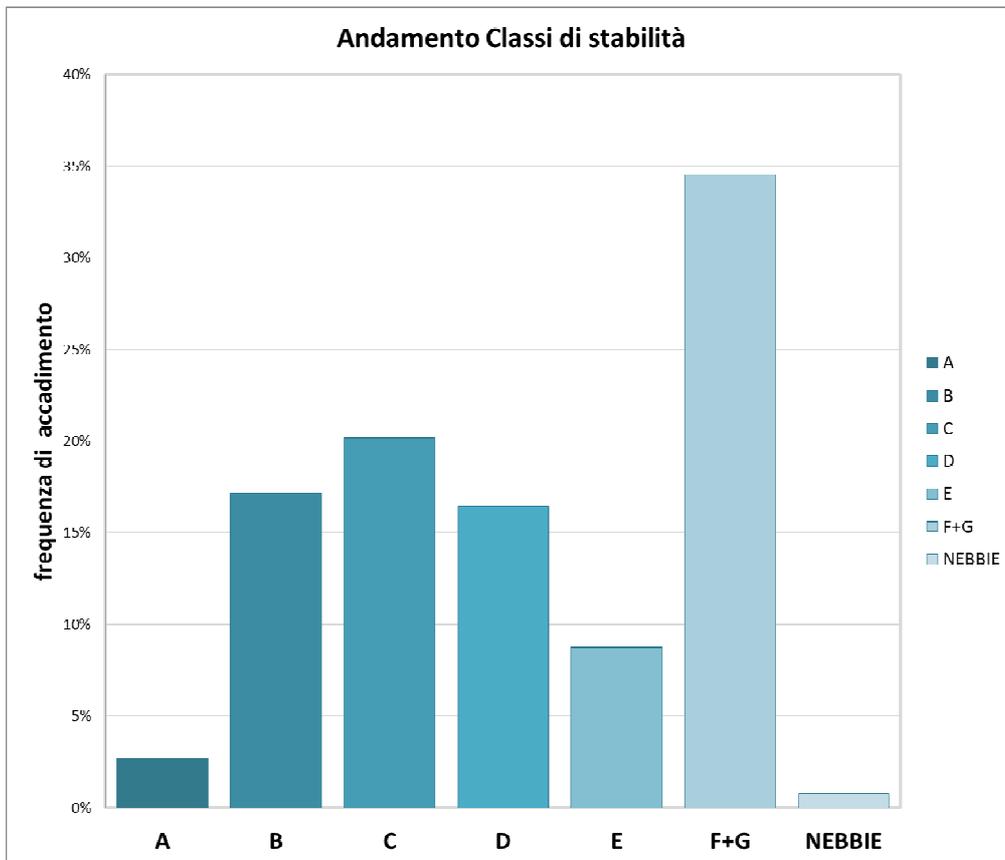


Figura 14 Andamento annuale classi di stabilità

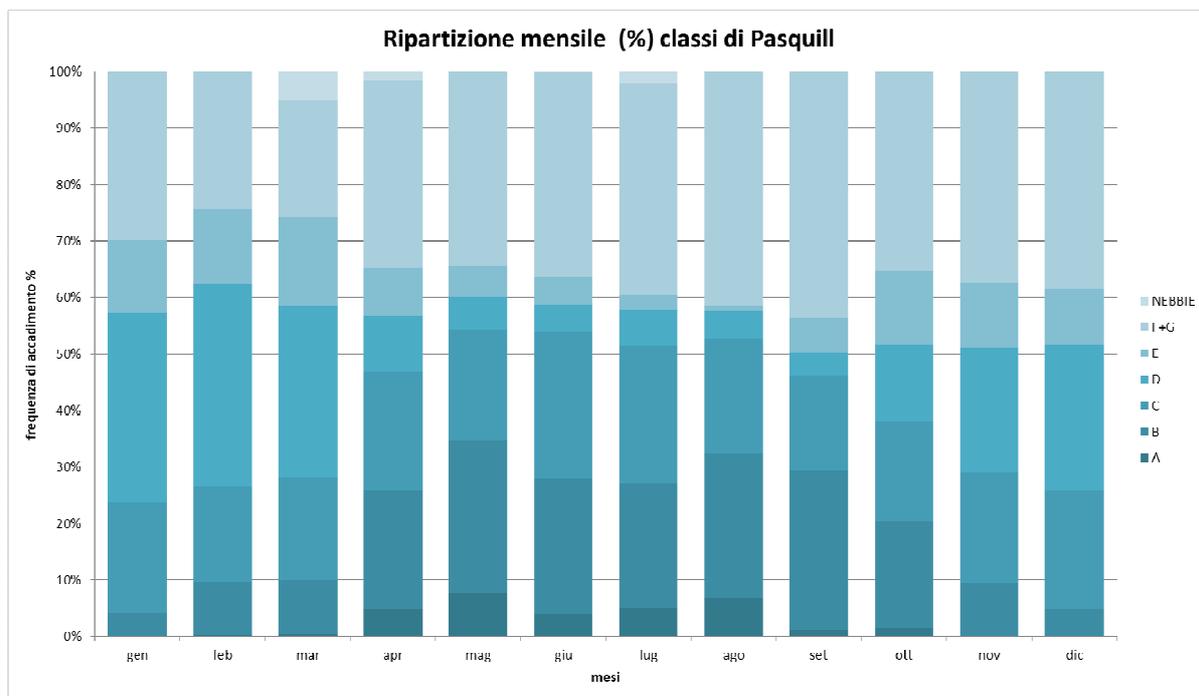
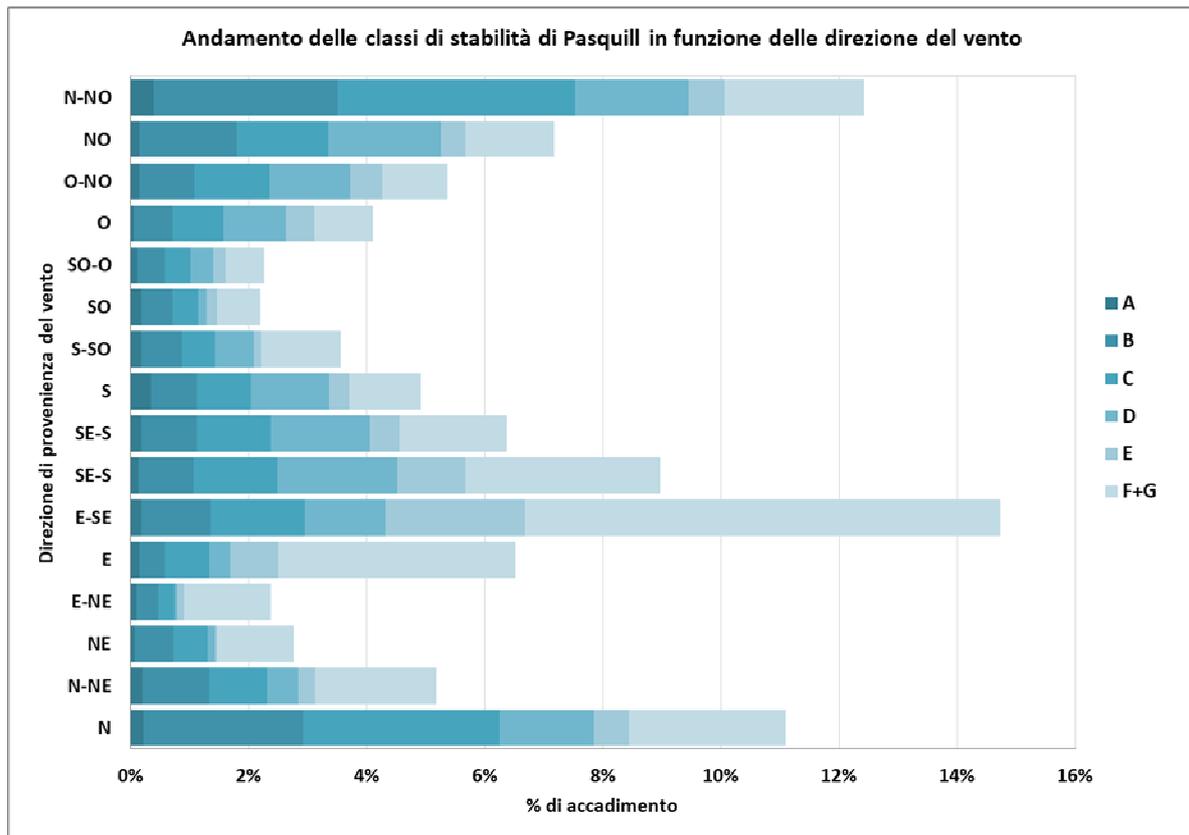


Figura 15 Ripartizione mensile classi di stabilità



**Figura 16** Frequenza di accadimento delle classi di stabilità in funzione della direzione di provenienza del vento

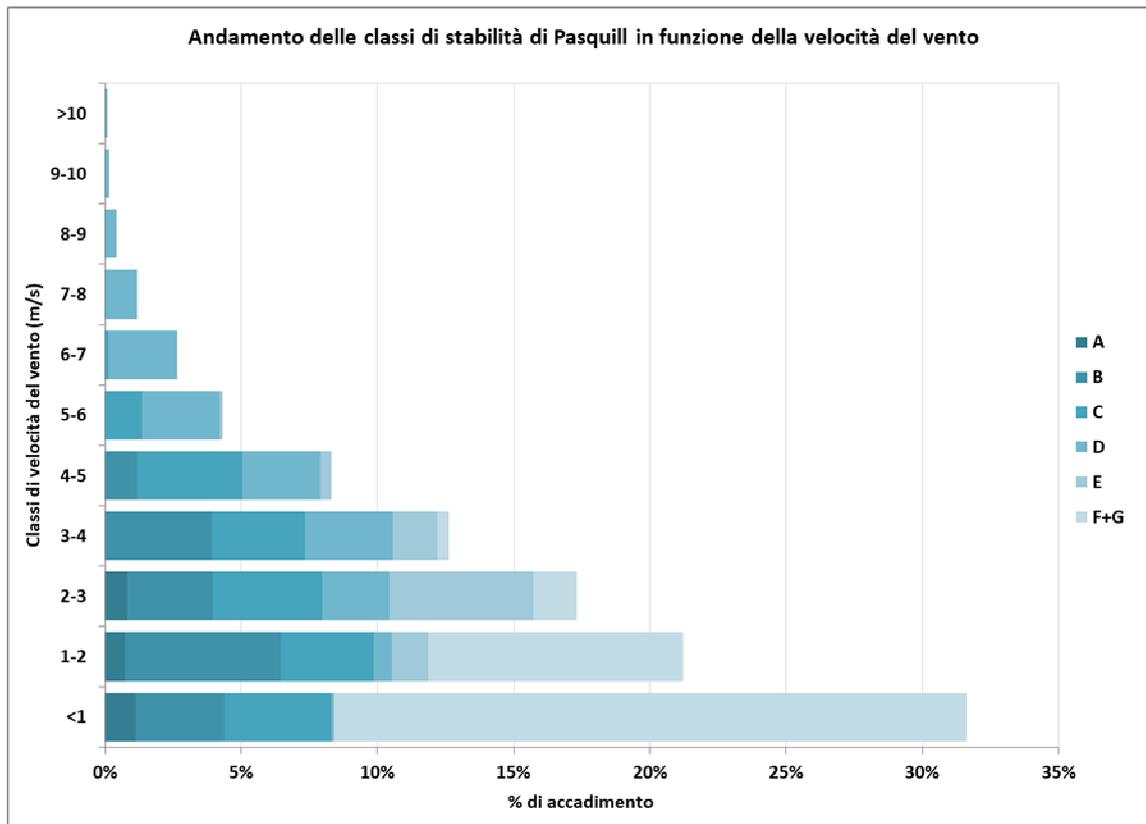


Figura 17 Frequenza di accadimento delle classi di stabilità in funzione della velocità del vento

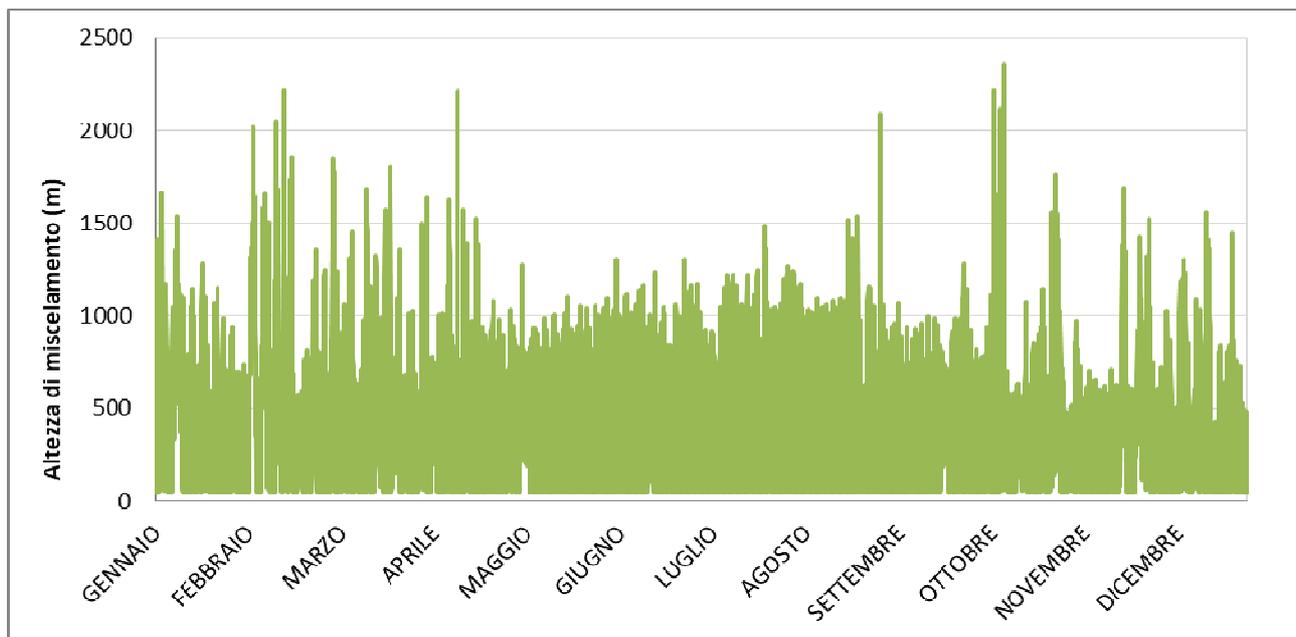


Figura 18 Serie temporale su media oraria dell'altezza dello strato di mescolamento

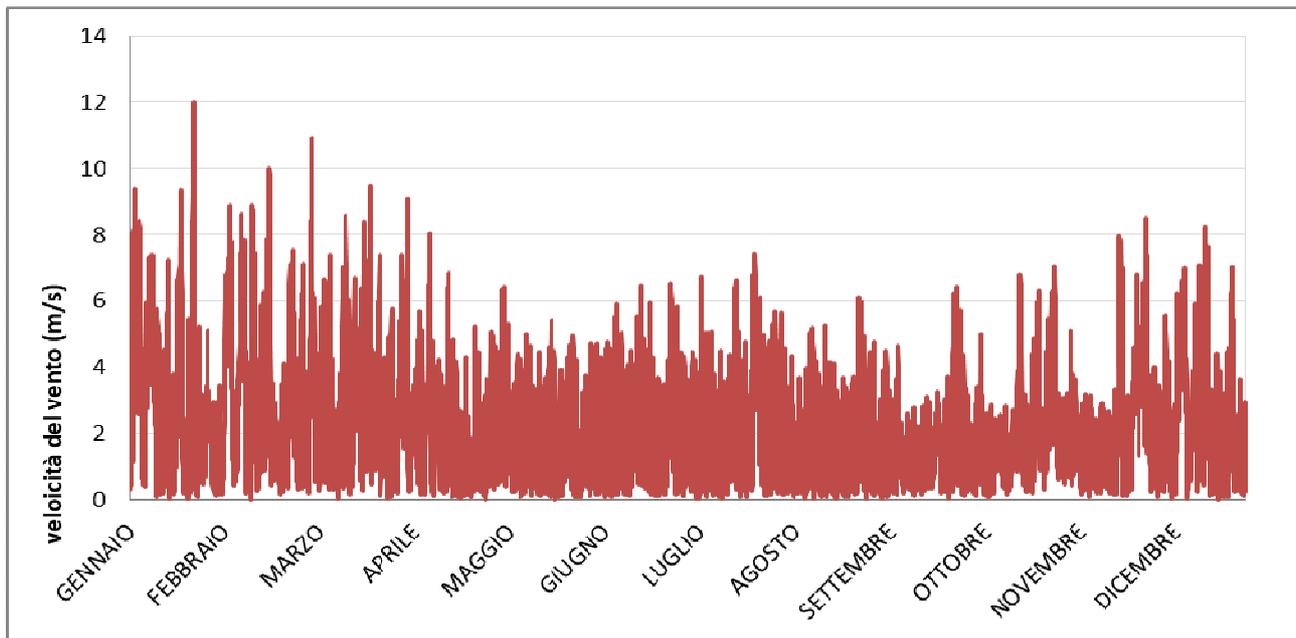
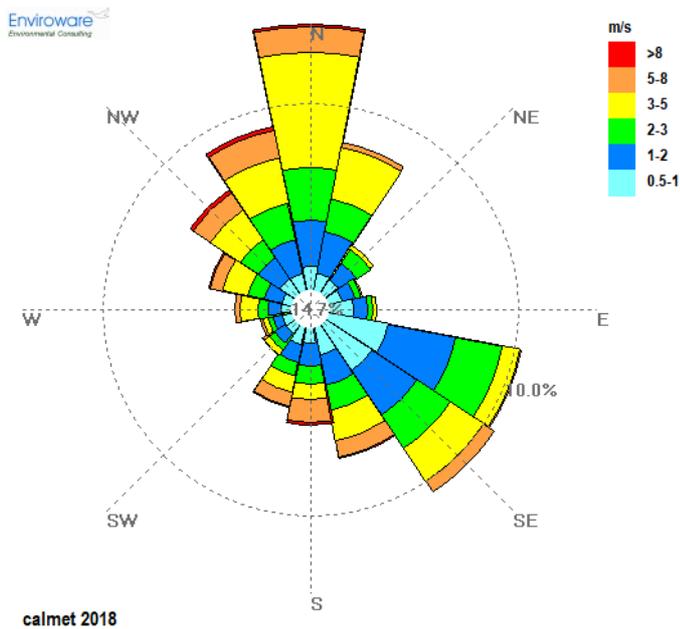
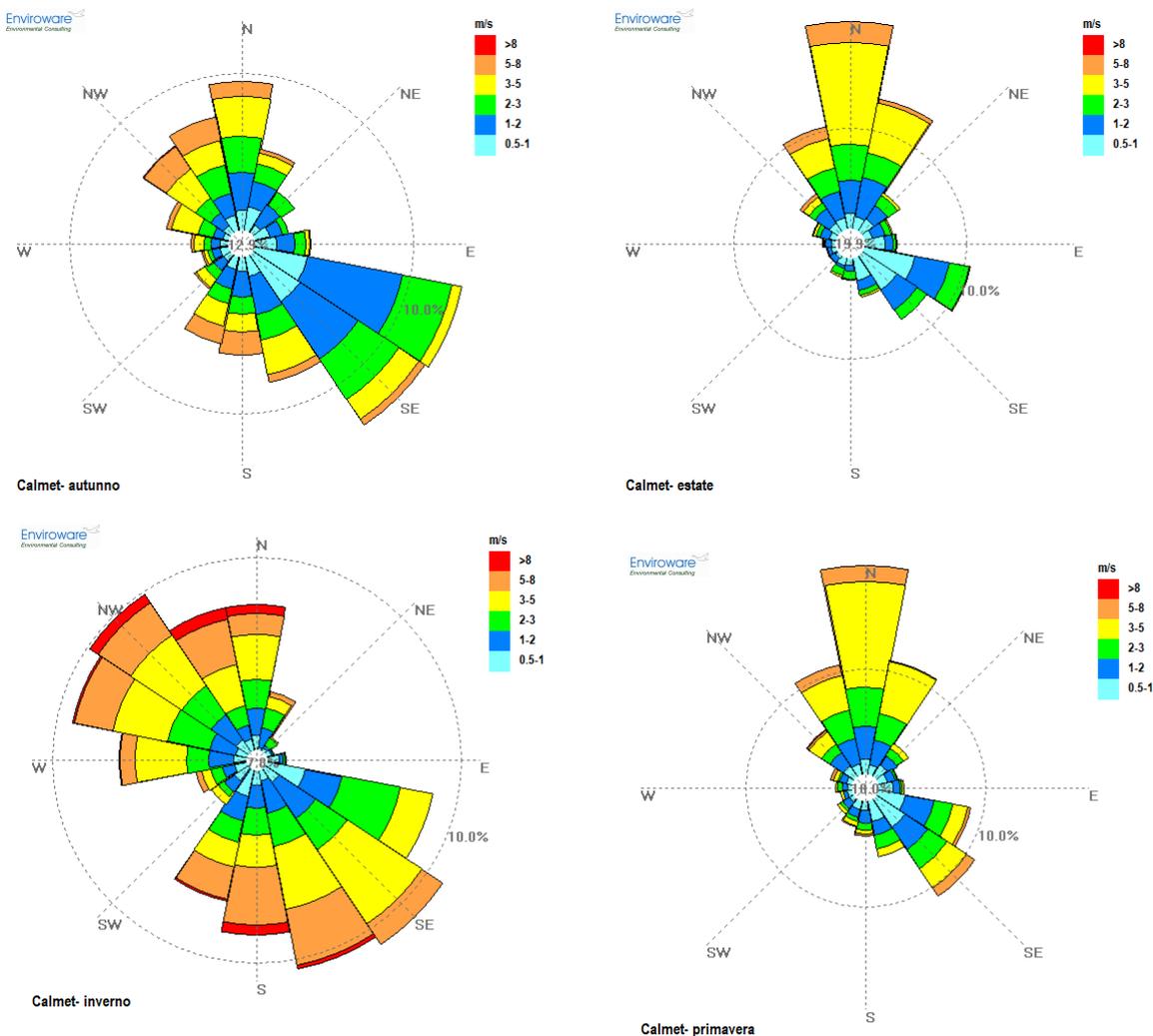


Figura 19 Serie temporale su media oraria della velocità del vento a 10 metri sul livello del suolo nell'area di cantiere.





**Figura 20 Rosa dei Venti annuale e stagionale estratta sull'area di cantiere calcolata da CALMET**

Nel file di controllo del modello sono state impostate le seguenti opzioni:

- trasformazioni chimiche non considerate (condizione cautelativa);
- deposizione umida non simulata (condizione cautelativa);
- deposizione secca simulata per gli inquinanti particolati e non simulata per quelli gassosi;
- coefficienti di dispersione calcolati in base alle variabili micro-meteorologiche; calcolate dal codice CALMET la cui simulazione è stata svolta sul dominio di calcolo meteorologico.

Per tutte le altre impostazioni sono stati utilizzati i valori di default consigliati. Per meglio valutare il reale impatto delle emissioni inquinanti considerate si sono inseriti nel codice di calcolo, file di controllo di CALPUFF, i coefficienti di ripartizione giornaliera delle emissioni da ogni area di cantiere, per la viabilità indotta e le macchine operatrici. In questo modo si

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio di 57 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------------------	-------------	-----------

è potuto valutare in modo coerente le emissioni da ogni tipologia di sorgente tenendo conto delle contemporaneità delle lavorazioni ed attività che si svolgono nelle singole aree di cantiere e del traffico ad esse associate.

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 2018, configurazione del codice, realizzati come di seguito riportato in tabella.

**Tabella 17 Configurazione CALPUFF per le sorgenti simulazioni**

<b>Parametro</b>	<b>Descrizione</b>
Periodo	anno solare 2018
Orografia	File GEO.DAT, contenente i dati di utilizzo del suolo (CORINE LAND COVER - Land Use) e di orografia (metri s.l.m.) organizzati su una griglia di passo 2000m.
Emissioni	Le emissioni di cantiere sono state rappresentate nel codice di calcolo come emissioni volumetriche ed areali ed inserite come variabili su scala oraria per le effettive ore di lavorazione del cantiere. Sono stati considerate le emissioni relative alla fase di lavoro che determina il i worst case in relazione alla loro non contemporaneità temporale.
Meteorologia	File SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 10 m s.l.s. derivate dalle stazioni meteorologiche della rete regionali quali: stazione di Alia, stazione di Agira e stazione di Lascari.  File UPAIR.DAT: come dati in quota sono stati inseriti i dati meteorologici presenti nell'archivio di LAMA ARPA SMR acquisiti per questo studio.

### **Simulazioni**

Meteo	I campi di vento tridimensionale sono stati calcolati tramite il preprocessore CALMET sul dominio di studio (celle di passo 2 km) considerando 8 livelli verticali (0.,20.,50.,200.,300.,500.,800,1000., m.s.l.s.)
Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala oraria per il periodo di riferimento (anno 2018) e con un grigliato di passo pari a 25 metri.

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 58 di 65	Rev.: 00	RE-QA-305
--	--------------------	-------------	-----------

### **Output**

---

Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di polveri calcolati da CALPUFF sia nei "recettori discreti", ovvero in corrispondenza di punti selezionati come "sensibili" per valutare il rispetto dei limiti di legge, che come "recettori grigliati" per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine.

---

N° Documento:	Foglio	Rev.:	
03858-ENV-RE-300-0005	59 di 65	00	RE-QA-305

## 7 RISULTATI DELLO STUDIO

I risultati proposti in questo paragrafo riguardano i valori di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente stimati dal codice di calcolo CALPUFF (PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub>) per le emissioni delle aree di cantiere così come individuate e simulate sottoforma di mappe di isoconcentrazione e presso i recettori discreti individuati.

In particolare, con riferimento agli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) è necessario fare delle precisazioni.

Gli ossidi di azoto NO<sub>x</sub> sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO<sub>2</sub>, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NO<sub>x</sub> e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>) comunemente presenti in atmosfera.

L'inquinante primario (per quanto riguarda gli NO<sub>x</sub>) prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

- temperatura di combustione: più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO.

Il meccanismo di formazione secondaria di NO<sub>2</sub> dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto si converte parzialmente in NO<sub>2</sub> (produzione di origine secondaria) in presenza di ozono (O<sub>3</sub>). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO<sub>2</sub> è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

- l'O<sub>3</sub> reagisce con l'NO emesso per formare NO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>;
- le molecole di NO<sub>2</sub> presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni hv di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO<sub>2</sub> producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi;
- gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O<sub>2</sub> presenti in aria per generare ozono (O<sub>3</sub>) che quindi è un inquinante secondario.

Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO<sub>2</sub> si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO<sub>2</sub> senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO<sub>2</sub> e NO in aria.

## Opere in rimozione

## INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio di 60      65	Rev.:					RE-QA-305
		00					

Tuttavia in condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO<sub>2</sub> secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO<sub>2</sub>, con conseguente accumulo di NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> in atmosfera.

I fattori di emissione per gli ossidi di azoto forniti dagli inventari delle emissioni sono espressi in termini di NO<sub>x</sub> e non NO<sub>2</sub>. Al contrario la vigente normativa sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite (media annua e massima oraria) espressi come NO<sub>2</sub> e non come NO<sub>x</sub>.

Poiché il modello di simulazione utilizzato per l'analisi della dispersione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera non tiene conto dei vari meccanismi chimici di trasformazione che portano alla formazione secondaria degli NO<sub>2</sub> a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO<sub>x</sub>. E' difficile prevedere la percentuale di NO<sub>2</sub> contenuta negli NO<sub>x</sub>, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O<sub>3</sub>) e di luce. Inoltre i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Tuttavia, come è possibile riscontrare nei paragrafi che seguono, anche si assumesse che il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> è pari a 1 (situazione limite poco probabile), ovvero che tutti gli NO<sub>x</sub> sono costituiti interamente da NO<sub>2</sub>, i valori di concentrazione degli ossidi di azoto stimati con il modello di dispersione in atmosfera risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa.

**Tabella 18 - Valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> per i recettori posti lungo la condotta principale in rimozione.**

Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2

Opere in rimozione

INDAGINE SULL'ATMOSFERA

N° Documento:

03858-ENV-RE-300-0005

Foglio

61 di 65

Rev.:

00

RE-QA-305

N.	Rec.	NOx				PM10			
		Media	99.8° percentile delle medie orarie	Massimo delle medie orarie	Fondo (valore NO2 stazione QA- Termini Imerese)	Media	90.4° percentile delle medie giorno	Massimo delle medie giorno	Fondo (valore PM10 stazione QA Termini Imerese)
	id	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
1	R1	9.1	45.9	46.6	6	7.8	13.5	18.3	16
2	R2	10.7	53.9	54.8	6	9.2	15.9	21.5	16
3	R19	8.6	43.3	44.0	6	7.4	12.8	17.3	16
4	R16	14.4	72.9	74.0	6	12.4	21.5	29.1	16
5	R3	12.8	64.6	65.6	6	11.0	19.1	25.8	16
6	R4	5.5	27.8	28.3	6	4.7	8.2	11.1	16
7	R17	3.5	17.7	18.0	6	3.0	5.2	7.1	16
8	R6	12.9	65.3	66.3	6	11.1	19.3	26.0	16
9	R7	10.0	50.6	51.4	6	8.6	14.9	20.2	16
10	R9	11.7	59.2	60.2	6	10.1	17.5	23.6	16
11	R10	12.7	64.4	65.4	6	11.0	19.0	25.7	16
12	R18	8.6	43.3	44.0	6	7.4	12.8	17.3	16
13	R13	9.8	49.7	50.5	6	8.5	14.7	19.8	16
14	R14	6.0	30.5	31.0	6	5.2	9.0	12.2	16
15	R15	4.8	24.4	24.7	6	4.2	7.2	9.7	16

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>					
<b>Opere in rimozione</b>					
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-ENV-RE-300-0005		62	di 65	00	RE-QA-305

## 7.1 Mappe di isoconcentrazione

I risultati delle simulazioni effettuate per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera legata alle attività di cantiere è riportata negli allegati cartografici al presente studio.

Le mappe di concentrazione prodotte rappresentano la previsione delle concentrazioni per i parametri PM<sub>10</sub>, in condizioni post-mitigazione e NO<sub>x</sub>. Nello specifico le mappe allegate riportano le seguenti mappe:

- NO<sub>x</sub>: Massimo delle medie orarie
- PM<sub>10</sub>: Massimo delle medie giornaliere

Dalle simulazioni effettuate nella presente fase di progettazione, considerando la messa in opera delle misure di mitigazione previste (bagnatura delle piste di cantiere non pavimentate) è possibile affermare che per tutti i parametri inquinanti sono stati simulati dei livelli di concentrazione inferiori al limite di legge.

Si sottolinea che le curve di iso-concentrazione prodotte rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere, a cui viene poi sommato matematicamente lo stato ante-operam di qualità dell'aria rilevato dalle centraline presenti sul territorio, che non evidenzia situazioni critiche per gli inquinanti considerati (polveri e NO<sub>2</sub>).

<b>Rifacimento Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – fase 2</b>						
<b>Opere in rimozione</b>						
<b>INDAGINE SULL'ATMOSFERA</b>						
<b>N° Documento:</b>	<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>			RE-QA-305
03858-ENV-RE-300-0005	63	di 65	00			

## 8 CONCLUSIONI

Il presente elaborato tecnico è stato redatto per la valutazione dell'impatto potenziale sulla qualità dell'aria delle attività legate alla fase di cantierizzazione di rimozione dell'opera di un tratto del metanodotto che si sviluppa in Sicilia, tra le province di Palermo ed in parte di Enna.

Lo studio ha visto l'implementazione di simulazioni modellistiche con il codice di calcolo CALMET/CALPUFF per scenari operativi di massime emissioni per attività lavorativa/fase, considerando le varie fasi lavorative non contemporanee.

Sono inoltre considerate come opere di mitigazione le bagnature delle piste non pavimentate.

Secondo quanto emerso anche dai paragrafi precedenti, le simulazioni effettuate nella presente fase di progettazione hanno restituito per tutti i parametri inquinanti dei livelli di concentrazione inferiori ai limiti di legge.

Si sottolinea che le curve di iso-concentrazione prodotte rappresentano esclusivamente il contributo sull'atmosfera legato alle attività di cantiere, a cui vengono in seguito sommati matematicamente i livelli di concentrazione degli inquinanti presenti ante-operam, valutati mediante l'analisi dei dati delle centraline di monitoraggio presenti sul territorio, i quali non presentano superamenti dei limiti di legge.

I valori di concentrazione massimi si riscontrano all'interno delle aree di cantiere stesse e non presentano criticità. Considerando inoltre l'estrema temporaneità delle attività simulate, l'avanzamento giornaliero della linea e le condizioni conservative utilizzate per le simulazioni, si può affermare che gli impatti sulla qualità dell'aria saranno del tutto temporanei, trascurabili e reversibili, assumendo che saranno anche adottate tutte le idonee misure di contenimento delle emissioni, dettagliate nel presente studio.

N° Documento: 03858-ENV-RE-300-0005	Foglio 64 di 65	Rev.:				RE-QA-305
		00				

## 9 ALLEGATI

- ALLEGATO 1 - RAPPRESENTAZIONE DELLE DISPERSIONI PM<sub>10</sub> E NO<sub>x</sub> IN ATMOSFERA;
- ALLEGATO 2 - RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLA ROSA DEI VENTI ANNUALE E STAGIONALE;
- ALLEGATO 3 - RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLA RIPARTIZIONE MENSILE E ANDAMENTO TEMPORALE DELLE CONDIZIONI DI STABILITA' DI PASQUILLE;
- ALLEGATO 4 - RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELL'ANDAMENTO DELLE CLASSI DI STABILITA' DI PASQUILLE E DELLE CONDIZIONE DI NEBBIA SU BASE ANNUALE.

N° Documento:	Foglio	Rev.:				
03858-ENV-RE-300-0005	65 di 65	00				RE-QA-305

## 10 BIBLIOGRAFIA

1. UNI 10964:2001 “Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria”;
2. UNI 10796:2000 “Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici”;
3. Inventaria SINANET;
4. Guidebook EMEP CORINAIR 2007/2009 etc.
5. COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA;
6. US-EPA - AP 42 Emission Factor Chapter 13 e Chapter 11;
7. Dataset USGS GLCC Database (~1000 m, 30 arc-sec) <http://www.usgs.gov/> interpolati fino a 100m con programmi di geostatistica ;
8. Dati di classificazione tipologica del territorio secondo la classificazione Corine land Cover (2005);
9. Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti allegato 1 alla DGP.213-09 della Provincia di Firenze;
10. Volume tecnico Calpuff, appendice Djan 05 Scire et al.;
11. Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria - RTI CTN\_ACE 4/2001 ed aggiornamenti;
12. Arpa Sicilia;
13. Regione Sicilia;
14. SINANET fattori di emissione medi da traffico;
15. ARPA EMILIA ROMAGNA - Struttura Idro-Meteo-Clima.