

**Studio modellistico per la  
valutazione degli effetti sulla  
qualità dell'aria in relazione alla  
sostituzione della CTE esistente  
con due nuove caldaie da 66 MWt  
ciascuna**

Preparato per Versalis S.p.A. - Stabilimento di Porto  
Marghera

Settembre 2016

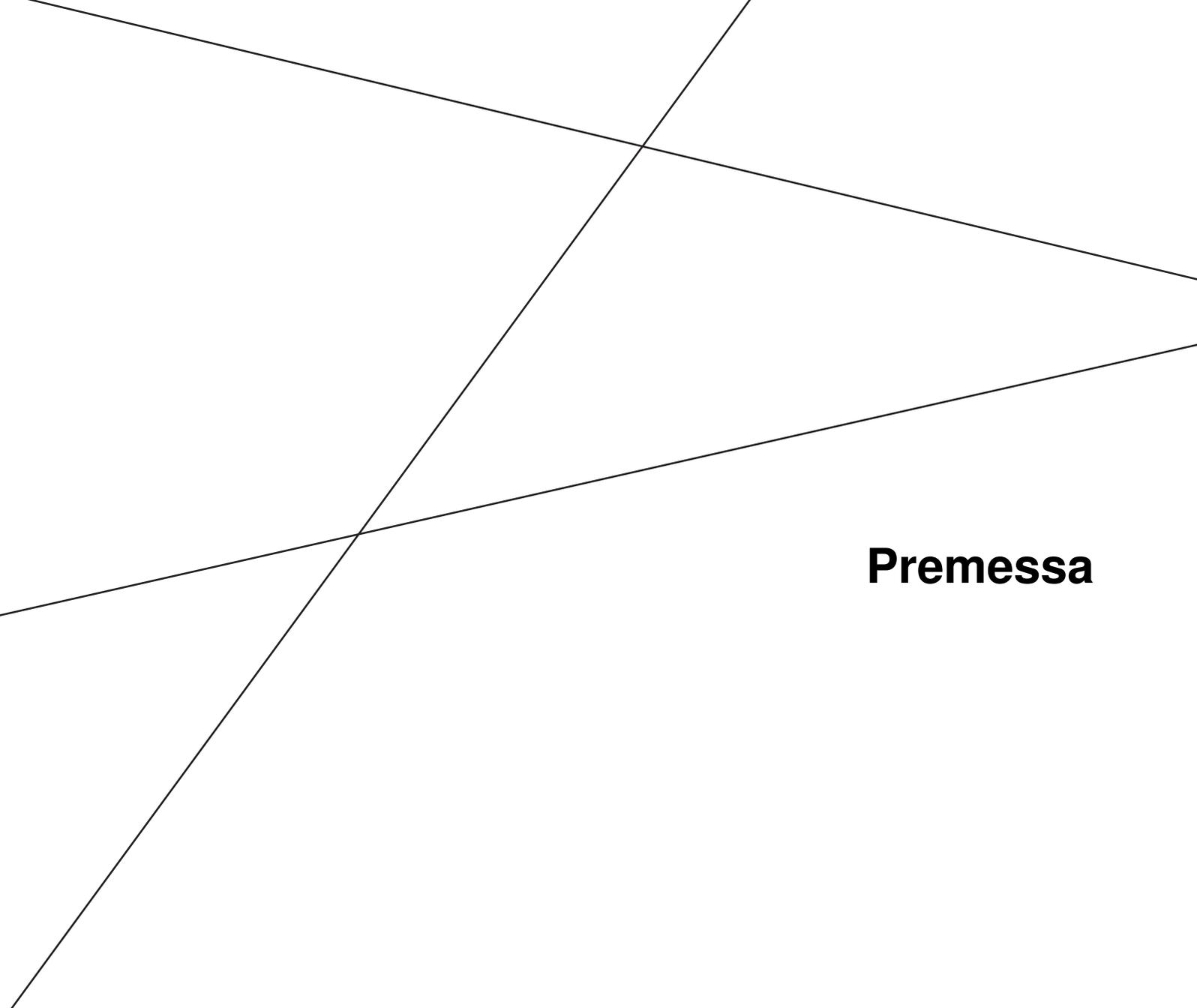
Preparato da

**AECOM URS Italia S.p.A.**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANALISI DI QUALITÀ DELL'ARIA .....</b>	<b>3</b>
2.1	Inquadramento territoriale.....	3
2.2	Limiti normativi.....	3
2.3	Analisi dei dati di qualità dell'aria .....	4
<b>3</b>	<b>ANALISI METEOROLOGICA.....</b>	<b>11</b>
3.1	Dati meteorologici .....	11
3.2	Anno di riferimento 2015.....	18
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA .....</b>	<b>21</b>
4.1	Schema modellistico adottato .....	21
4.2	Dominio di simulazione .....	23
4.3	Input emissivo.....	23
4.4	Stima impatto sulla qualità dell'aria.....	24
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>29</b>

**Allegato 1 – Tavole di isoconcentrazione degli inquinanti**

Three thin black lines intersect to form a large, irregular shape on the left side of the page. One line is nearly vertical, another is nearly horizontal, and the third is diagonal, crossing both.

**Premessa**

**01**

---

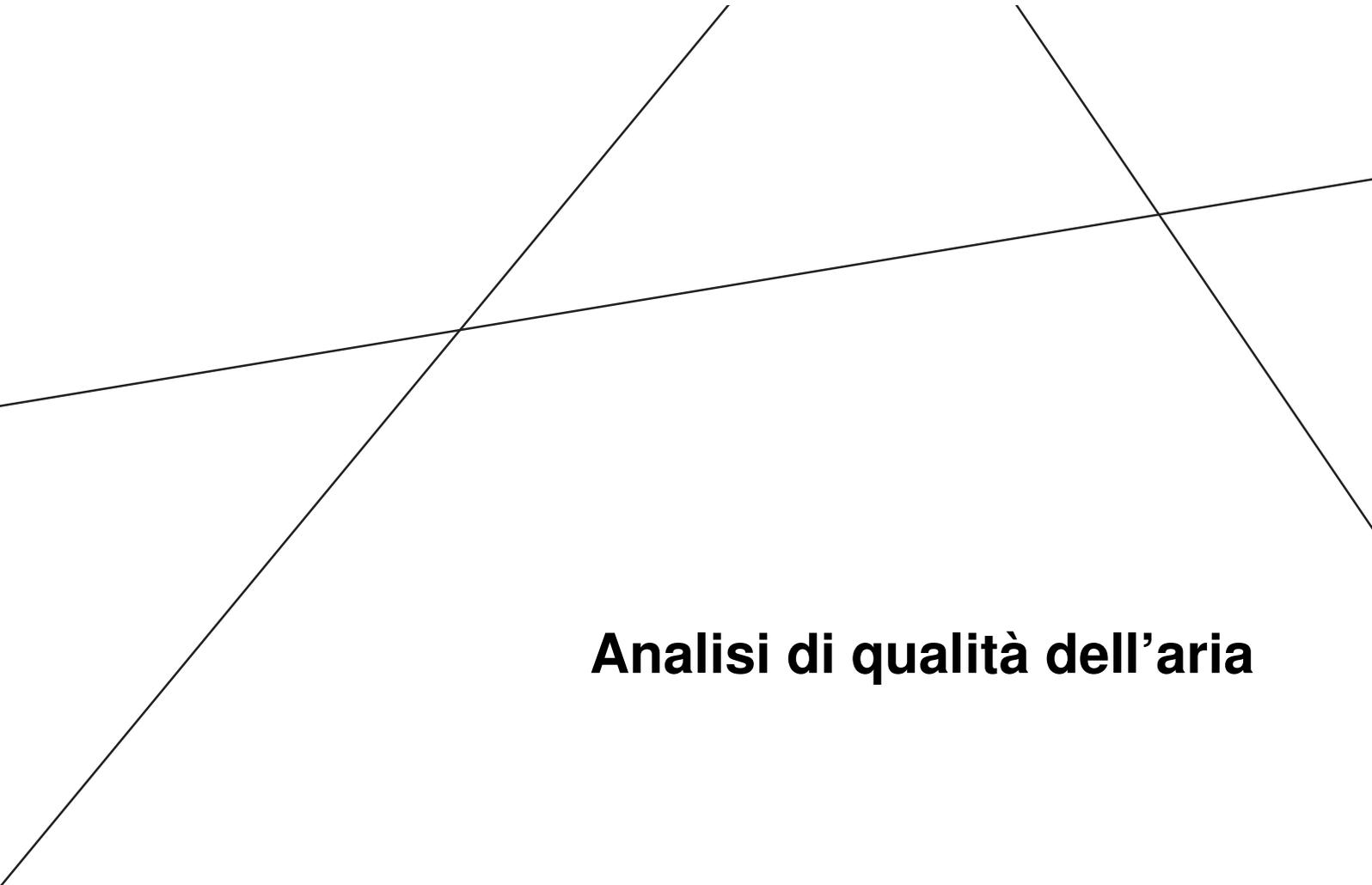
# 1 PREMESSA

---

Lo stabilimento versalis S.p.A. (di seguito "versalis") di Porto Marghera ha già ottenuto, con provvedimento di esclusione dalla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) U.prot DVA-2015-0006832 del 12/03/2015 e relativo parere n. 1717 del 20/02/2015, emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ai sensi dell'Art. 20 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., parere favorevole al progetto di sostituzione dell'attuale CTE (di potenza termica complessiva di 348 MWt) con due nuove caldaie della potenza termica complessiva di 240 MWt.

versalis intende modificare il suddetto progetto già autorizzato, installando un impianto di dimensioni ridotte per una potenza termica complessiva di 132 MWt (due caldaie di potenza termica di 66MWt ciascuna).

Il presente documento riporta la valutazione della ricadute al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera dalle due caldaie di potenza termica di 66MWt ciascuna e il confronto con gli standard di qualità dell'aria (SQA). Si specifica che il modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera utilizzato è CALPUFF, modello raccomandato dall'U.S.EPA (United States Environmental Protection Agency) e dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) nelle aree urbane ed a scala locale.



# **Analisi di qualità dell'aria**

# **02**

---

## 2 ANALISI DI QUALITÀ DELL'ARIA

---

### 2.1 Inquadramento territoriale

Lo stabilimento versalis di Porto Marghera è localizzato nel territorio comunale di Venezia, separato dal mare rispetto al centro della città e a Sud rispetto alla località di Mestre (Figura 1). Tale stabilimento produce etilene, propilene e idrocarburi aromatici.



**Figura 1: Localizzazione dello stabilimento versalis di Porto Marghera (nel cerchio rosso)**

L'area in esame nel presente studio è caratterizzata da una zona industrializzata che si affaccia sul mare, dall'entroterra urbanizzato e, in direzione Ovest e Sud, da un territorio agricolo e rurale.

### 2.2 Limiti normativi

Si richiamano di seguito i valori limite dei principali inquinanti definiti dalla normativa italiana, in particolare contenuti nel Decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE. In Tabella 1 sono indicati, per ciascun inquinante, il rispettivo periodo di mediazione ed il valore limite.

**Tabella 1: Valori limite di qualità dell'aria (Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155)**

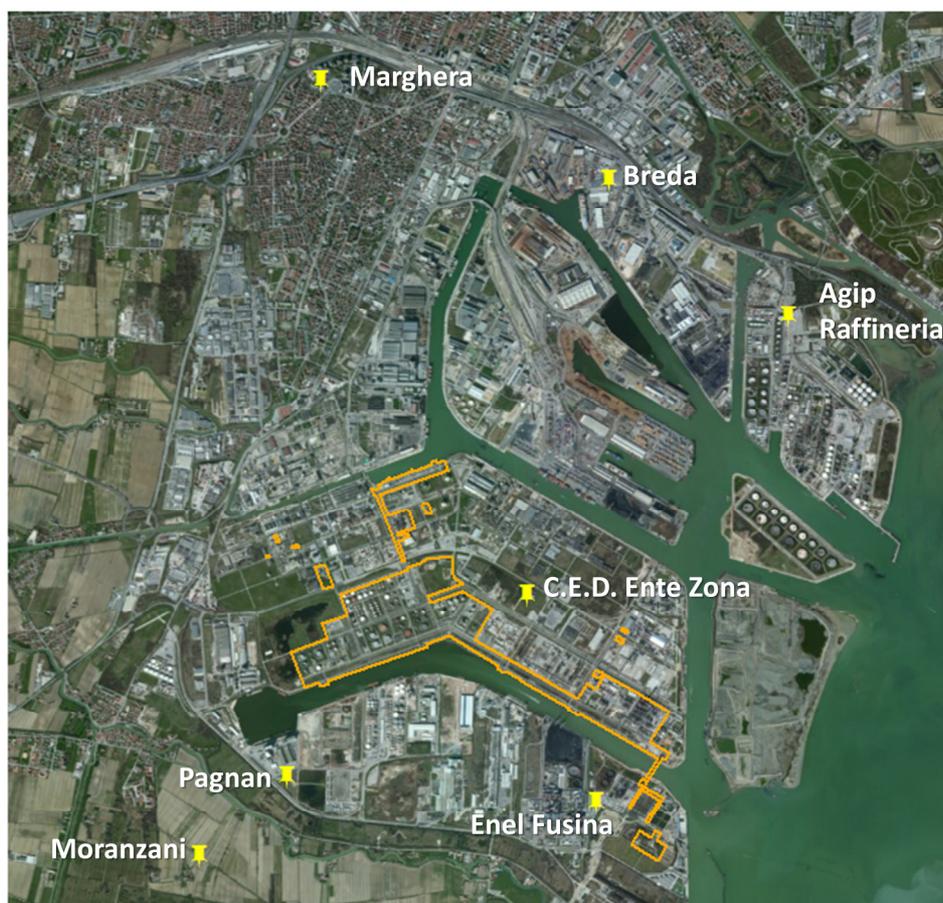
Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite
SO <sub>2</sub>	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,726 perc.)
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e Inverno (1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Giorno	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,178 perc.)
	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,794 perc.)
NO <sub>x</sub>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	Giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90,410 perc.)
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
CO	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>

## 2.3 Analisi dei dati di qualità dell'aria

L'analisi di qualità dell'aria della zona in esame è stata condotta considerando i dati della rete di monitoraggio dell'Ente Zona industriale di Porto Marghera, costituita da 7 stazioni prossime allo stabilimento oggetto di studio, le cui caratteristiche sono descritte in Tabella 2 e la cui localizzazione è rappresentata in Figura 2.

**Tabella 2: Caratteristiche delle centraline di qualità dell'aria dell'Ente Zona industriale di Porto Marghera**

Tipologia stazione	ID	Stazione	Coordinate geografiche		Inquinanti monitorati	Metodi di misura
			Longitudine	Latitudine		
Industriale	8	Enel Fusina	12°15'00",22	45°25'54",80	SO <sub>2</sub>	
Industriale	15	C.E.D. Ente Zona	12°14'34",40	45°26'45",58	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub> Fluorescenza pulsata;
Industriale	28	Pagnan	12°13'15",96	45°25'58",76	SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	
Zona Extraurbana	25	Moranzani	12°12'47",65	45°25'38",34	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> Chemiluminescenza;
Industriale	5	Agip Raffineria	12°15'58",43	45°27'56",43	SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	
Industriale	3	Breda	12°14'56",82	45°28'28",94	SO <sub>2</sub>	Polveri Assorbimento raggi β
Zona Urbana	17	Marghera	12°13'18",78	45°28'51",07	SO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>2,5</sub>	



**Figura 2: Localizzazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria dell'Ente Zona industriale di Porto Marghera in prossimità dello stabilimento di versalis (perimetro arancione)**

Di seguito vengono presentati i risultati dell'elaborazione dei dati sullo stato di qualità dell'aria della zona circostante lo stabilimento versalis di Porto Marghera. I dati analizzati coprono il triennio 2013-2015 e sono relativi agli inquinanti: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, polveri (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) e CO. Il monossido di carbonio non è monitorato dall'Ente Zona industriale di Porto Marghera, pertanto si è fatto riferimento ai Report annuali di qualità dell'aria della Regione Veneto elaborati da ARPA Veneto.

In Tabella 3 sono indicati i rendimenti strumentali in ogni centralina di misura, relativi a ciascun inquinante. Lo standard minimo di qualità dei dati previsto dal D.Lgs. 155/2010 è pari al 90%.

**Tabella 3: Rendimento strumentale dei sensori della rete di monitoraggio considerata per tutti gli inquinanti**

Centraline	SO <sub>2</sub>			NO <sub>2</sub>			NO <sub>x</sub>			PM <sub>10</sub>			PM <sub>2,5</sub>		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Enel Fusina	86%	62%	85%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.E.D. Ente Zona	96%	93%	95%	77%	87%	87%	77%	87%	88%	-	-	-	-	-	-
Pagnan	92%	93%	94%	-	-	-	-	-	-	48%	49%	49%	-	-	-
Moranzani	90%	96%	70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agip Raffineria	92%	91%	96%	-	-	-	-	-	-	40%	48%	50%	-	-	-
Breda	80%	91%	78%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marghera	86%	94%	91%	76%	86%	82%	76%	86%	82%	-	-	-	43%	49%	47%

I sensori che misurano le concentrazioni di SO<sub>2</sub> presentano rendimenti strumentali che superano lo standard minimo del 90% per almeno un anno nel triennio 2013-2015, ad eccezione della centralina Enel Fusina.

I rendimenti degli strumenti che rilevano le concentrazioni di ossidi di azoto e le polveri sono invece sempre inferiori al 90% per tutto il periodo analizzato. In particolare, i rendimenti delle polveri risultano inferiori al 50% in quanto il dato di concentrazione è rilevato ogni due ore.

Sebbene lo standard minimo di qualità dei dati non sia sempre rispettato, le successive elaborazioni statistiche si possono ritenere comunque indicative dello stato di qualità dell'aria della zona di Porto Marghera.

#### Biossidi di zolfo

Di seguito, in Tabella 4, vengono mostrati i valori della concentrazione media annua di SO<sub>2</sub> in tutte le centraline di monitoraggio considerate per il triennio 2013-2015. Questi sono da confrontarsi con il valore limite previsto dal D.Lgs. 155/2010 di 20 µg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 4: Concentrazioni medie annue di SO<sub>2</sub> rilevate presso le centraline (valore limite di 20 µg/m<sup>3</sup>)**

Centraline	Concentrazione media annua di SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015
Enel Fusina	2,31*	1,39*	4,20*
C.E.D. Ente Zona	1,79	1,28	0,97
Pagnan	2,36	2,98	3,19
Moranzani	1,90	1,10	0,87*
Agip Raffineria	1,46	1,10	1,70
Breda	0,72*	0,71	1,05*
Marghera	1,34*	1,15	1,11

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

Tutte le centraline analizzate registrano i valori di concentrazione di SO<sub>2</sub> e le medie annue risultano ampiamente al di sotto del limite imposto dalla normativa per tutte le centraline durante il triennio considerato.

Il D.Lgs. 155/2010 impone inoltre un limite di 125 µg/m<sup>3</sup> sulla concentrazione media giornaliera da non superare più di tre volte per anno civile e di 350 µg/m<sup>3</sup> sulla concentrazione media oraria di SO<sub>2</sub> da non superare più di 24 volte per anno civile. In Tabella 5 sono quindi riportati i valori del percentile giornaliero e del percentile orario di SO<sub>2</sub>.

**Tabella 5: Percentili giornalieri e orari di SO<sub>2</sub> rilevati presso le centraline (valori limite rispettivamente di 125 µg/m<sup>3</sup> e 350 µg/m<sup>3</sup>)**

Centraline	Limite giornaliero			Limite orario		
	99,2° percentile di SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			99,7° percentile di SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Enel Fusina	10,29*	11,77*	26,64*	23,64*	18,10*	86,87*
C.E.D. Ente Zona	6,94	5,52	3,99	26,84	16,09	9,47
Pagnan	6,93	13,75	15,27	19,11	28,17	23,14
Moranzani	9,13	4,03	2,50*	18,15	7,61	4,80*
Agip Raffineria	10,16	5,91	6,61	23,48	12,27	9,01
Breda	2,21*	2,84	5,64*	7,49*	8,06	22,58*
Marghera	3,73*	3,66	5,32	10,73*	8,03	9,74

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

Sia i valori del percentile giornaliero che orario di SO<sub>2</sub> rispettano il limite imposto dal D.Lgs. 155/2010 durante l'intero triennio 2013-2015.

### Ossidi di azoto

Solo due centraline (C.E.D. Ente Zona e Marghera) hanno monitorato le concentrazioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>) durante il triennio considerato. I valori delle medie annue di NO<sub>2</sub> sono riportati in Tabella 6.

**Tabella 6: Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> rilevate presso le centraline (valore limite 40 µg/m<sup>3</sup>)**

Centraline	Concentrazione media annua di NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015
C.E.D. Ente Zona	19,04*	16,96*	17,31*
Marghera	32,51*	28,14*	38,56*

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

Tutti i valori di concentrazione media annua sono inferiori al limite imposto dal D.Lgs. 155/2010 per l'intero triennio considerato, solo il valore registrato dalla centralina di Marghera nel 2015 è prossimo al limite di 40 µg/m<sup>3</sup>.

In Tabella 7 sono indicati i valori del percentile orario di NO<sub>2</sub>, per cui la normativa prevede un limite pari a 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile.

**Tabella 7: Percentile orario di NO<sub>2</sub> rilevato presso le centraline (valore limite 200 µg/m<sup>3</sup>)**

Centraline	99,8° percentile di NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015
C.E.D. Ente Zona	95,96*	81,66*	54,33*
Marghera	113,17*	100,83*	181,99*

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010

Anche i valori del percentile orario di NO<sub>2</sub> rispettano il limite di 200 µg/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010 per l'intero periodo preso in esame.

In Tabella 8 si riportano le concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub>.

**Tabella 8: Concentrazioni medie annue di NO<sub>x</sub> rilevate presso le centraline (valore limite 30 µg/m<sup>3</sup>)**

Centraline	Concentrazione media annua di NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015
C.E.D. Ente Zona	38,85*	28,01*	36,73*
Marghera	86,27*	56,43*	95,28*

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010  
Sono evidenziati in rosso i valori che non rispettano il limite di 30 µg/m<sup>3</sup> imposto dal D.Lgs. 155/2010

I valori risultano sempre al di sopra del limite di legge di 30 µg/m<sup>3</sup> imposto dal D.Lgs. 155/2010, con la sola eccezione della media annua del 2014 rilevata in corrispondenza della centralina C.E.D. Ente Zona. Si evidenzia però che in nessun caso è raggiunta la completezza minima richiesta dal D.Lgs. 155/2010.

### Polveri

Le centraline della rete di monitoraggio rilevano le polveri in termini sia di PM<sub>10</sub> che di PM<sub>2,5</sub>. Il primo viene monitorato dalle centraline Agip Raffineria e Pagnan, mentre il secondo solo dalla centralina di Marghera.

In Tabella 9 sono indicati i valori di concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> relativi al triennio 2013-2015.

**Tabella 9: Concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> rilevate presso le centraline (valore limite 40 µg/m<sup>3</sup>)**

Centraline	Concentrazione media annua di PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015
Pagnan	28,08*	27,66*	41,37*
Agip raffineria	27,15*	29,38*	33,62*

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010  
Sono evidenziati in rosso i valori che non rispettano il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> imposto dal D.Lgs. 155/2010

Le medie annue delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rispettano il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> imposto dal D.Lgs. 155/2010 per tutto il periodo considerato, ad eccezione della centralina di Pagnan che per il 2015 registra un valore leggermente al di sopra della soglia consentita dalla normativa.

Il D.Lgs. 155/2010 impone un limite sulla concentrazione media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup>, da non superare per più di 35 volte per anno civile. In Tabella 10 si riportano sia i valori del percentile giornaliero di PM<sub>10</sub> che il numero di superamenti rilevati.

**Tabella 10: Percentile giornaliero di PM<sub>10</sub> e superamenti rilevati presso le centraline (valore limite 50 µg/m<sup>3</sup>)**

	90,4° percentile di PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			Superamenti di PM <sub>10</sub>		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Pagnan	52,04*	54,34*	76,47*	39*	41*	104*
Agip Raffineria	49,17*	51,77*	64,65*	27*	41*	62*

(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010  
Sono evidenziati in rosso i valori che non rispettano il limite di 50 µg/m<sup>3</sup> imposto dal D.Lgs. 155/2010

Il limite di legge è rispettato solo nel 2013 in corrispondenza della centralina Agip Raffineria. I valori del percentile giornaliero presentano un trend crescente dal 2013 al 2015, come accade anche per il numero dei superamenti della soglia che aumenta progressivamente durante il triennio considerato, registrando alla centralina di Pagnan nel 2015 un valore pari a circa tre volte il numero consentito. Si evidenzia però che in nessun caso è raggiunta la completezza minima richiesta dal D.Lgs. 155/2010.

La Tabella 11 presenta i valori delle concentrazioni medie annue di PM<sub>2,5</sub> alla centralina di Marghera.

**Tabella 11: Concentrazioni medie annue di PM<sub>2,5</sub> rilevate presso la centralina (valore limite 25 µg/m<sup>3</sup>)**

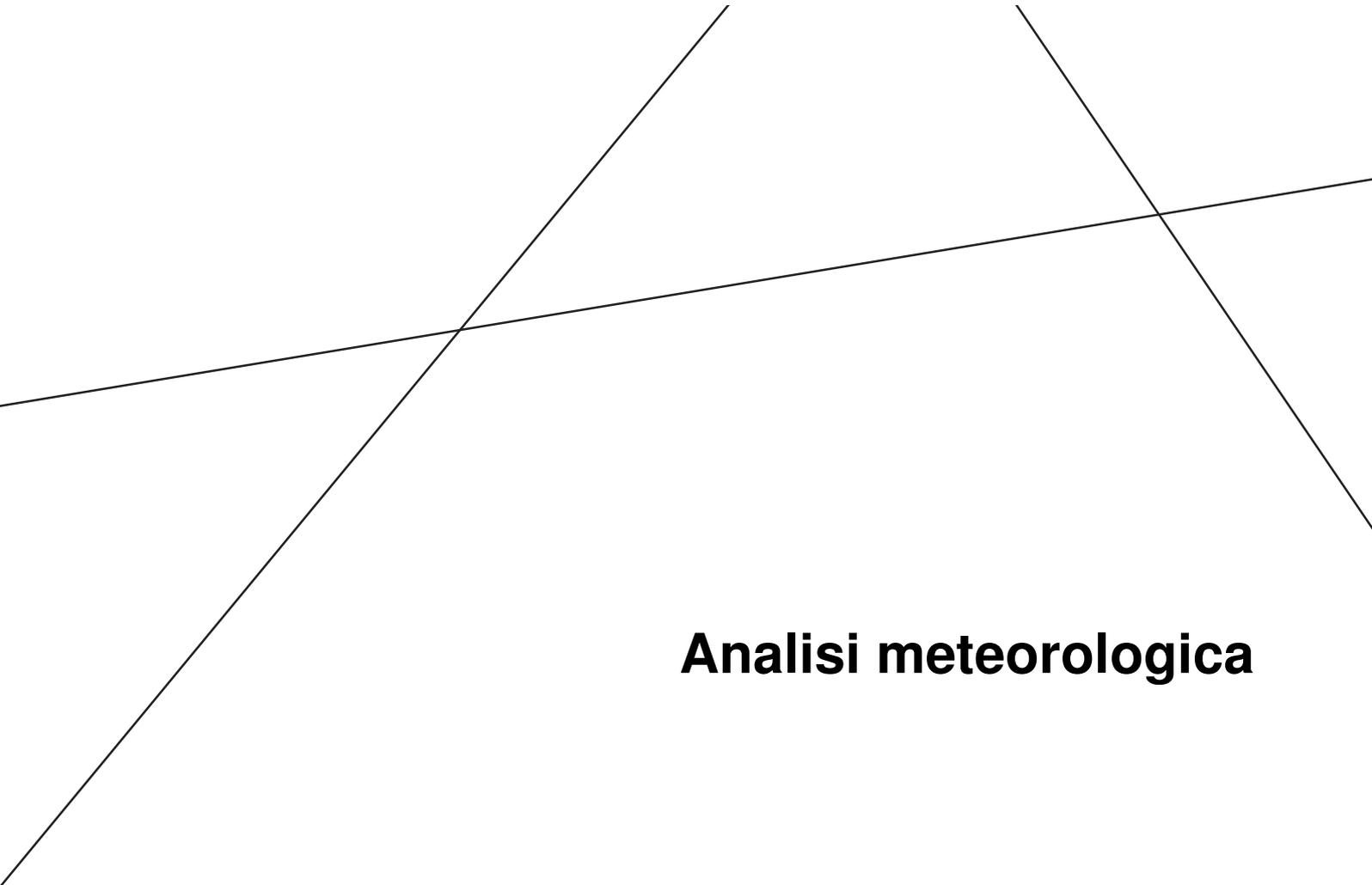
Centraline	Concentrazione media annua di PM <sub>2,5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		
	2013	2014	2015
Pagnan	16,17*	13,97*	15,50*

*(\*) Il sensore non ha raggiunto l'efficienza minima del 90% prevista dal D.Lgs. 155/2010*

Le concentrazioni medie annue di PM<sub>2,5</sub> rispettano il limite imposto dal D.Lgs. 155/2010 per l'intero periodo preso in esame.

#### Monossido di carbonio

Per analizzare le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) sono state consultate le Relazioni regionali della qualità dell'aria per gli anni 2013-2015 redatte dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV). In tali relazioni si indica che "non destano preoccupazione le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate a livello regionale: in tutti i punti di campionamento non ci sono stati superamenti del limite di 10 mg/m<sup>3</sup>, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore". La medesima affermazione si trova anche nelle relazioni annuali 2013 e 2014 "Qualità dell'aria provincia di Venezia" condotte da ARPAV a livello provinciale; la versione relativa all'anno 2015 di questa relazione non è al momento disponibile.

Three thin black lines intersect to form a triangular shape in the upper left quadrant of the page. One line is horizontal, another is diagonal from bottom-left to top-right, and the third is diagonal from top-left to bottom-right.

## **Analisi meteorologica**

**03**

## 3 ANALISI METEOROLOGICA

### 3.1 Dati meteorologici

L'analisi meteorologica dell'ultimo triennio (2013 – 2015) dell'area in esame è stata condotta utilizzando i dati delle stazioni di rilevamento dell'Ente Zona industriale di Porto Marghera, in particolare la stazione 22 e la stazione 23; la prima monitora la direzione e la velocità del vento, la seconda misura i dati di temperatura (a 10 m, 70 m e 140 m di quota), radiazione solare globale, precipitazione, umidità relativa e pressione atmosferica. La localizzazione di tali centraline è indicata in Figura 3 e in Tabella 12.

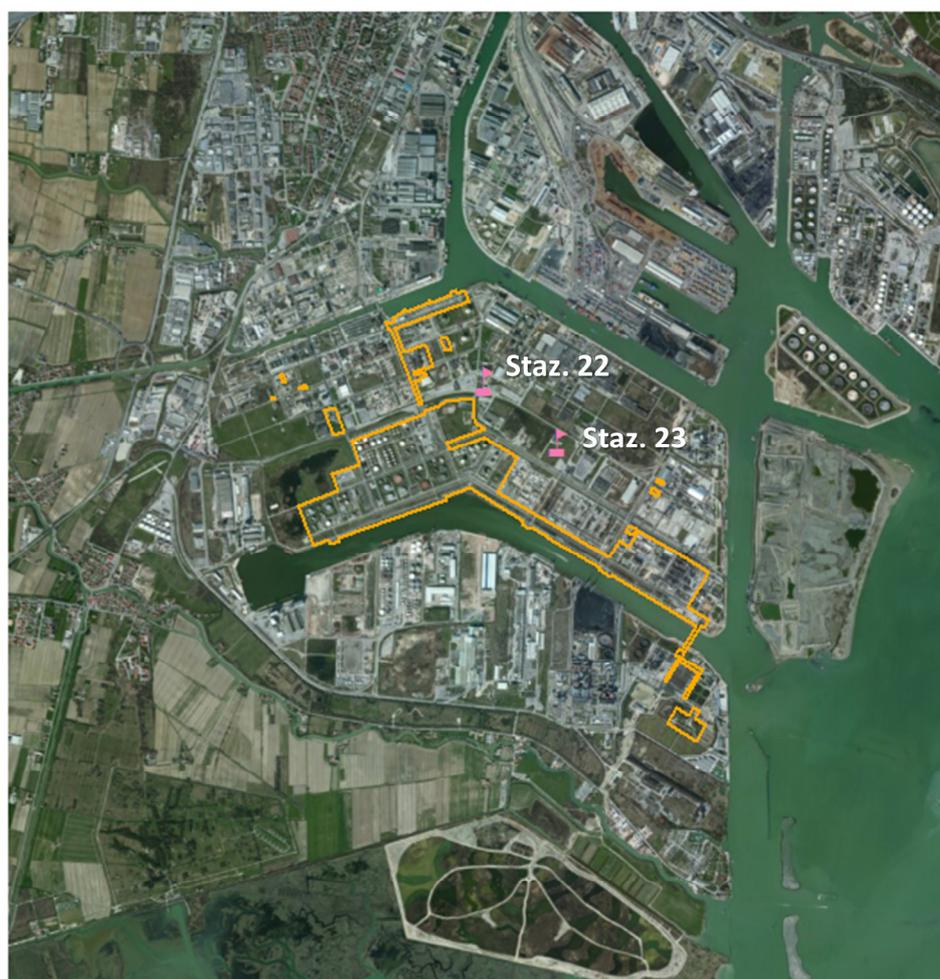


Figura 3: Localizzazione delle stazioni meteorologiche considerate

**Tabella 12: Localizzazione delle stazioni meteorologiche considerate**

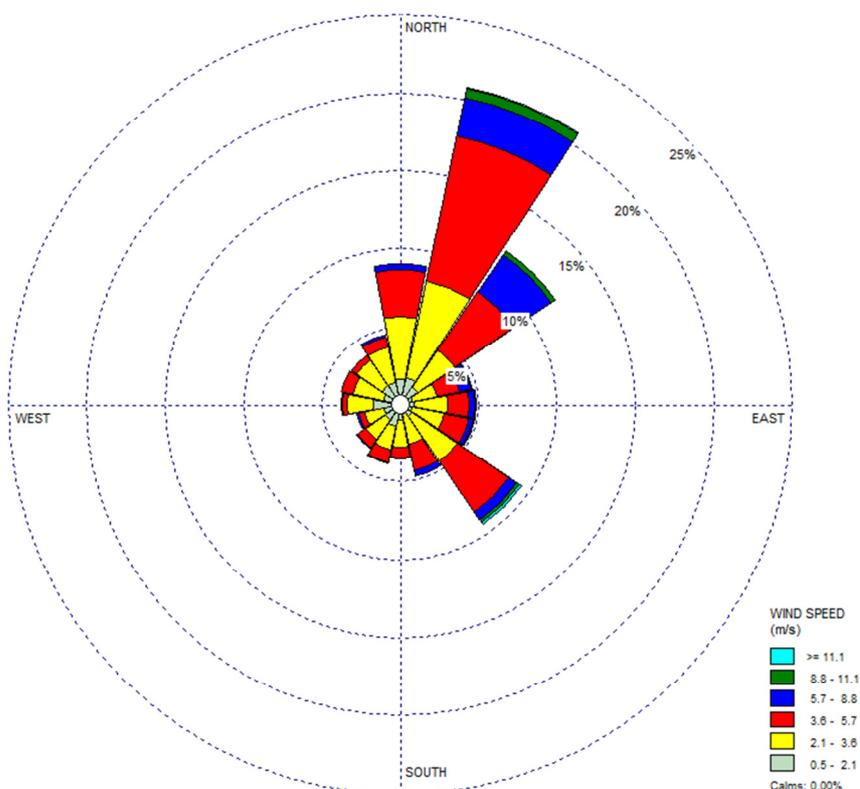
Stazioni meteorologiche	Coordinate geografiche		Quota [m]
	Longitudine	Latitudine	
Stazione 22 (Torre Pompieri)	12° 14' 11",8	45° 26' 58",6	40
Stazione 23 (E.Z. Meteo)	12° 14' 35",4	45° 26' 45",6	6

In Tabella 13 si riporta il rendimento strumentale legato alle serie storiche per il triennio considerato.

**Tabella 13: Rendimento strumentale dei sensori per i parametri meteorologici rilevati nel periodo 2013 - 2015**

Variabili meteorologiche	Completezza [%]		
	2013	2014	2015
Direzione del vento	96,9%	96,6%	95,8%
Velocità del vento	100,0%	100,0%	99,2%
Temperatura	99,6%	99,1%	100,0%
Radiazione solare globale	99,6%	99,1%	99,9%
Precipitazione	100,0%	99,1%	100,0%
Umidità relativa	99,6%	99,1%	100,0%
Pressione atmosferica	99,6%	99,1%	100,0%

Dall'analisi delle rose dei venti, riportate nelle figure seguenti, si evince un campo anemologico coerente in termini di direzione e velocità del vento per il triennio considerato. La direzione del vento principale risulta essere Nord - Nord - Est e secondariamente Nord - Est e Sud - Est.


**Figura 4: Rosa dei venti rilevata nella stazione 22 relativa all'anno 2013**

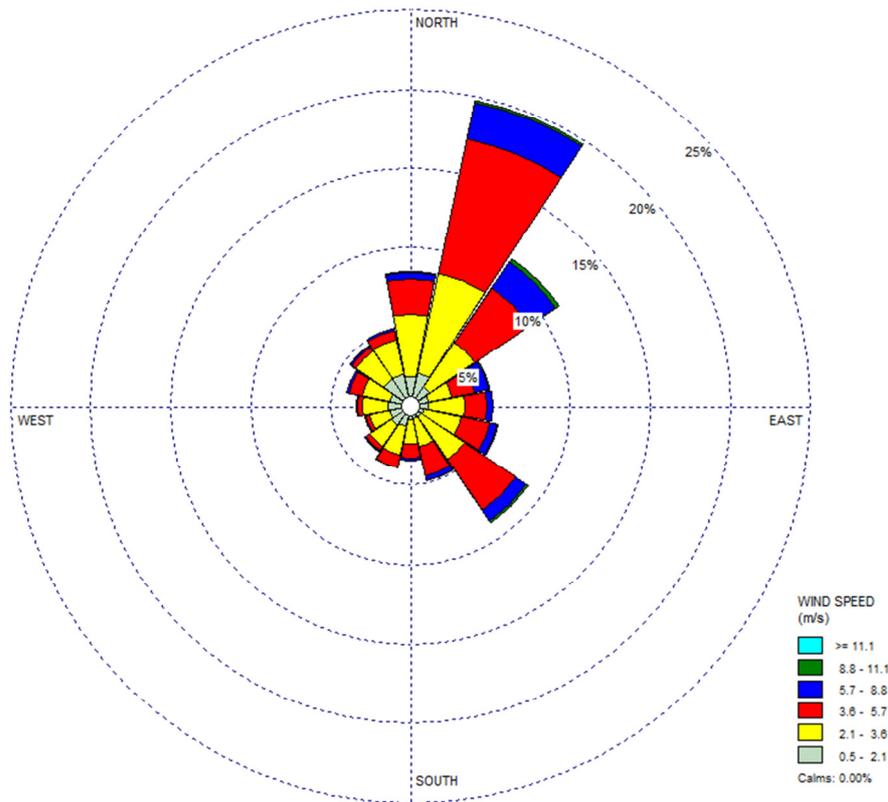


Figura 5: Rosa dei venti rilevata nella stazione 22 relativa all'anno 2014

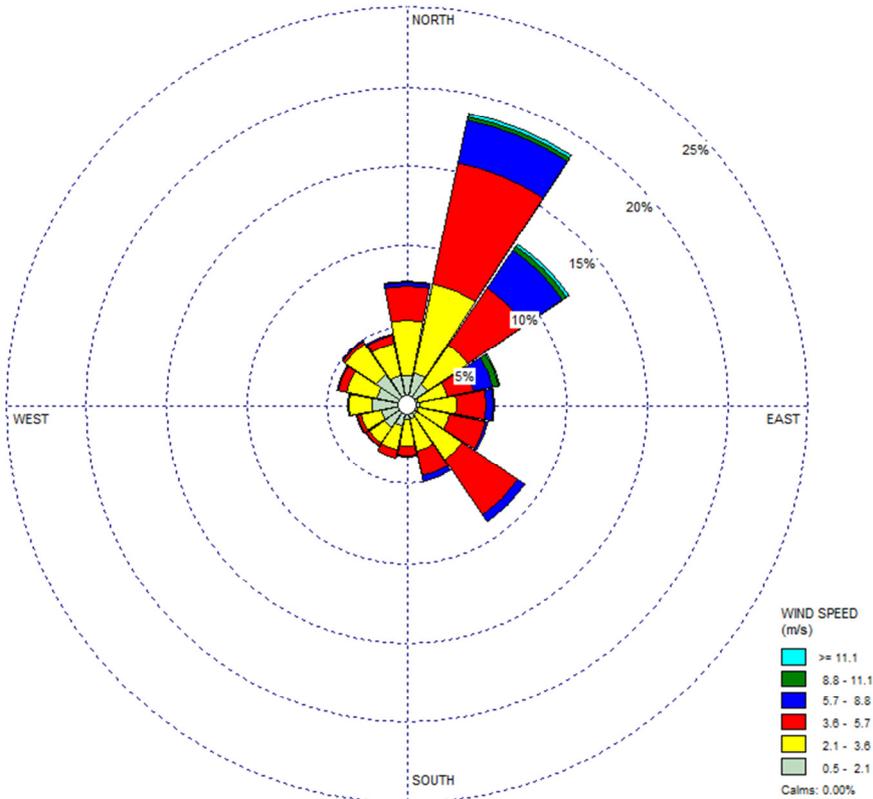
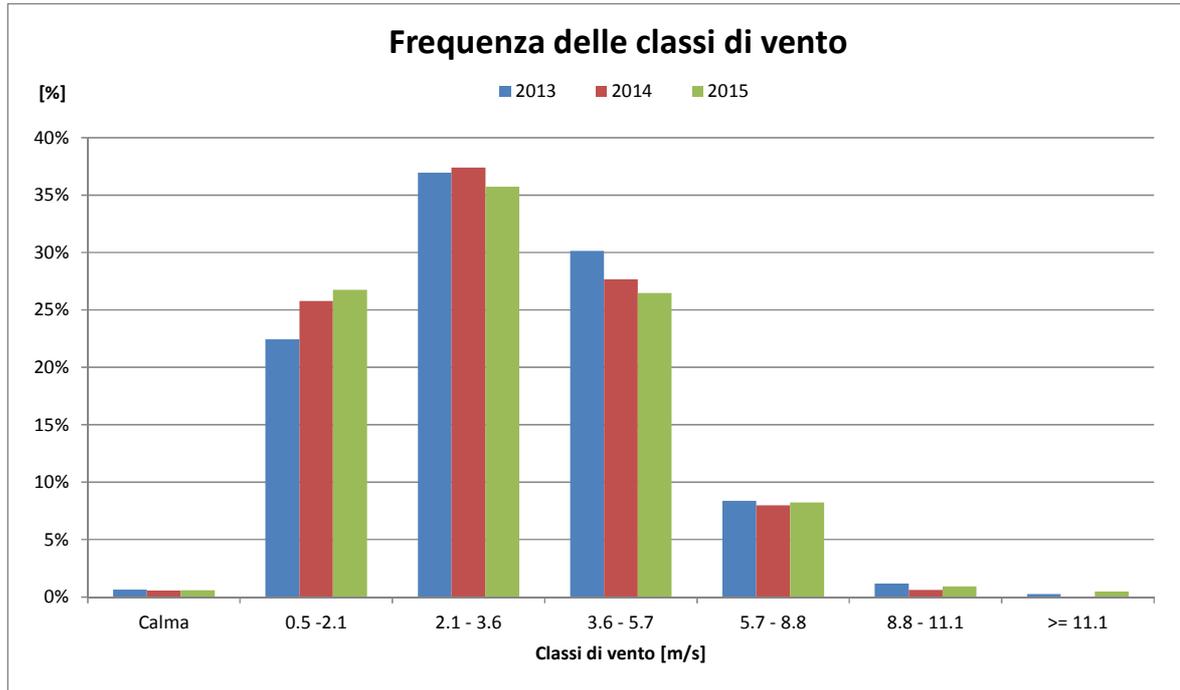


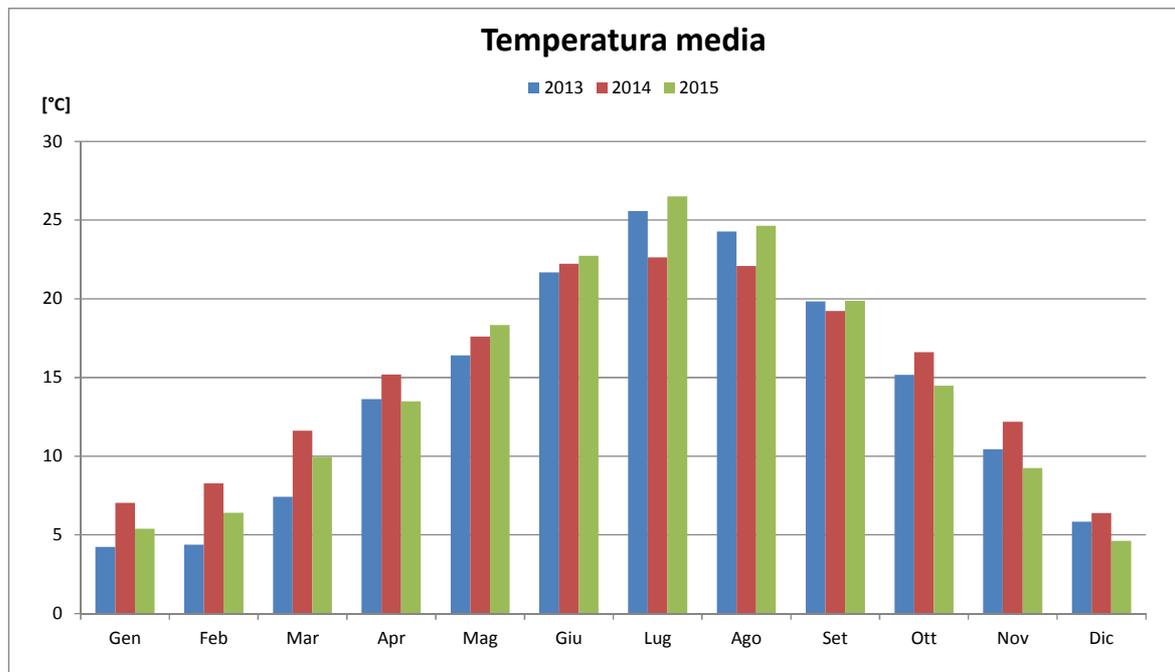
Figura 6: Rosa dei venti rilevata nella stazione 22 relativa all'anno 2015

In Figura 7 è riportata la frequenza delle classi di velocità del vento monitorata in corrispondenza della centralina 22 per il triennio preso in esame; come si può osservare, la classe preponderante è quella relativa a brezze leggere con valori compresi tra 2,1 e 3,6 m/s.



**Figura 7: Frequenza delle classi di velocità del vento rilevate nel triennio 2013 - 2015**

L'analisi dei dati di temperatura della stazione 23 alla quota di 10 m permette di osservare che la temperatura media mensile in inverno (dicembre, gennaio e febbraio) è compresa tra 4 e 8°C, mentre in estate (luglio e agosto) supera i 22°C per il triennio considerato (Figura 8). Le temperature massime raggiungono i 34°C nel mese di luglio 2015 e le temperature minime scendono fino a -3,5°C nel dicembre del medesimo anno (Figura 9 e Figura 10).



**Figura 8: Temperatura media mensile relativa al triennio 2013 - 2015**

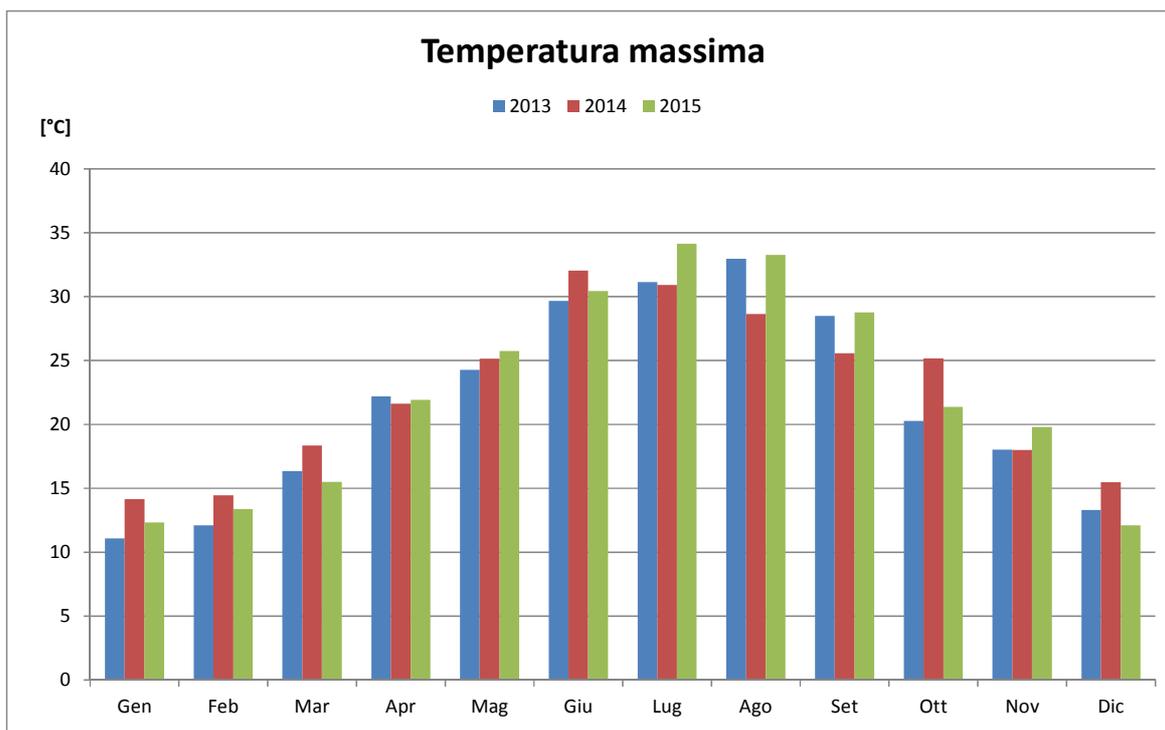


Figura 9: Temperatura massima mensile relativa al triennio 2013 - 2015

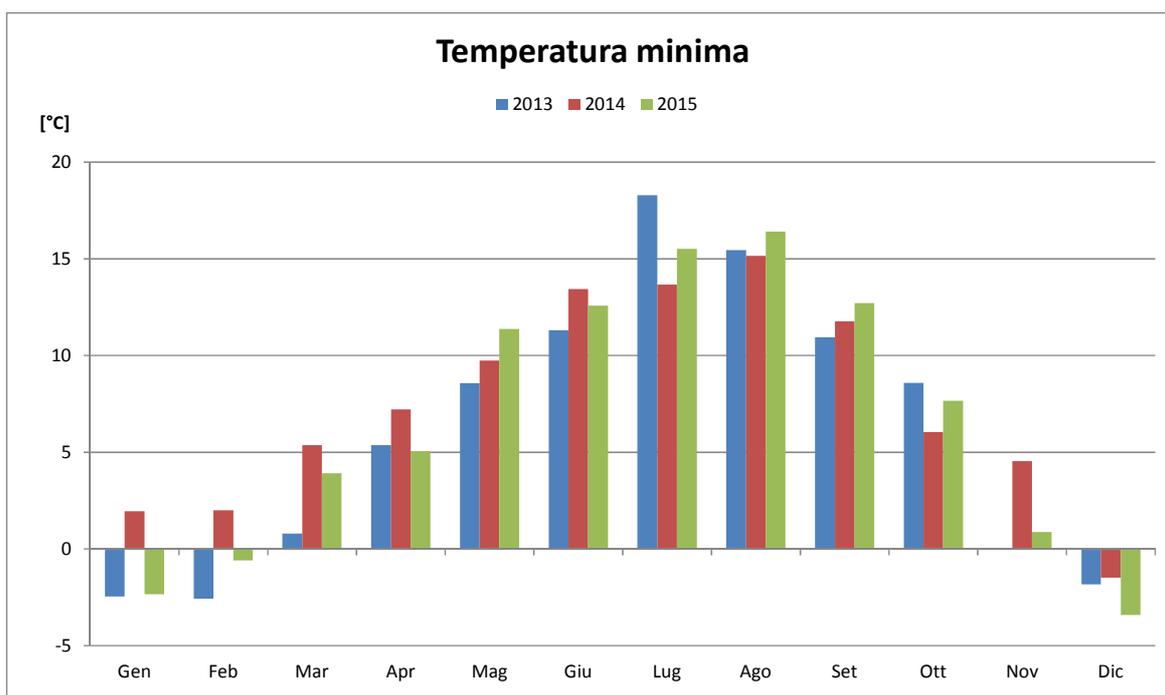
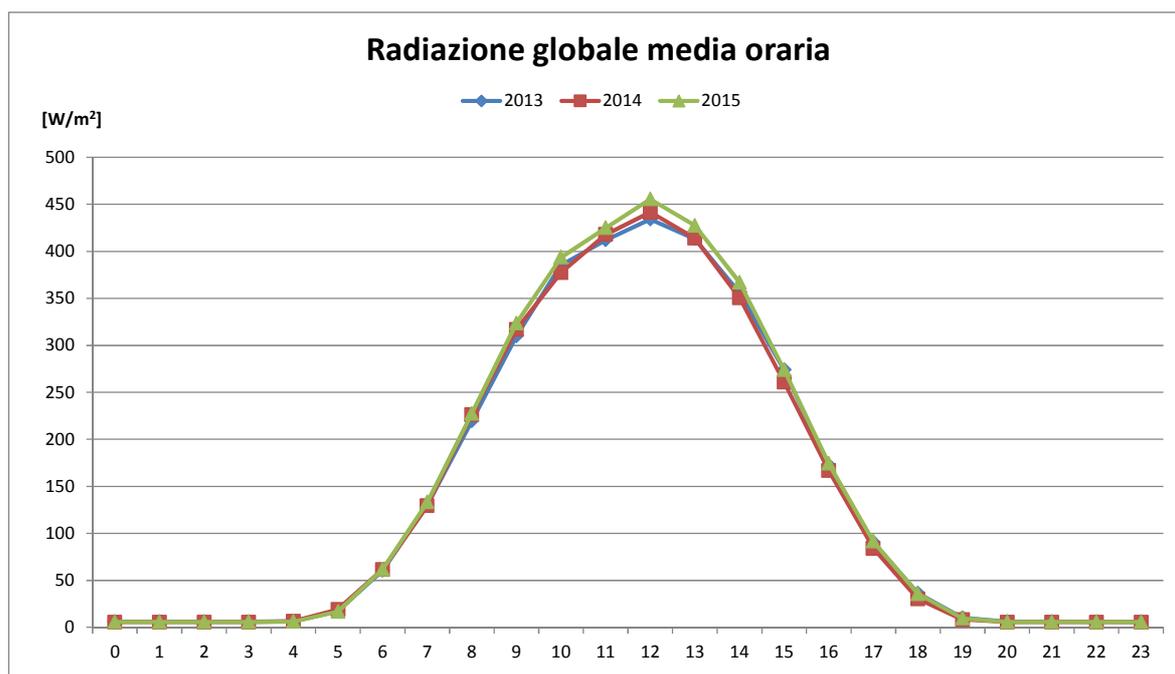


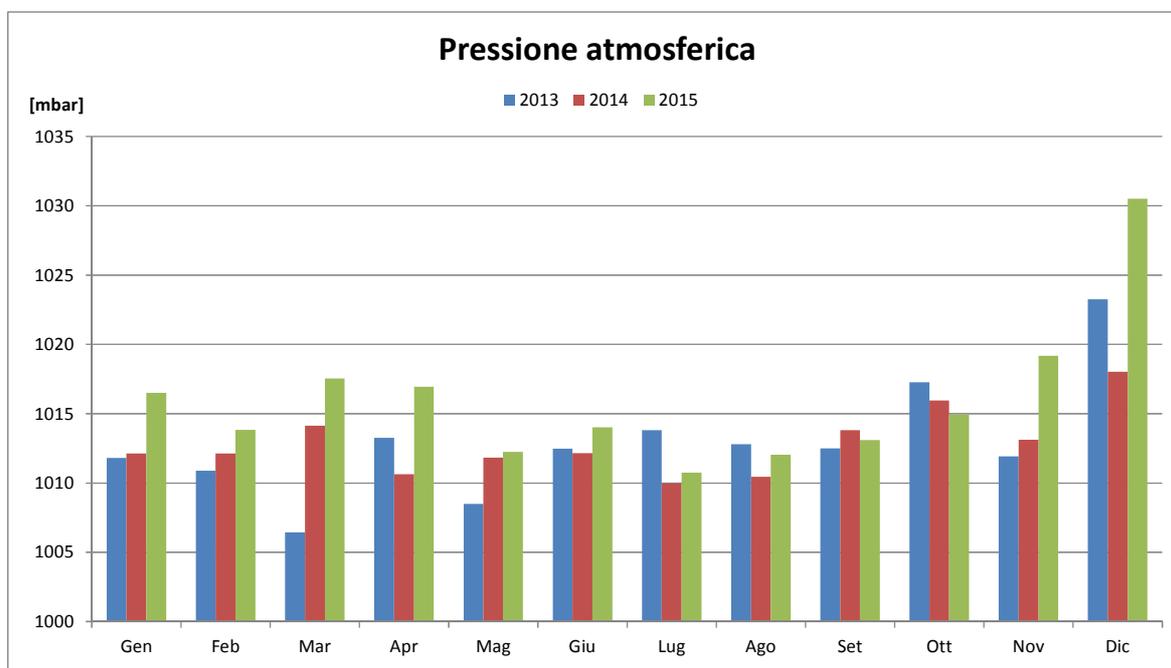
Figura 10: Temperatura minima mensile relativa al triennio 2013 - 2015

In termini di radiazione solare globale, in Figura 11 si può osservare come il giorno medio annuale per il triennio 2013 - 2015 sia caratterizzato da un andamento classico a campana con picco nelle ore centrali della giornata, quando si raggiungono i 450 W/m<sup>2</sup>.



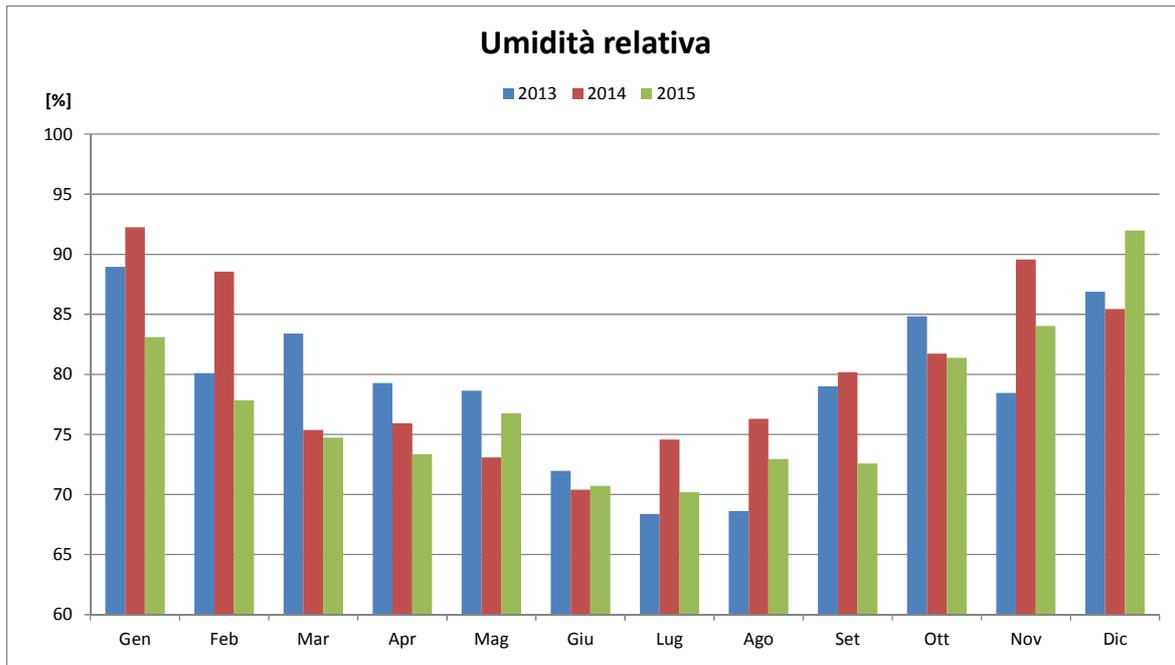
**Figura 11: Radiazione globale media oraria relativa al triennio 2013 – 2015**

In Figura 12 si riporta l'andamento della media mensile della pressione atmosferica che risulta essere pressoché costante lungo il corso dell'intero anno solare per il triennio considerato, mostrando un incremento nel mese di dicembre e un decremento a marzo 2013.



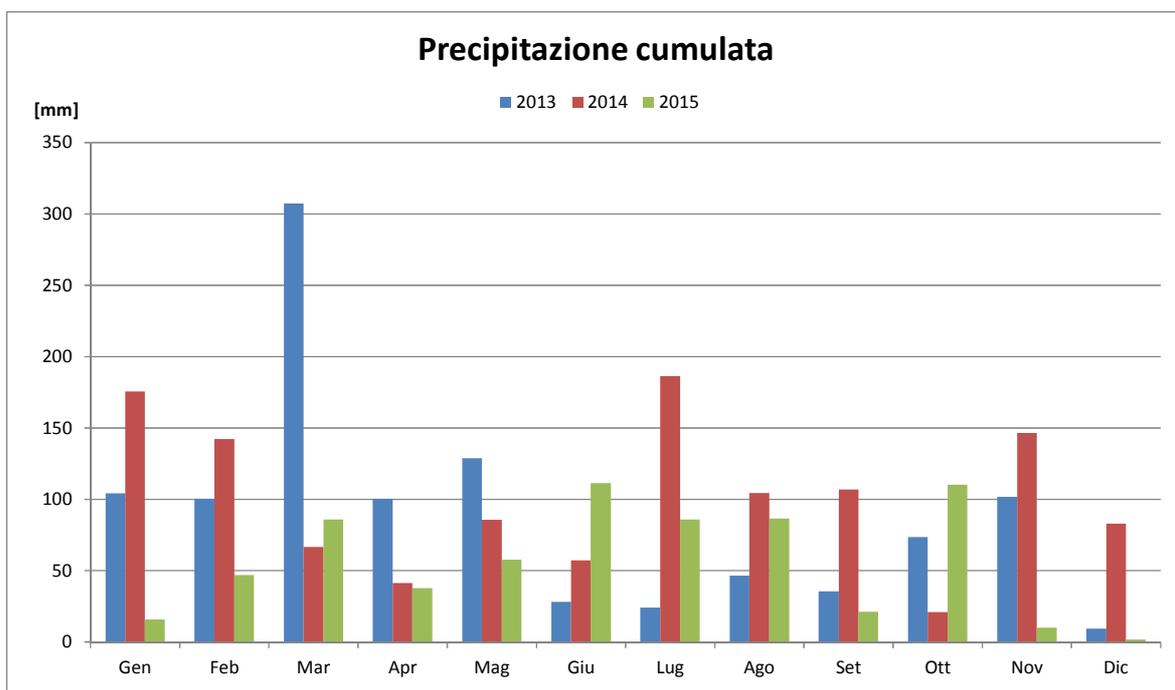
**Figura 12: Pressione atmosferica media mensile relativa al triennio 2013 - 2015**

In termini di umidità relativa, in Figura 13 si può osservare come questa decresca nei primi 6 mesi dell'anno e poi cresca nel successivo semestre, risultando quindi minore nei mesi estivi e maggiore in quelli invernali.



**Figura 13: Umidità relativa media mensile relativa al triennio 2013 - 2015**

Per quanto concerne la precipitazione cumulata, i dati mostrano precipitazioni variabili nel corso del triennio preso in esame, raggiungendo il massimo assoluto nel mese di marzo 2013 e registrando la piovosità minima a dicembre 2015 (Figura 14).



**Figura 14: Precipitazione cumulata mensile relativa al triennio 2013 - 2015**

Sulla base dalle precedenti analisi, gli anni 2013 – 2015 risultano essere in linea tra loro; pertanto per effettuare la simulazione modellistica è stato utilizzato il 2015 come anno meteorologico, essendo un anno rappresentativo delle condizioni meteorologiche locali e il più recente disponibile.

## 3.2 Anno di riferimento 2015

Nella figura successiva si riportano le rose dei venti stagionali relative al 2015, anno di riferimento. La direzione del vento prevalente risulta essere Nord – Nord - Est e secondariamente Nord – Est lungo l'intero corso dell'anno; in primavera e in estate compare anche una componente importante proveniente da Sud – Est. Le velocità del vento più elevate si registrano nella stagione invernale.

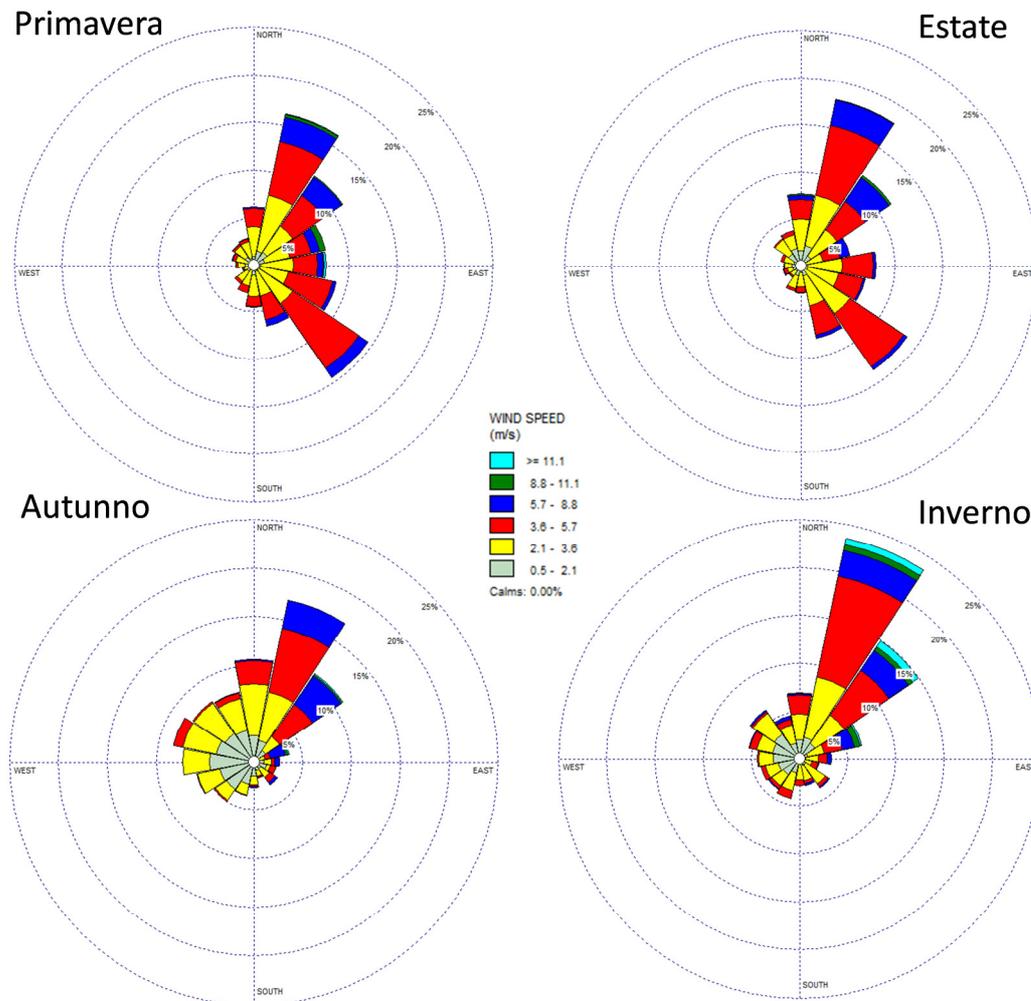
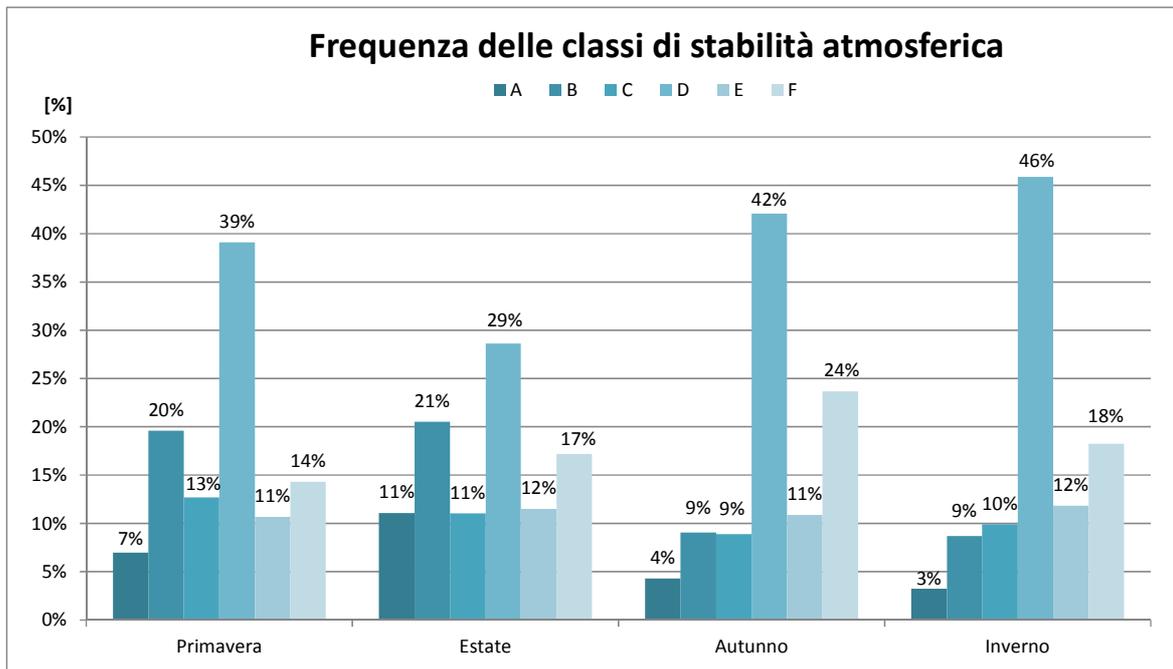


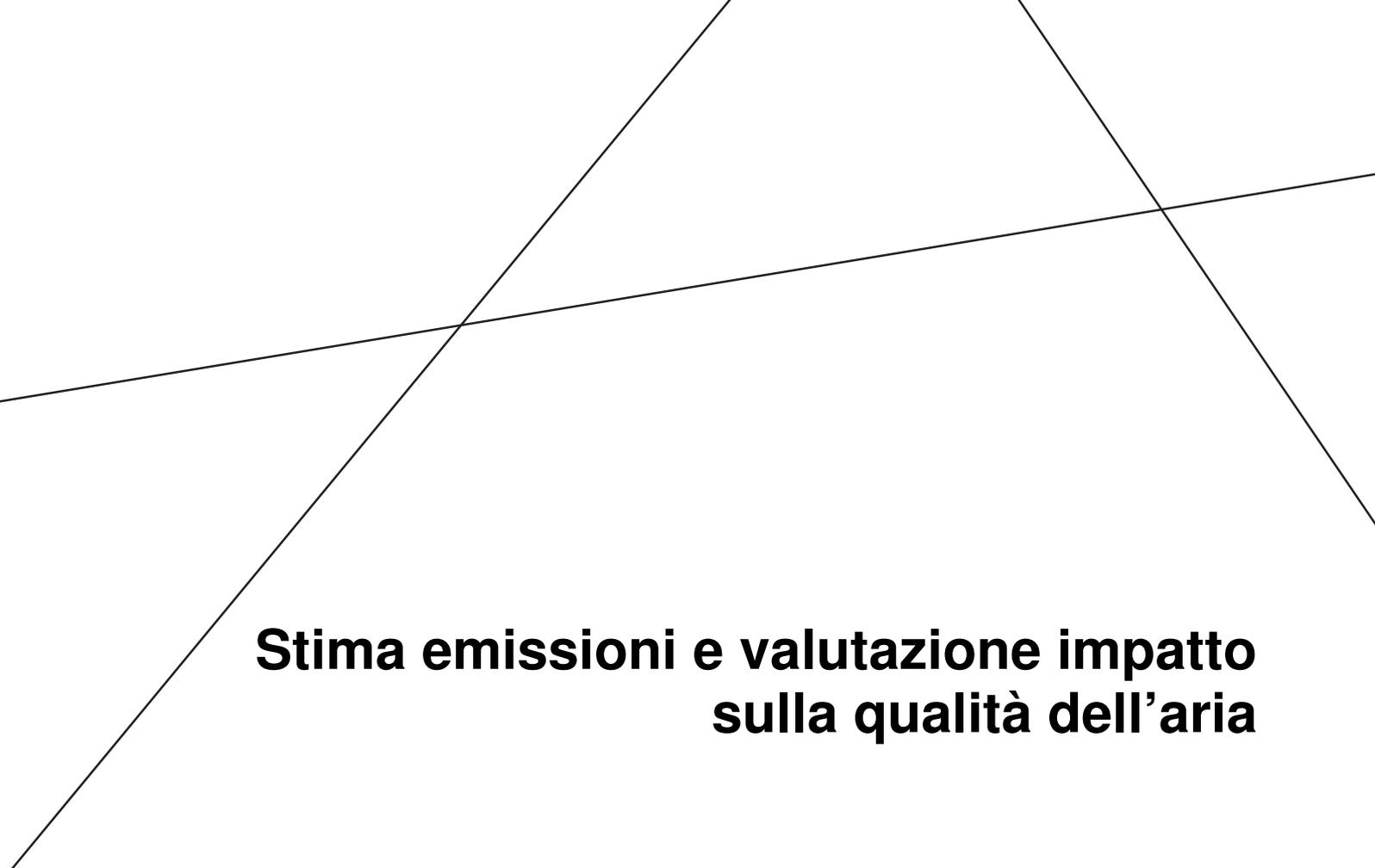
Figura 15: Rose dei venti stagionali relative all'anno 2015

Attraverso il preprocessore meteorologico *Micrometeo*<sup>1</sup> sono state calcolate le classi di stabilità atmosferica relative all'anno 2015. La classe di stabilità prevalente risulta essere la D (neutrale), come si evince da Figura 16, indipendentemente dalla stagione.

<sup>1</sup> Sviluppato da ARPA Veneto in collaborazione con TerrAria srl



**Figura 16: Frequenza delle classi di stabilità atmosferica stagionale rilevate nell'anno 2015**



**Stima emissioni e valutazione impatto  
sulla qualità dell'aria**

**04**

## 4 VALUTAZIONE IMPATTO SULLA QUALITA' DELL'ARIA

### 4.1 Schema modellistico adottato

L'obiettivo di valutare l'impatto ambientale, in termini di inquinamento prodotto dalla nuova configurazione (due caldaie da 66 MWt ciascuna) della CTE dello stabilimento versalis di Porto Marghera, è stato raggiunto con l'applicazione del modello CALPUFF per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

In Figura 17 si riporta lo schema modellistico utilizzato, comprensivo dei principali pre-processor e post-processor impiegati.

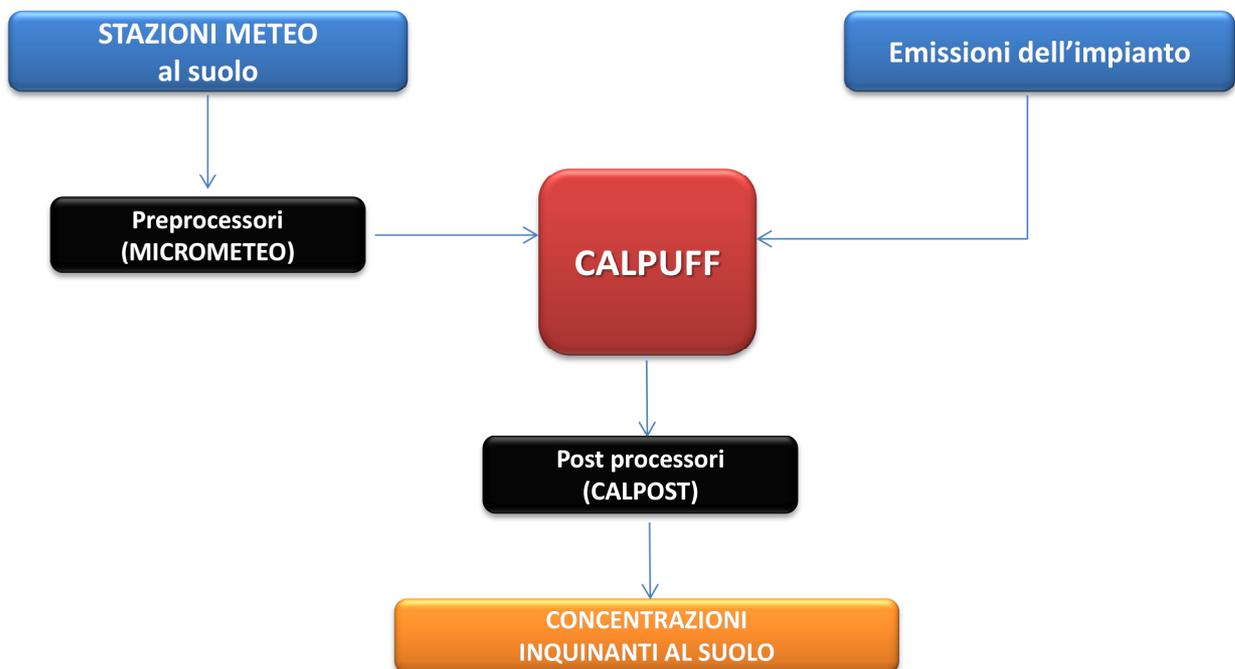


Figura 17: Schema modellistico utilizzato

L'input meteorologico è stato elaborato e formattato mediante il preprocessore meteorologico *Micrometeo*, al fine di poter alimentare il modello di dispersione CALPUFF in modalità ISC. Le variabili meteorologiche fornite a *Micrometeo* sono:

- Direzione del vento;
- Velocità del vento;
- Temperatura;
- Precipitazione;
- Radiazione solare globale;
- Copertura nuvolosa.

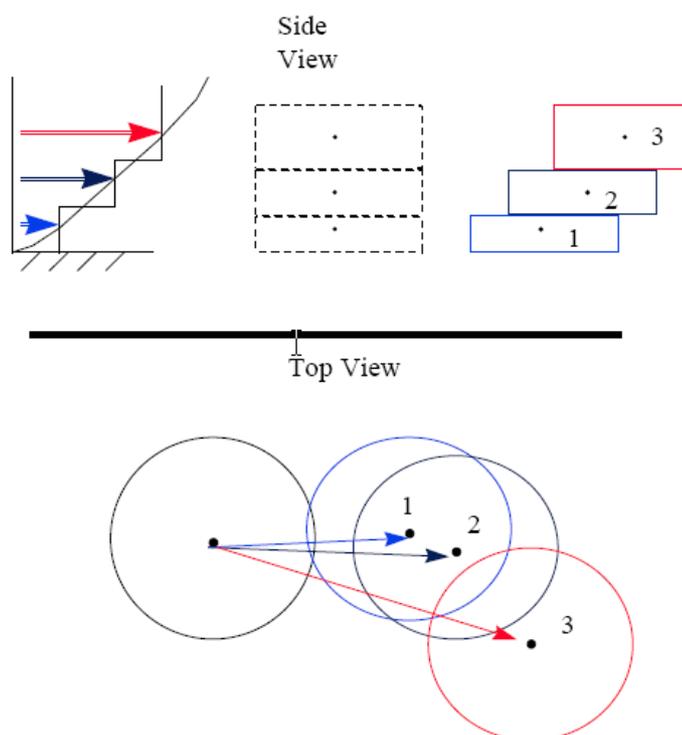
Per quanto riguarda la copertura nuvolosa, non essendo tale parametro disponibile nelle stazioni meteorologiche analizzate, è stata ricavata dai dati dal database "NCEP Climate Forecast System Version 2" fornito dall'ente americano "CISIL research data archive" (<http://rda.ucar.edu/>).

CALPUFF è il modello suggerito da numerose agenzie nazionali per l'ambiente, come ISPRA italiana e EPA americana, per studi di valutazione di impatto ambientale in situazioni complesse. Si tratta di un modello aperto, pubblico e ampiamente referenziato a livello di pubblicazioni internazionali.

Si evidenzia inoltre che il rapporto "Linee guida per la scelta e l'uso dei modelli" redatto dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in aria (CTN-ACE) nel 2004 indica il modello CALPUFF tra i modelli adeguati per applicazioni in aree urbane ed a scala locale.

CALPUFF è un modello lagrangiano, non stazionario a puff gaussiano, multistrato e multi-inquinante. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

## CALPUFF PUFF-SPLITTING



**Figura 18: Schema di funzionamento del modello CALPUFF**

Le caratteristiche di maggior interesse del modello sono le seguenti.

- La trattazione modellistica delle condizioni di calma di vento;
- La capacità di simulare condizioni di flussi non omogenei (orografia complessa, inversione termica, fumigazione, brezza, ...);
- La possibilità di utilizzare un campo tridimensionale di vento e temperatura ed un campo bidimensionale di parametri di turbolenza (altezza dello strato di rimescolamento, caratteristiche di stabilità atmosferica, ...);
- L'utilizzo di coefficienti di dispersione dalle curve di Pasquill e McElroy o calcolati applicando la teoria della similarità;

- Il calcolo dell'effetto scia (down wash) generato dagli edifici prossimi alle sorgenti;

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti.

## 4.2 Dominio di simulazione

Il dominio di calcolo utilizzato per CALPUFF è un quadrato di lato 10 km, con risoluzione di 100 m, centrato sull'ubicazione del camino afferente alle future due caldaie da 66 MWt ciascuna dello stabilimento versalis di Porto Marghera (Figura 19). Le concentrazioni degli inquinanti al suolo sono state stimate in corrispondenza di una serie di punti recettori (10'000) appartenenti ad una griglia di calcolo regolare caratterizzata da una maglia avente passo pari a 100 m. Il dominio di calcolo è caratterizzato da una variazione di quota contenuta, trattandosi di un'area pianeggiante; pertanto l'orografia non è stata considerata nella simulazione modellistica.

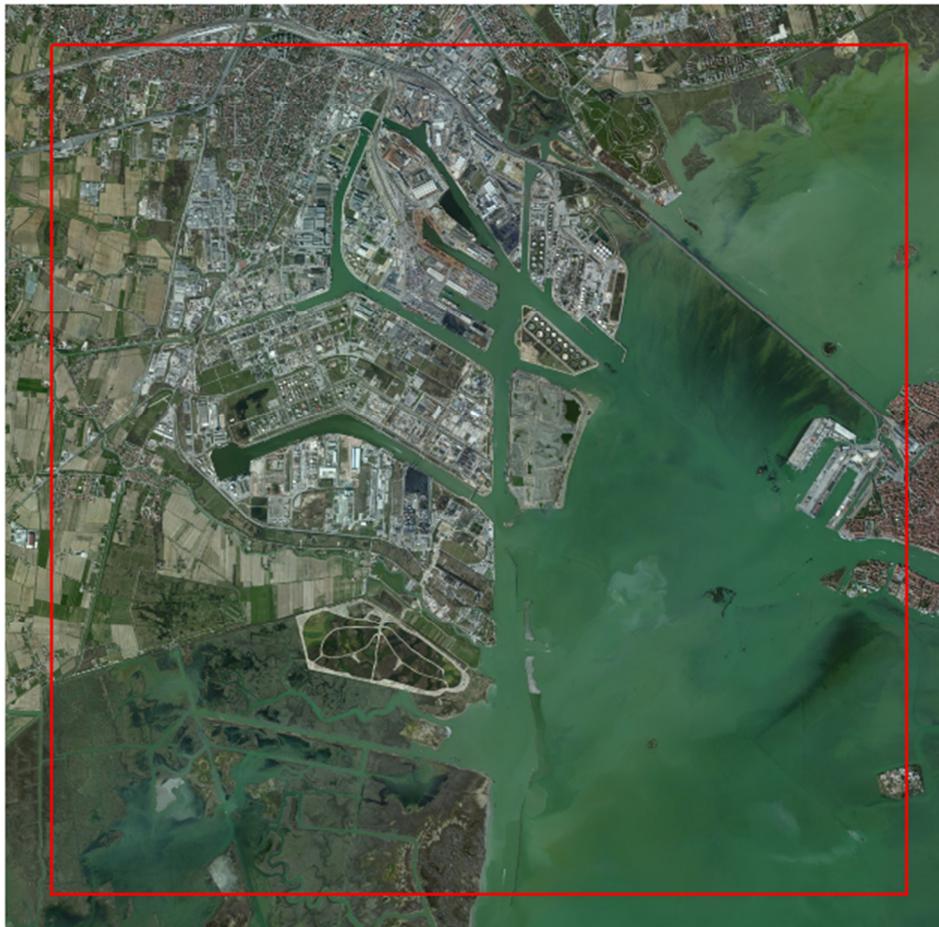


Figura 19: Dominio di simulazione utilizzato per il modello CALPUFF (in rosso)

## 4.3 Input emissivo

Il progetto proposto consiste nella realizzazione di 2 generatori di vapore B 120 A/B per la produzione di vapore della potenza termica complessiva di 132 MWt, in sostituzione dell'attuale CTE. Nella figura seguente è indicata la posizione del nuovo punto emissivo.



**Figura 20: Localizzazione del nuovo punto emissivo**

Le emissioni considerate sono di tipo convogliato e sono legate all'esercizio di un camino, le cui caratteristiche geometriche ed emissive sono indicate rispettivamente nelle seguenti tabelle. Gli inquinanti emessi sono: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), polveri (PTS) e monossido di carbonio (CO).

**Tabella 14: Geometria del nuovo punto di emissione**

Sorgente emissiva	Caratteristiche geometriche		
	Altezza [m]	Sezione [m <sup>2</sup> ]	Diametro [m]
CTE	60	2,4	1,75

**Tabella 15: Caratteristiche emissive del nuovo punto di emissione**

Sorgente emissiva	Portata fumi [Nm <sup>3</sup> /h] <sup>1</sup>	Temperatura [°C]	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PTS	CO
					[mg/Nm <sup>3</sup> ]	
CTE	123'739	150	35	80	5	100

<sup>1</sup> nel presente Studio è stata modellata la portata fumi, tra quelle previste dalle configurazioni operative riportate nel Progetto Preliminare, più conservativa in termini di ricadute al suolo.

## 4.4 Stima impatto sulla qualità dell'aria

I risultati della simulazione effettuata mediante il modello CALPUFF sono rappresentati mediante mappe di isoconcentrazione che mostrano le ricadute al suolo mediate su differenti periodi temporali, come previsto dal D.Lgs. 155/2010 (per maggiori dettagli si veda il paragrafo 2.2).

In Tabella 16 si riporta l'elenco delle mappe di isoconcentrazione prodotte e delle rispettive tavole allegate al presente Studio. Cautelativamente le concentrazioni di NO<sub>x</sub> e delle PTS sono state considerate pari

rispettivamente a quella di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> e confrontate con i relativi limiti normativi, ipotizzando quindi che tutti gli NO<sub>x</sub> presenti reagiscano in atmosfera presentandosi sotto forma di NO<sub>2</sub> e che tutte le polveri emesse dallo stabilimento (PTS) siano particelle con dimensioni inferiori a 10 µm (PM<sub>10</sub>).

**Tabella 16: Elenco delle tavole allegate**

N° Tavola	Inquinante	Periodo di mediazione
1		Anno
2	SO <sub>2</sub>	Giorno
3		Ora
4		Anno
5	NO <sub>2</sub>	Ora
6		Anno
7	PM <sub>10</sub>	Anno
8		Giorno
9	CO	8 ore

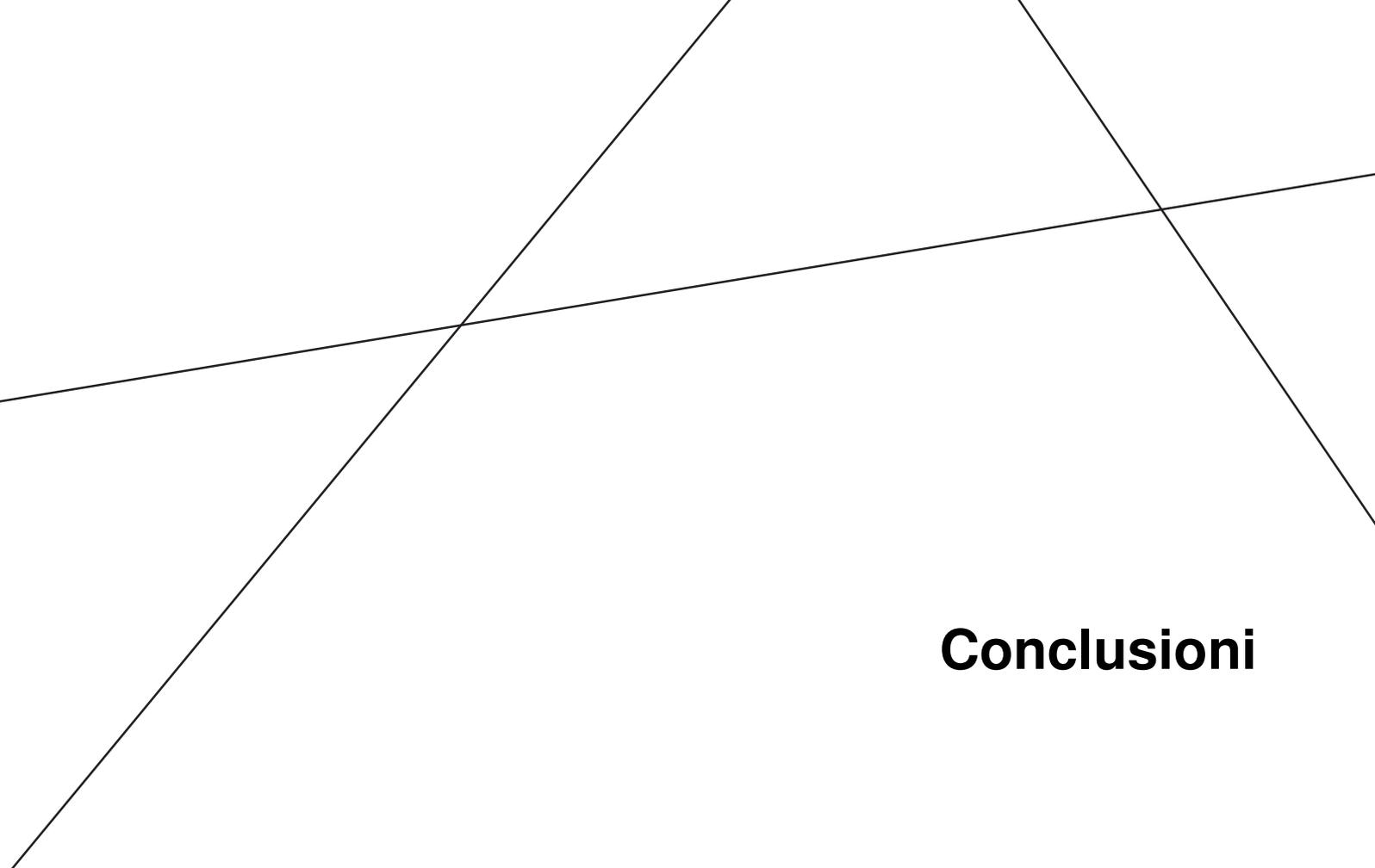
Nelle tavole si evidenzia graficamente come la distribuzione spaziale delle ricadute degli inquinanti al suolo si configuri, in particolare nel caso delle medie annue, in linea con quanto previsto dall'analisi della rosa dei venti della centralina meteorologica, ovvero a Nord – Ovest e Sud - Ovest del nuovo punto emissivo. Le massime concentrazioni si verificano a circa 1 km dal punto emissivo e con valori molto contenuti.

Nella tabella seguente sono indicati i massimi valori di ricaduta stimati da CALPUFF per tutti gli inquinanti emessi e il confronto con il rispettivo valore limite.

**Tabella 17: Valori massimi di ricaduta nell'intero dominio di simulazione**

Inquinante	SO <sub>2</sub>			NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )		PM <sub>10</sub> (PM <sub>2,5</sub> )		CO
	Periodo di mediazione	Anno	Giorno	Ora	Anno	Ora	Anno	Giorno
<b>Valore massimo di ricaduta [µg/m<sup>3</sup>]</b>	0,11	0,61	2,56	0,24	6,0	0,0152	0,052	7,6
<b>Limite normativo [µg/m<sup>3</sup>] - SQA</b>	20	125	350	40 (30)	200	40 (25)	50	10'000
<b>Percentuale rispetto al valore limite [%]</b>	0,5%	0,5%	0,7%	0,6% (0,8%)	3%	0,04% (0,06%)	0,1%	0,1%

Le concentrazioni massime stimate da CALPUFF rispettano ampiamente gli standard di qualità dell'aria (SQA) e il peso percentuale della nuova configurazione della CTE rispetto a tale limite è decisamente contenuto, sempre al di sotto del 3%.

Abstract geometric lines in the top left corner, consisting of three thin black lines that intersect to form a triangular shape.

**Conclusioni**

**05**

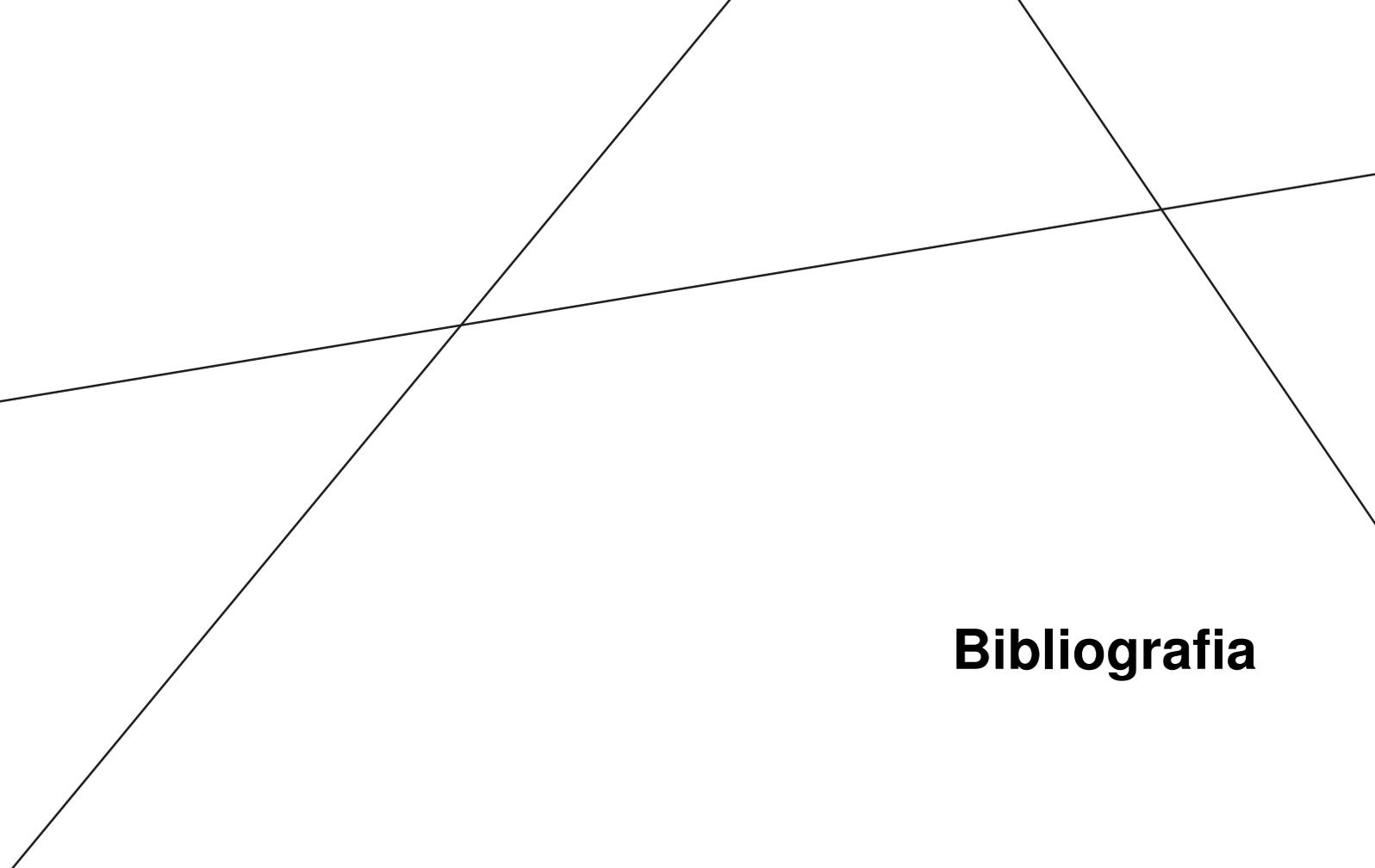
---

## 5 CONCLUSIONI

---

Per valutare l'impatto sulla qualità dell'aria e la distribuzione spaziale delle ricadute al suolo legate alle emissioni delle due caldaie da 66 MWt ciascuna che lo stabilimento versalis di Porto Marghera intende sostituire all'attuale CTE, è stata effettuata una simulazione mediante il modello di dispersione CALPUFF su un dominio quadrato avente lato di 10 km.

I risultati ottenuti evidenziano come le ricadute al suolo presentino valori massimi molto contenuti e ampiamente al di sotto del corrispondente requisito di qualità ambientale per tutti gli inquinanti emessi.



## **Bibliografia**

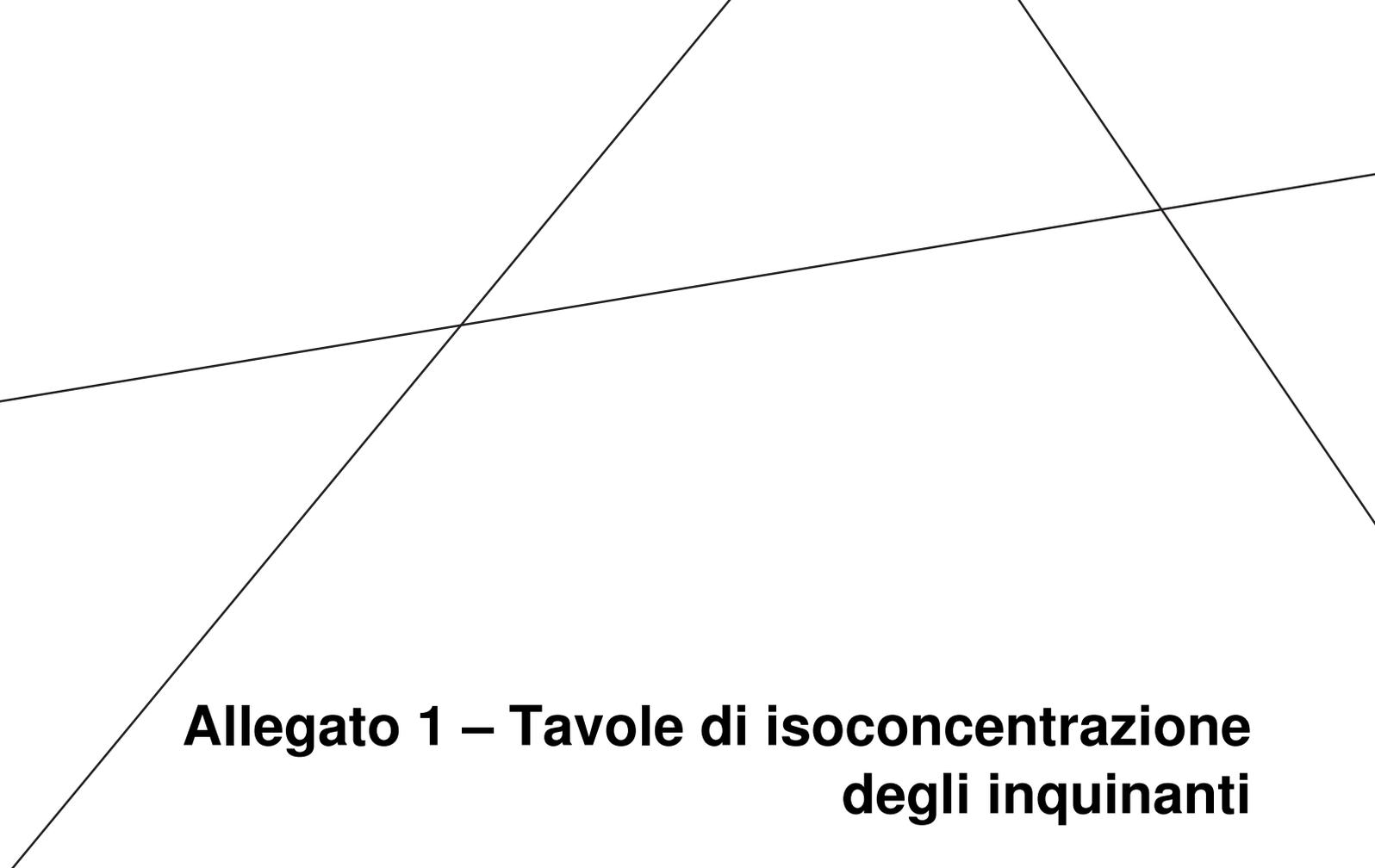
**06**

---

## 6 BIBLIOGRAFIA

---

- [1] *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*. Seinfeld John H.. Wiley (New York). 1986.
- [2] *Air pollution modeling*. Zanetti. Computational mechanics publications. Van Nostrand Reinhold. New York. USA. 1990.
- [3] *Applied model for the growth of the daytime mixed layer*. Batchvarova and Gryning. Bound. Layer Meteor. 1991.
- [4] *Velocity profiles and resistance laws for the planetary boundary layer in neutral and stable stratification*. Zilitinkevich. Izvestija AN SSSR. FAO. 25. No. 11. 1131-1143. 1989.
- [5] *Analysis of various schemes for the estimation of atmospheric stability classification*. Mohan Siddiqui. Atmos. Environ.32 3775-3781. 1998.
- [6] D.Lgs. 155/2010 Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- [7] US-EPA <http://www.epa.gov/ttn/scram/aqmindex.htm> - modelli per la qualità dell'aria.
- [8] Calpuff UserGuide - S. Shire. R.Robe. E. Fernau. J.Yamartino – 2000.
- [9] AP42, fifth edition - Compilation of Air Pollutant Emission Factors, USEPA – 1995.
- [10] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 – Part B, Chapter 2.B.
- [11] Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers. European Commission – 2007.
- [12] Air quality guidelines for Europe, 2<sup>nd</sup> edition, 2000, WHO.
- [13] *I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni*, 2004, CTN-ACE.

The top-left corner of the page features three thin, black, intersecting lines that create a series of geometric shapes, including a triangle and several quadrilaterals. These lines are positioned diagonally and horizontally, adding a modern, minimalist aesthetic to the document's header area.

# **Allegato 1 – Tavole di isoconcentrazione degli inquinanti**



## **ABOUT AECOM**

AECOM (NYSE: ACM) is built to deliver a better world. We design, build, finance and operate infrastructure assets for governments, businesses and organizations in more than 150 countries.

As a fully integrated firm, we connect knowledge and experience across our global network of experts to help clients solve their most complex challenges.

From high-performance buildings and infrastructure, to resilient communities and environments, to stable and secure nations, our work is transformative, differentiated and vital. A Fortune 500 firm, AECOM companies had revenue of approximately US\$19 billion during the 12 months ended June 30, 2015.

See how we deliver what others can only imagine at

[aecom.com](http://aecom.com) and [@AECOM](https://twitter.com/AECOM).

[www.aecom.com](http://www.aecom.com)

Follow us on Twitter: [@aecom](https://twitter.com/AECOM)

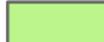
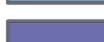


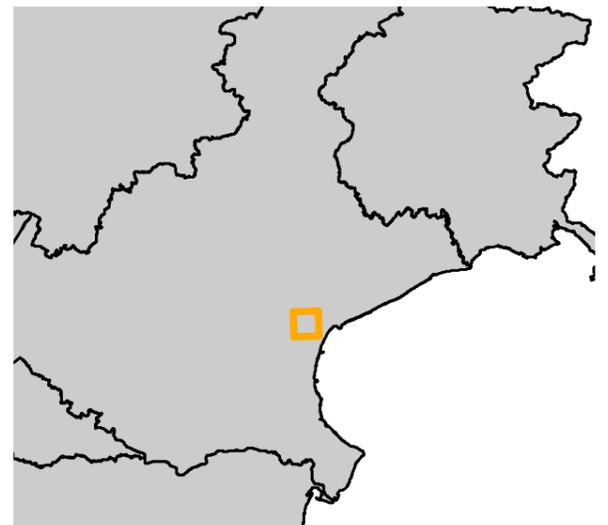
ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

### Legenda

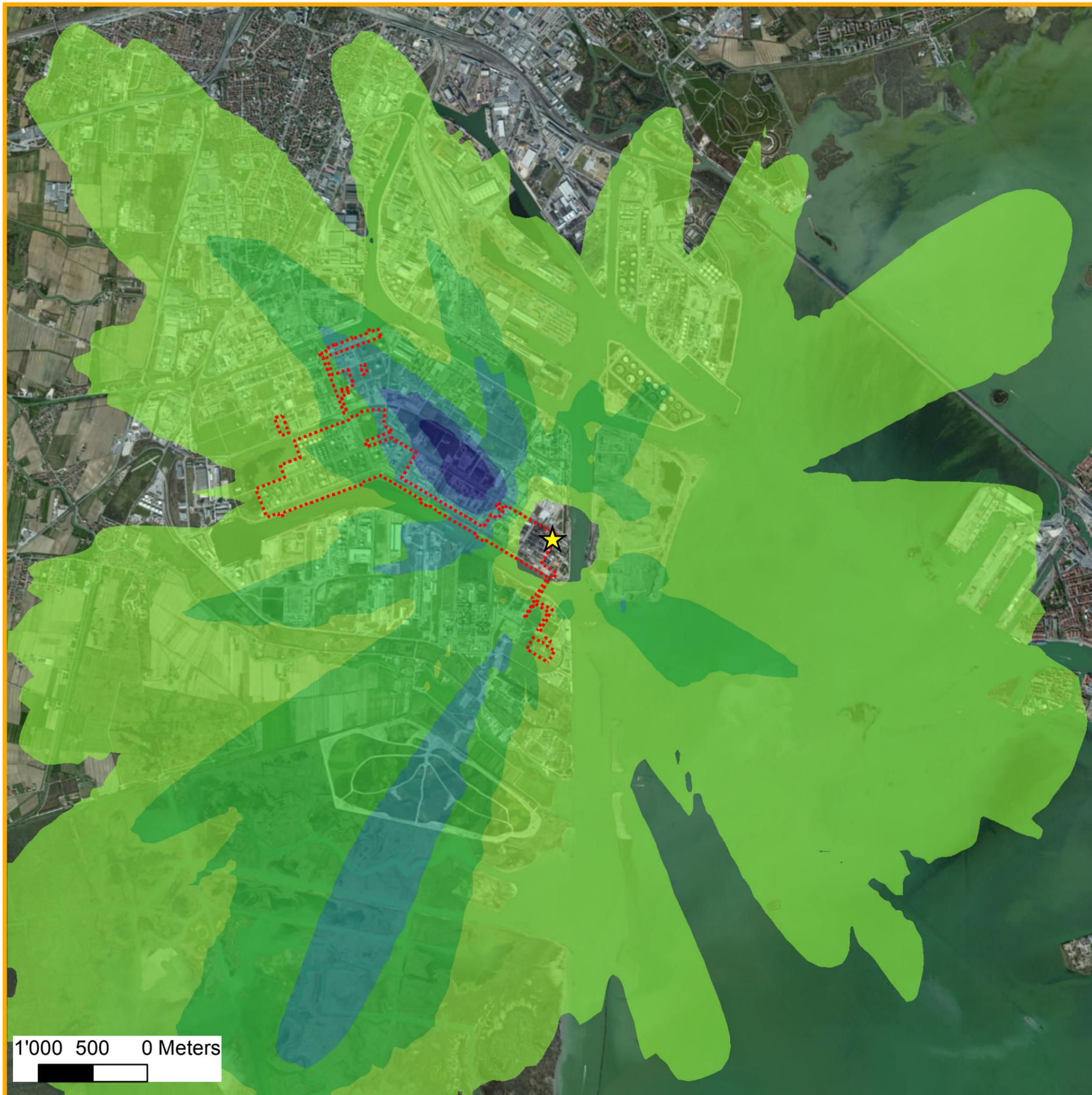
-  Confine dello stabilimento
-  Dominio di simulazione
-  Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

-  <math>< 0.02</math>
-  <math>0.02 - 0.04</math>
-  <math>0.04 - 0.06</math>
-  <math>0.06 - 0.08</math>
-  <math>0.08 - 0.10</math>
-  <math>0.10 - 0.11</math>



 	
<b>ENI VERSALIS Porto Marghera</b> Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera	
Inquinante: <b>SO<sub>2</sub></b>	Valore limite: <b>20 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Periodo di mediazione: <b>anno</b>	Scenario: <b>Post operam</b>
Tavola_01	
_Settembre 2016 <span style="float: right;"></span>	

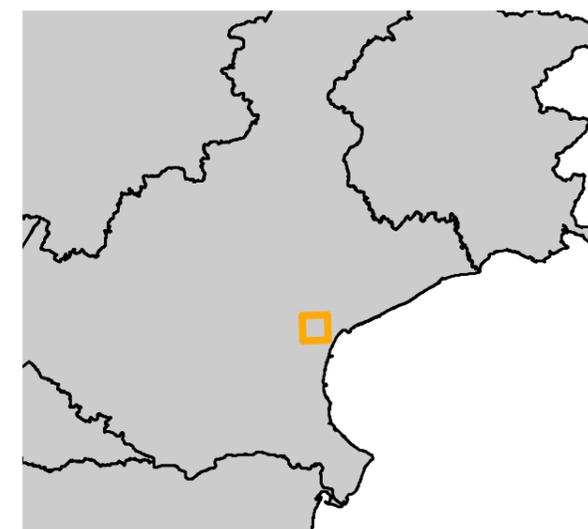


## Legenda

-  Confine dello stabilimento
-  Dominio di simulazione
-  Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

-  < 0.10
-  0.10 - 0.20
-  0.20 - 0.30
-  0.30 - 0.40
-  0.40 - 0.50
-  0.50 - 0.61



ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

**AECOM**



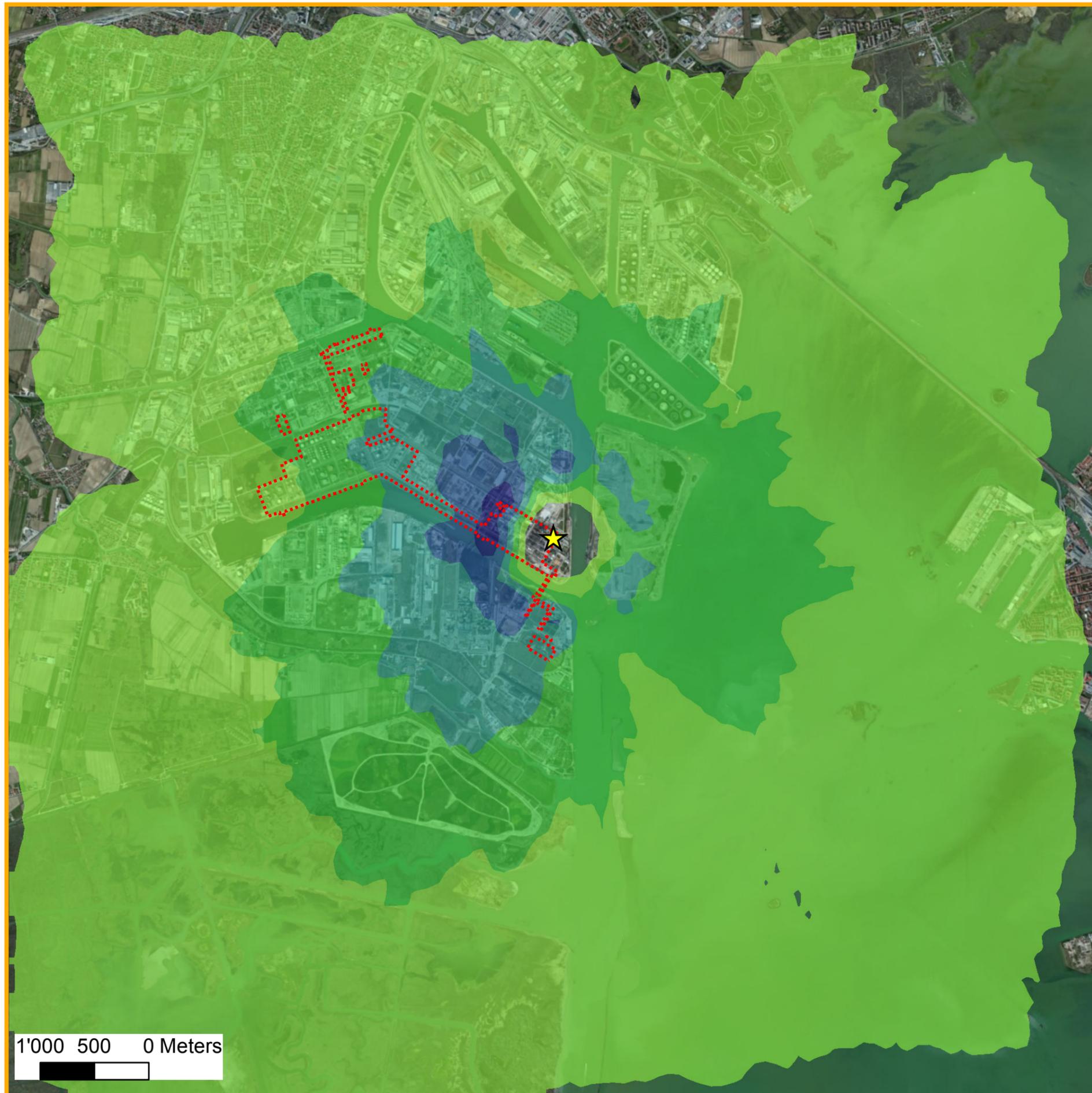
**ENI VERSALIS Porto Marghera**  
Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera

Inquinante: <b>SO<sub>2</sub></b>	Valore limite: <b>125 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Periodo di mediazione: <b>giorno</b>	Scenario: <b>Post operam</b>

**Tavola\_02**

\_Settembre 2016

 TerrAria s.r.l.

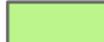
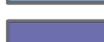


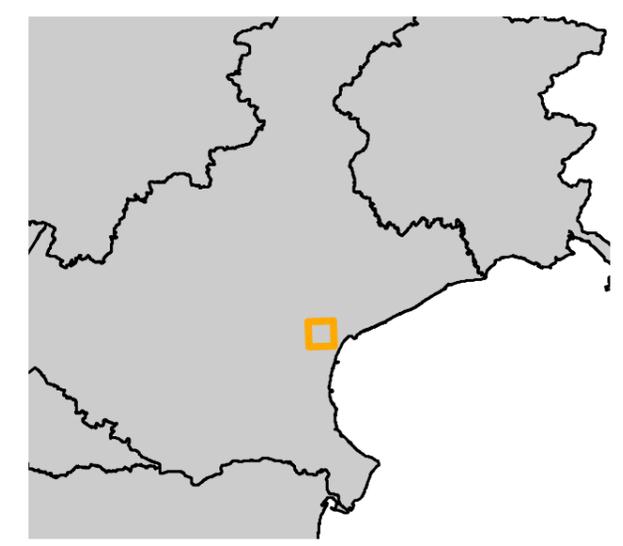
## Legenda



-  Confine dello stabilimento
-  Dominio di simulazione
-  Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

-   $< 0.45$
-   $0.45 - 0.90$
-   $0.90 - 1.35$
-   $1.35 - 1.80$
-   $1.80 - 2.25$
-   $2.25 - 2.56$



ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

 	
<b>ENI VERSALIS Porto Marghera</b> Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera	
Inquinante: <b>SO<sub>2</sub></b>	Valore limite: <b>350 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Periodo di mediazione: <b>ora</b>	Scenario: <b>Post operam</b>
<b>Tavola_03</b>	
_Settembre 2016 <span style="float: right;"></span>	



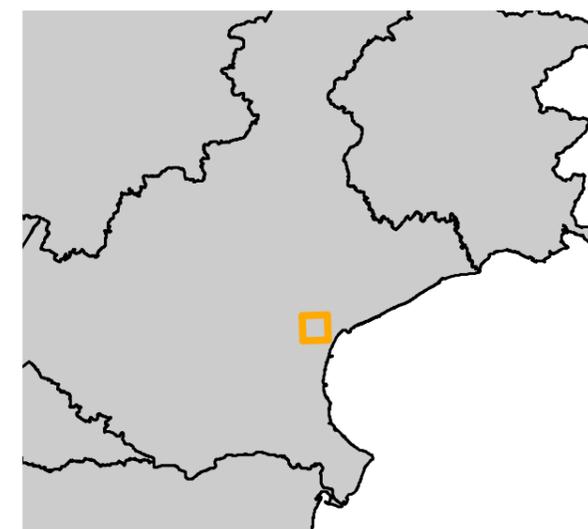
ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

### Legenda

- Confine dello stabilimento
- Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- $< 0.04$
- 0.04 - 0.08
- 0.08 - 0.12
- 0.12 - 0.16
- 0.16 - 0.20
- 0.20 - 0.24



**AECOM**



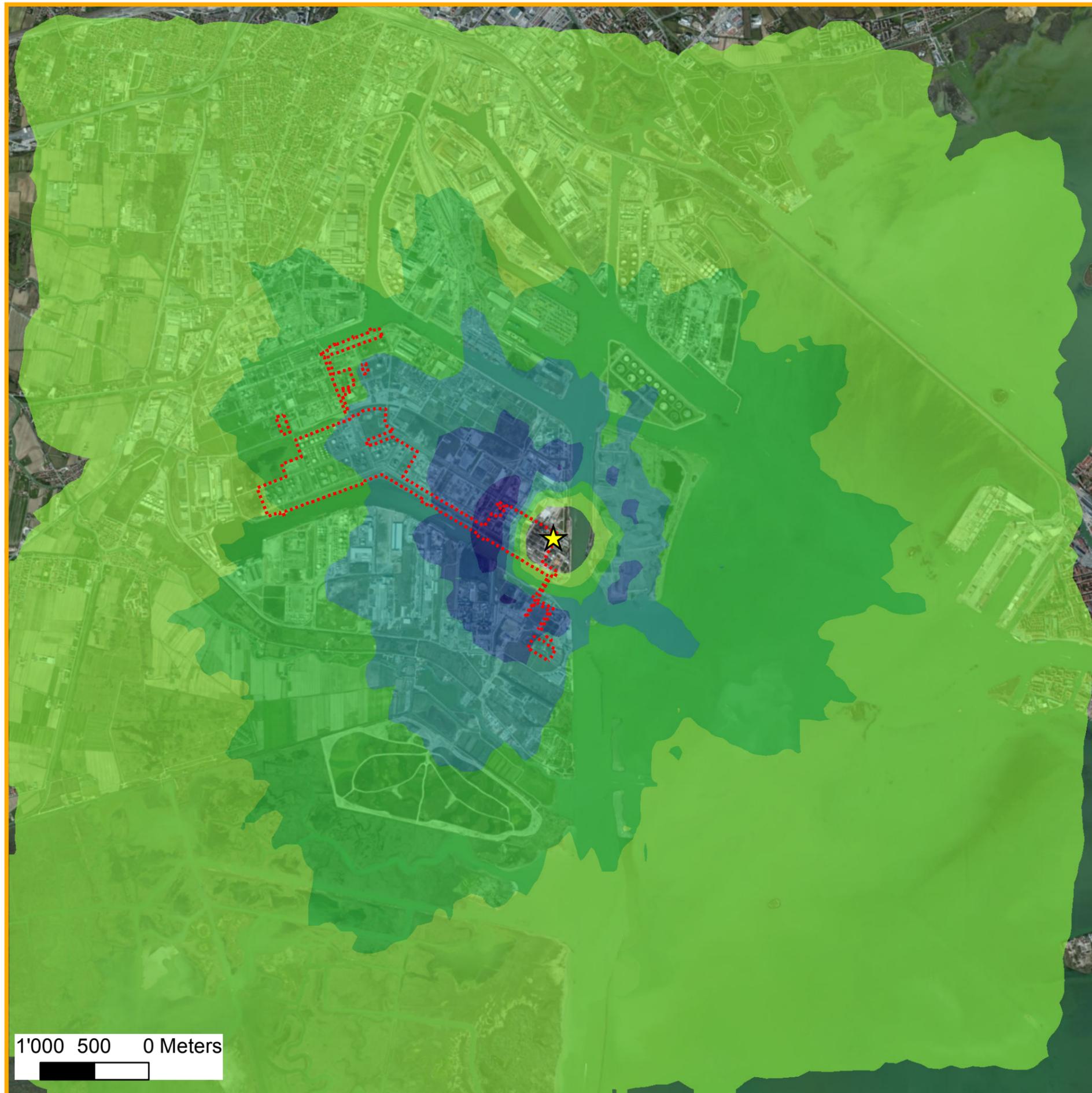
**ENI VERSALIS Porto Marghera**  
Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera

Inquinante: <b>NO<sub>2</sub></b>	Valore limite: <b>40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Periodo di mediazione: <b>anno</b>	Scenario: <b>Post operam</b>

## Tavola\_04

\_Settembre 2016

TerrAria s.r.l.



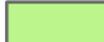
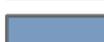
1'000 500 0 Meters

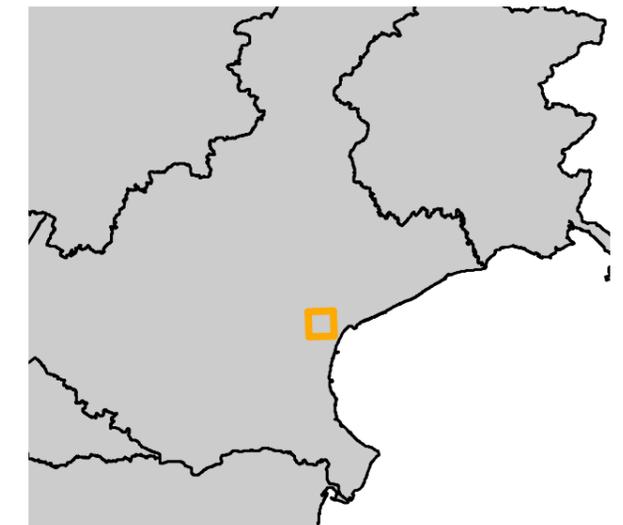
ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

### Legenda

-  Confine dello stabilimento
-  Dominio di simulazione
-  Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

-  < 1.0
-  1.0 - 2.0
-  2.0 - 3.0
-  3.0 - 4.0
-  4.0 - 5.0
-  5.0 - 6.0



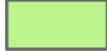
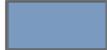
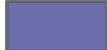
 	
<b>ENI VERSALIS Porto Marghera</b> Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera	
Inquinante: <b>NO<sub>2</sub></b>	Valore limite: <b>200 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Periodo di mediazione: <b>ora</b>	Scenario: <b>Post operam</b>
Tavola_05	
_Settembre 2016 <span style="float: right;"></span>	

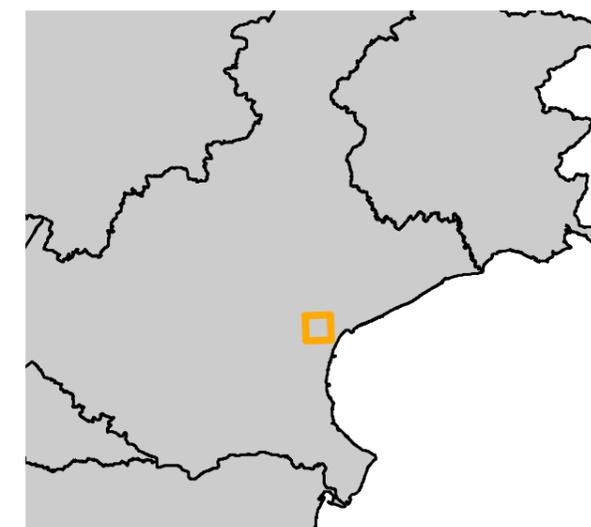


## Legenda

-  Confine dello stabilimento
-  Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

-  < 0.04
-  0.04 - 0.08
-  0.08 - 0.12
-  0.12 - 0.16
-  0.16 - 0.20
-  0.20 - 0.24



ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

**AECOM**



versalis

ENI VERSALIS Porto Marghera

Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera

Inquinante: **NO<sub>x</sub>**

Valore limite: **30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Periodo di mediazione:  
anno

Scenario:  
**Post operam**

**Tavola\_06**

\_Settembre 2016

TerrAria s.r.l.



## Legenda



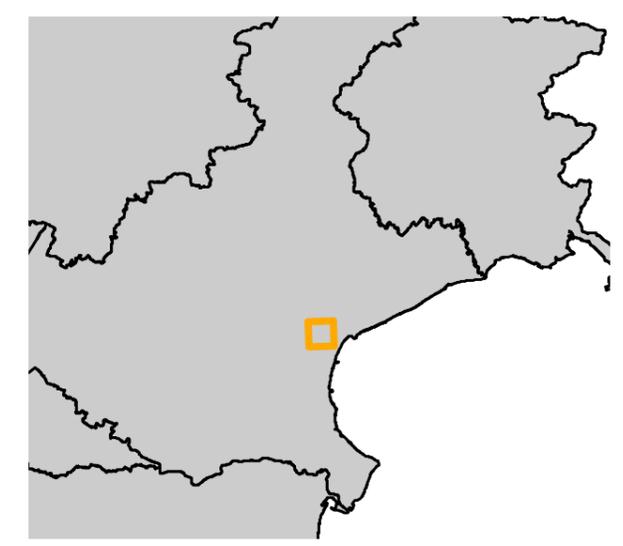
Confine dello stabilimento

Dominio di simulazione

Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- < 0.0025
- 0.0025 - 0.0050
- 0.0050 - 0.0075
- 0.0075 - 0.0100
- 0.0100 - 0.0125
- 0.0125 - 0.0152



ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

<b>ENI VERSALIS Porto Marghera</b> Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera	
Inquinante: <b>PM<sub>10</sub></b>	Valore limite: <b>40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Periodo di mediazione: <b>anno</b>	Scenario: <b>Post operam</b>
<h1>Tavola_07</h1>	
_Settembre 2016	



## Legenda



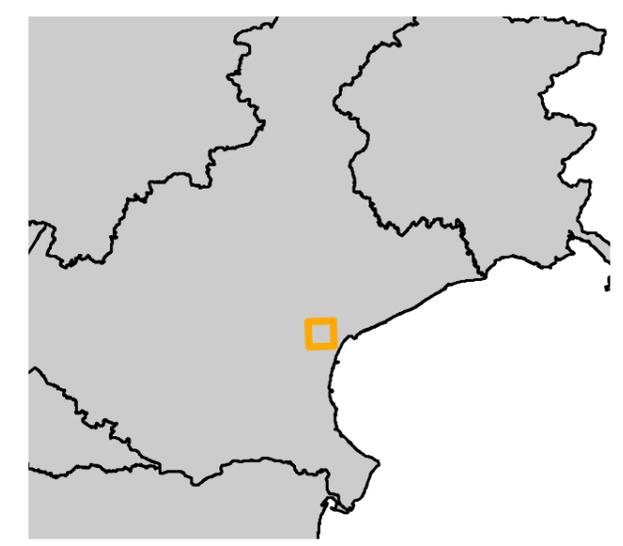
Confine dello stabilimento

Dominio di simulazione

Nuovo punto emissivo

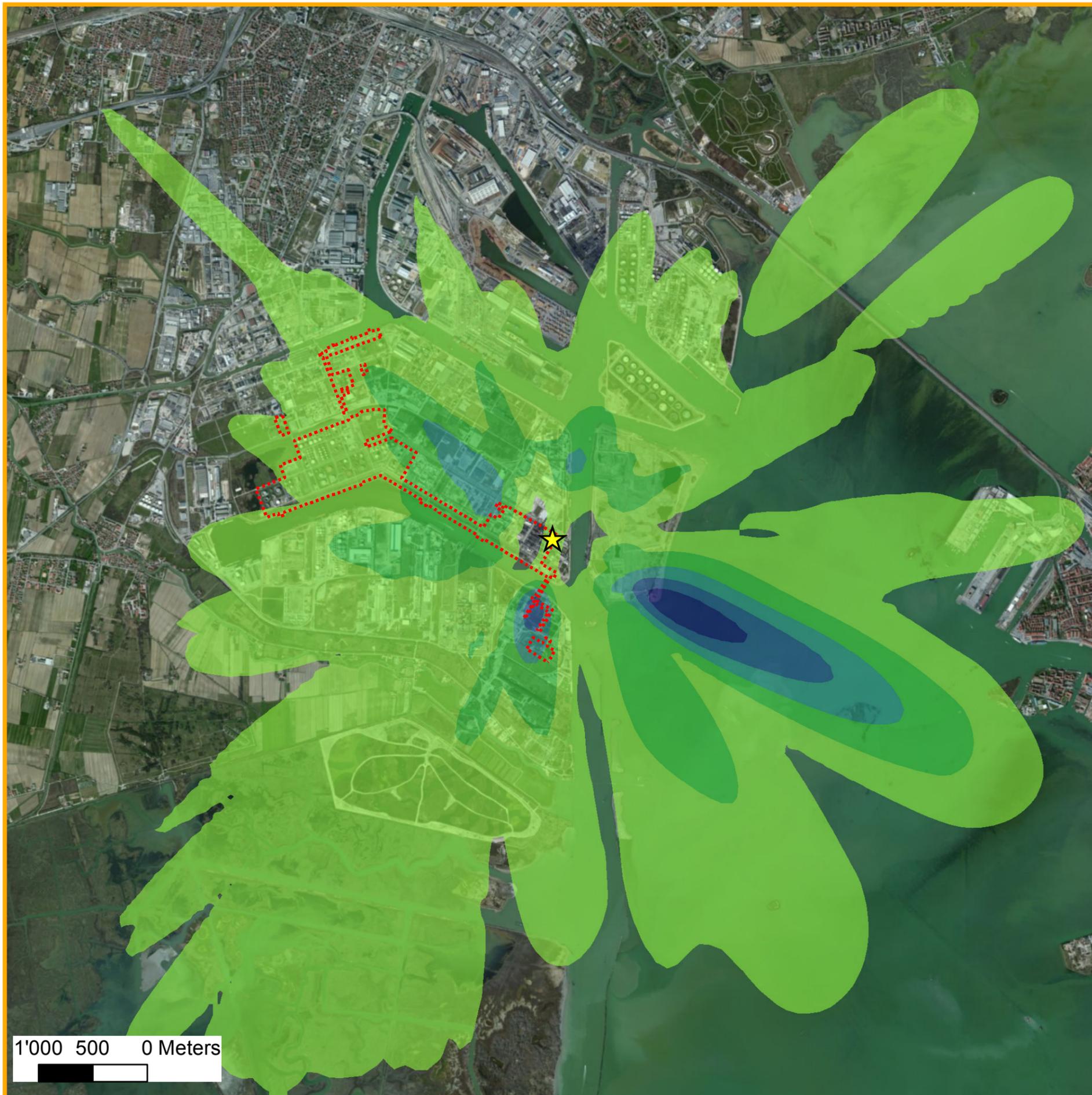
### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- $< 0.009$
- $0.009 - 0.018$
- $0.018 - 0.027$
- $0.027 - 0.036$
- $0.036 - 0.045$
- $0.045 - 0.052$



ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

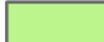
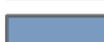
<b>ENI VERSALIS Porto Marghera</b> Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera	
Inquinante: <b>PM<sub>10</sub></b>	Valore limite: <b>50 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Periodo di mediazione: <b>giorno</b>	Scenario: <b>Post operam</b>
Tavola_08	
_Settembre 2016 <span style="float: right;"> TerrAria s.r.l.</span>	

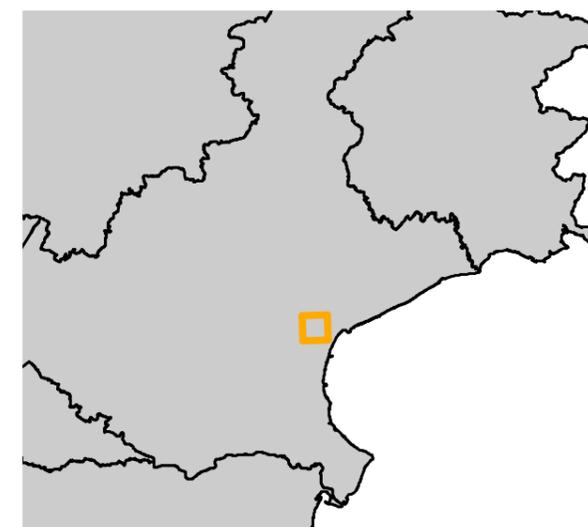


### Legenda

-  Confine dello stabilimento
-  Dominio di simulazione
-  Nuovo punto emissivo

### Ricadute ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

-  < 1.3
-  1.3 - 2.6
-  2.6 - 3.9
-  3.9 - 5.2
-  5.2 - 6.5
-  6.5 - 7.6



ENI - Stabilimento VERSALIS di Porto Marghera

**AECOM**



versalis

ENI VERSALIS Porto Marghera

Stima degli impatti delle emissioni in atmosfera

Inquinante: CO

Valore limite: 10'000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Periodo di mediazione:  
8 ore

Scenario:  
Post operam

Tavola\_09

\_Settembre 2016

TerrAria s.r.l.

1'000 500 0 Meters