

# Studio di impatto atmosferico della Centrale Elettra di Trieste

Preparato per:

**Dott. Alessandra Barocci**  
**Viale Paolo VI, 26**  
**25087 Salò (BS)**

Novembre 2019

**Enviroware**  
Air quality consulting

Enviroware srl  
Via Dante Alighieri, 142  
20863 Concorezzo MB  
Tel 039/6040778  
info@enviroware.com  
<https://www.enviroware.com>

Documento firmato digitalmente da R. Bellasio per Enviroware srl

## Sommario

1	Introduzione.....	2
2	Normativa sulla qualità dell'aria .....	4
3	Il sistema modellistico CALMET/CALPUFF .....	9
3.1	Criteri di selezione.....	9
3.2	CALMET .....	10
3.3	CALPUFF .....	11
4	Costruzione dell'input meteorologico .....	13
4.1	Dati meteorologici.....	16
5	Scenari emissivi .....	24
5.1	Caratteristiche geometriche delle sorgenti .....	24
5.2	Scenario Ante Operam .....	25
5.3	Scenario Post Operam.....	26
5.4	Building downwash .....	26
6	Simulazioni di dispersione degli inquinanti .....	27
6.1	Dati di input del modello CALPUFF .....	27
6.2	Ossidi di azoto (NOX) .....	28
6.3	Biossido di zolfo (SO2).....	33
6.4	Polveri (PM10).....	40
6.5	Monossido di carbonio (CO) .....	45
7	Conclusioni .....	49
8	Riferimenti .....	51

## 1 Introduzione

La Centrale termoelettrica "CET Servola" di Trieste rientra tra le attività IPPC nella categoria degli "Impianti di combustione con potenza termica di combustione di oltre 50 MW"; la Centrale è oggi di proprietà e gestita dalla società Acciaieria Arvedi S.p.A., che nel mese di gennaio 2017 è subentrata nella titolarità dell'area alla Siderurgica Triestina Srl, a sua volta subentrata al precedente gestore Elettra Produzione srl, stante il contratto di cessione del ramo d'azienda del 28/12/2015. La Centrale è collocata all'interno del complesso siderurgico di Trieste gestito dalla stessa Acciaieria Arvedi S.p.A, noto storicamente col nome di Ferriera di Servola.

La precedente gestione realizzò una centrale a ciclo combinato per la produzione di energia elettrica e vapore (CET), di potenza termica complessiva pari a circa 380 MWt e potenza elettrica pari a 170 MW, che permette la completa utilizzazione dei gas energetici prodotti nell'ambito del ciclo siderurgico per l'autoconsumo del sito produttivo. La Centrale è stata costruita tra il 1999 ed il 2000 ed ha avviato in proprio esercizio nel 2001.

L'azienda intende ora realizzare il seguente progetto:

- Sostituire la parte di Turbogas (TG) Ansaldo V94.2K da circa 110 MW accoppiato al Generatore elettrico AEN WY21Z-073LLT da 120 MVA con l'installazione del nuovo TG AE64.3A da circa 80 MW (220 MWt) con i relativi accessori di macchina e un nuovo Turbogeneratore AEN WY18Z-066 air-cooled 94 MVA 15 kV.
- Procedere al rifacimento dell'attuale ciclo combinato sostituendo i suoi componenti principali (Generatore di Vapore a Recupero - GVR, Turbina a Vapore con Alternatore e Condensatore) per adattarlo al nuovo TG, di minore potenza rispetto a quello attuale.

A valle di questi interventi, l'impianto nell'assetto ciclo combinato consentirà di produrre una potenza elettrica pari a 120 MW (220 MWt). Il nuovo assetto produttivo permetterà pertanto:

- La continuazione della produzione di energia elettrica utilizzando i gas siderurgici prodotti dall'area a caldo, altrimenti non trattabili, con la GVA per alimentare in autoconsumo sia l'area a caldo che quella a freddo del sito siderurgico, fino alla eventuale chiusura dell'area a caldo;
- La produzione di energia elettrica dal ciclo combinato.

Il presente studio ha l'obiettivo di valutare l'impatto atmosferico indotto dalla Centrale sull'ambiente circostante nello stato attuale (scenario ante operam) e nello stato futuro a valle dell'esecuzione del progetto (scenario post operam).

La stima degli impatti è stata effettuata in entrambi gli scenari ipotizzando le sorgenti attive per tutte le ore del periodo di simulazione (intero anno 2016) per quanto riguarda gli impatti a breve termine (medie di 1 ora, medie di 8 ore, medie di 24 ore). Per quanto riguarda le medie annuali invece si è tenuto conto del ridotto numero di ore di funzionamento durante lo scenario post operam.

Per la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera è stato utilizzato il modello di CALPUFF, versione 7.2.1, che è uno degli strumenti utilizzabili in territori caratterizzati da orografia complessa (US-EPA, 2017). Il sistema modellistico CALMET/CALPUFF è costituito da un modulo di dispersione lagrangiano a puff (CALPUFF) e da un preprocessore meteorologico (CALMET) in grado di ricostruire il campo di vento tridimensionale anche in orografia complessa. I risultati delle simulazioni sono presentati anche sotto forma di mappe di isoconcentrazione.

## 2 Normativa sulla qualità dell'aria

La normativa di interesse sulla qualità dell'aria per il presente studio è stabilita dal **D.Lgs. 155 del 13/08/2010** che recepisce la Direttiva Europea 2008/50/CE (relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) e abroga una serie di leggi precedenti, tra cui il DM n. 60 del 2 aprile 2002 e il D.Lgs. 351 del 04/08/1999.

Le finalità del Decreto sono:

- a) individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- c) ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- e) garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- f) realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico.

Per raggiungere tali finalità, il decreto stabilisce:

- a) i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di **biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10**;
- b) i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e **ossidi di azoto**;
- c) le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- d) il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di **PM2.5**;
- e) i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di **arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene**;
- f) i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per **l'ozono**.

Per **aria ambiente**, si intende l'aria esterna presente in troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro definiti dal D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008.

Il **valore limite** è un livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.

La **soglia di allarme** è il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

La **soglia di informazione** è il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

Il **valore obiettivo** è il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita.

**L'obiettivo a lungo termine** è il livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

Per **ossidi di azoto (NOX)** si intende la somma dei rapporti di mescolamento in volume (ppbv) di monossido di azoto e biossido di azoto, espressa in unità di concentrazione di massa di biossido di azoto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

I valori limite fissati dal Decreto al fine della protezione della salute umana sono riepilogati in Tabella 1.

Il valore limite riportato per il biossido di zolfo può essere espresso anche in termini di percentili. Il percentile 99.73 della concentrazione media oraria non deve superare i  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre il percentile 99.18 della concentrazione media giornaliera non deve superare i  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Analogamente per il biossido di azoto il percentile 99.79 della concentrazione media oraria non deve superare i  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per quanto riguarda il PM10 il percentile 90.41 delle concentrazioni medie giornaliere non deve superare i  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Per il **benzene** il Decreto stabilisce un valore limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per la media annua.

Il valore limite per il monossido di carbonio è espresso tramite la media massima giornaliera su 8 ore. Essa viene individuata esaminando le medie mobili su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora.

Il Decreto stabilisce le soglie di allarme per il biossido di zolfo, per il biossido di azoto e per l'ozono:

- SO<sub>2</sub>: 500 µg/m<sup>3</sup> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km<sup>2</sup> oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi.
- NO<sub>2</sub>: 400 µg/m<sup>3</sup> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km<sup>2</sup> oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi.
- O<sub>3</sub>: 180 µg/m<sup>3</sup> come media su 1 ora per finalità di informazione; 240 µg/m<sup>3</sup> come media su 1 ora per tre ore consecutive per finalità di allarme.

In caso di superamenti delle soglie di allarme l'informazione deve essere resa pubblica, completa di data e ora del superamento, la causa (nel caso in cui sia nota), le previsioni sui futuri livelli di inquinamento, le categorie di popolazione potenzialmente sensibili al fenomeno e le precauzioni che la popolazione sensibile deve prendere per minimizzare gli eventuali danni.

I livelli critici per la protezione della vegetazione vengono riepilogati in Tabella 2, e sono pari a 20 µg/m<sup>3</sup> e 30 µg/m<sup>3</sup> come media sull'anno civile rispettivamente per SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>.

La Tabella 3 riepiloga i valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Infine, la Tabella 4 e la Tabella 5 riepilogano i valori obiettivo e gli obiettivi a lungo termine per l'ozono.

**Tabella 1. Valori limite fissati dal D.Lgs 155/2010 per la protezione della salute umana.**

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite
Biossido di zolfo	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
Biossido di zolfo	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
Biossido di azoto	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
Biossido di azoto	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
Benzene	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio	Media massima giornaliera di 8 ore <sup>(1)</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Piombo	Anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>
PM10	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
PM10	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5 (Fase 1)	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5 (Fase 2)	Anno civile	Da stabilire

(1) Media mobile. Ogni media è riferita al giorno in cui si conclude. L'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00.

**Tabella 2. Livelli critici fissati dal D.Lgs 155/2010 per la protezione della vegetazione.**

Inquinante	Periodo di mediazione	Livello critico
Biossido di zolfo	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di zolfo	1 ottobre – 31 marzo	20 µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3. Valore obiettivo riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione di PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.**

Inquinante	Valore obiettivo
Arsenico	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	5.0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	20.0 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene	1.0 ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 4. Valori obiettivo fissati dal D.Lgs 155/2010 per l'ozono.**

Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1)
Protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>(2)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18000 µg/m <sup>3</sup> h come media su cinque anni <sup>(3)</sup>



**Tabella 5. Obiettivi a lungo termine fissati dal D.Lgs 155/2010 per l'ozono.**

<b>Finalità</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Obiettivo a lungo termine</b>
Protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile <sup>(2)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6000 µg/m <sup>3</sup> h <sup>(3)</sup>

(1) Il raggiungimento del valore obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana, e nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010-2014, per la protezione della vegetazione.

(2) Media mobile. Ogni media è riferita al giorno in cui si conclude. L'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00.

(3) Per AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup> h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (40 ppb) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 08:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).

## 3 Il sistema modellistico CALMET/CALPUFF

### 3.1 Criteri di selezione

Il sistema modellistico CALMET/CALPUFF (Scire et al., 2000a; Scire et al., 2000b) è stato scelto tra gli strumenti esistenti in base alle seguenti motivazioni (sulla base ad esempio di quanto suggerito in ANPA, 2000):

- Referenze. È indicato dalla US-EPA (2017) come uno dei modelli utilizzabili per la simulazione del trasporto degli inquinanti su lunghe distanze (da 50 km a diverse centinaia di km) e per la simulazione su distanze relativamente brevi quando le condizioni di orografia complessa possono generare situazioni di stagnazione, di ricircolo dei venti e variazioni spazio-temporali delle condizioni meteorologiche.
- Scala spaziale. Il modello prescelto è in grado di riprodurre efficacemente i fenomeni alla scala locale e nelle immediate vicinanze della sorgente (e.g. building downwash).
- Scala temporale. Il modello CALPUFF è in grado di predire per uno o più anni valori medi orari di concentrazione, quindi permette di determinare i parametri di interesse per la normativa vigente (numero di superamenti, percentili, ecc.).
- Complessità dell'area di studio. Il modello meteorologico diagnostico CALMET permette di riprodurre gli effetti dovuti all'orografia del territorio (presenza di rilievi), alle disomogeneità superficiali (presenza di discontinuità terra-mare, città campagna, presenza grandi masse di acqua interne) e alle condizioni meteodiffusive non omogenee (regimi di brezza di monte-valle, brezze di mare, inversioni termiche, calme di vento a bassa quota).
- Tipologia di inquinante. Tutti gli inquinanti di interesse nello studio (CO, NOX, SO2 e PM10) sono prevalentemente di origine primaria, quindi possono essere efficacemente simulati dal modello di dispersione CALPUFF. Il modello è inoltre in grado di descrivere processi di rimozione (deposizione secca e deposizione umida) specifici per ciascun inquinante.
- Tipologia delle sorgenti. Tutte le sorgenti di interesse nello studio sono di tipo puntuale (o puntiforme), e vengono gestite dal modello CALPUFF. Oltre al building downwash a cui si è già accennato, il modello descrive altri fenomeni tipici di questa tipologia di sorgenti, quali il plume rise, lo stack tip downwash ed altri ancora.
- Tipologia di analisi. Lo studio prevede l'effettuazione di un'analisi di dettaglio tenendo conto dei dati meteorologici locali su base oraria per un periodo temporale di un anno. I

valori di concentrazione media oraria ottenuti saranno ulteriormente processati per ottenere i parametri di interesse normativo.

- Disponibilità dei dati di input. Il sistema CALMET/CALPUFF richiede molti più dati di input rispetto ad un modello di tipo Gaussiano. Sono necessarie ad esempio misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria, almeno un radiosondaggio ogni 12 ore, informazioni sull'orografia e sull'utilizzo del suolo. A fronte di questa maggiore richiesta di dati, tutti disponibili per lo studio in oggetto, il sistema modellistica fornisce informazioni molto più dettagliate e precise rispetto a modelli più semplici basati su una meteorologia puntuale.

Nel seguito viene fornita una breve descrizione dei modelli CALMET e CALPUFF.

### **3.2 CALMET**

CALMET (Scire et al., 2000b) è un modello meteorologico diagnostico, cioè in grado di ricostruire il campo di vento 3D su un dominio di calcolo con orografia complessa a partire da misure al suolo, da almeno un profilo verticale e dai dati di orografia e utilizzo del suolo. Esso contiene inoltre degli algoritmi per il calcolo di parametri micrometeorologici 2D fondamentali nell'applicazione di modelli di dispersione in atmosfera, come, ad esempio, l'altezza di rimescolamento, la lunghezza di Monin-Obukhov, la velocità di frizione e la velocità convettiva.

Il modulo per la ricostruzione del campo di vento utilizza un approccio costituito da due passi successivi. Nel primo passo modifica il vento iniziale (*Initial Guess Field*) in funzione degli effetti cinematici del terreno e dei venti di pendenza e produce un primo campo di vento. Nel secondo passo questo campo di vento viene modificato tramite una analisi oggettiva che introduce i dati misurati ed utilizza l'equazione di continuità.

L'output di CALMET viene utilizzato in maniera diretta dal modello di dispersione Lagrangiano a puff CALPUFF (Scire et al., 2000a), dal modello Lagrangiano a particelle LAPMOD (Bellasio et al., 2017; Bellasio et al., 2018) e dal modello di dispersione Euleriano fotochimico CALGRID (Yamartino et al., 1989; Yamartino et al., 1992). CALMET è stato modificato allo scopo di migliorare gli algoritmi di interpolazione della temperatura e del calcolo delle componenti diretta, riflessa e diffusa della radiazione solare tenendo conto dell'ombra indotta dall'orografia (Bellasio et al., 2005).

### 3.3 CALPUFF

CALPUFF (Scire et al., 2000a) è un modello di dispersione Lagrangiano a puff non stazionario. Esso simula il trasporto, la rimozione per deposizione secca ed umida, ed alcune semplici trasformazioni chimiche per diverse specie inquinanti contemporaneamente. Il campo meteorologico in input a CALPUFF può essere variabile sia nello spazio che nel tempo. Il modello CALPUFF utilizza in maniera diretta l'output prodotto dal modello meteorologico diagnostico CALMET. Oltre a un campo meteorologico tridimensionale complesso, CALPUFF può utilizzare in input anche misure di vento provenienti da una singola centralina, tuttavia ciò non permette di usufruire pienamente delle sue capacità di trattare campi meteorologici variabili nello spazio.

CALPUFF può essere utilizzato per simulare la dispersione su diverse scale. Esso infatti contiene sia algoritmi per la descrizione di effetti importanti in prossimità della sorgente che algoritmi importanti su scale regionali. Tra i primi ci sono fenomeni come il *building downwash*, legato alla presenza di edifici vicino al camino, il *transitional plume rise* o il *partial plume penetration*, importanti nel caso di emissioni da camini di dimensioni paragonabili a quelle dello strato limite. Tra i secondi invece ci sono fenomeni come la deposizione secca e umida, lo *shear* verticale del vento che provoca il trasporto dell'inquinante con velocità e direzioni diverse in funzione della quota, o la descrizione della dispersione sul mare o vicino alle zone costiere.

Le sorgenti di emissione simulate dal modello possono essere puntuali, areali, lineari o volumetriche. Il rateo e gli altri parametri di emissione (velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.) possono essere costanti o variabili nel tempo.

CALPUFF ha la peculiarità di utilizzare 3 tipologie di domini di calcolo:

- il dominio meteorologico è definito dalla simulazione di CALMET ed è la massima area su cui possono essere effettuate simulazioni di dispersione;
- il dominio computazionale indica il dominio all'interno del quale vengono considerate le sorgenti emissive e su cui vengono simulati i fenomeni di avvezione e dispersione degli inquinanti; esso può al massimo coincidere con il dominio meteorologico;
- il dominio di campionamento è il dominio su cui vengono forniti gli output di concentrazione; esso può al massimo coincidere con il dominio computazionale.

CALPUFF produce in output per tutte le specie simulate valori orari di concentrazione, deposizione secca e deposizione umida e, per applicazioni in cui la visibilità è un parametro di interesse, coefficienti di estinzione.

Lo studio descritto in questo documento è stato realizzato utilizzando la versione 7.2.1 del modello CALPUFF.

## 4 Costruzione dell'input meteorologico

Il dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET è rappresentato in Figura 1 con un quadrato blu. Le coordinate UTM 33T dell'angolo di Sud Ovest del dominio di CALMET sono  $X = 390000$  m,  $Y = 5038000$  m; la dimensione del dominio di simulazione è di  $30 \times 30$  km<sup>2</sup>. La griglia di calcolo è stata scelta pari a 200 m per ricostruire al meglio gli effetti orografici.

Il dominio del modello meteorologico CALMET è stato scelto potenzialmente più grande del dominio del modello di dispersione atmosferica CALPUFF, che è comunque in grado di innestarsi all'interno di un dominio di CALMET di maggiore estensione. In figura vengono inoltre mostrati la posizione dell'impianto (cerchio rosso) e la posizione delle sei stazioni meteorologiche da cui sono stati ottenuti i dati a livello del suolo (quadrati verdi per le stazioni ARPA FVG e gialli per le stazioni del Servizio Meteorologico della Slovenia).

La zona di studio è situata all'interno di un'area con orografia complessa, caratterizzata dalla presenza dell'interfaccia terra-mare. L'orografia media e l'utilizzo prevalente del suolo sono stati determinati per ogni cella del dominio di calcolo descritto a partire rispettivamente dai dati originali SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e dai dati del progetto CORINE Land Cover.

Sia i dati di orografia, sia i dati di utilizzo del suolo sono stati verificati utilizzando mappe satellitari. L'orografia media sulle celle di lato pari a 200 m (Figura 2) varia dagli 0 metri del mare ai circa 1000 m nella zona sudorientale del dominio. La mappa di utilizzo del suolo ottenuta a seguito del procedimento descritto è mostrata in Figura 3. In direzione verticale sono state utilizzate 12 griglie di calcolo per un'altezza totale di 3000 m. La simulazione è stata effettuata per l'intero anno 2016.

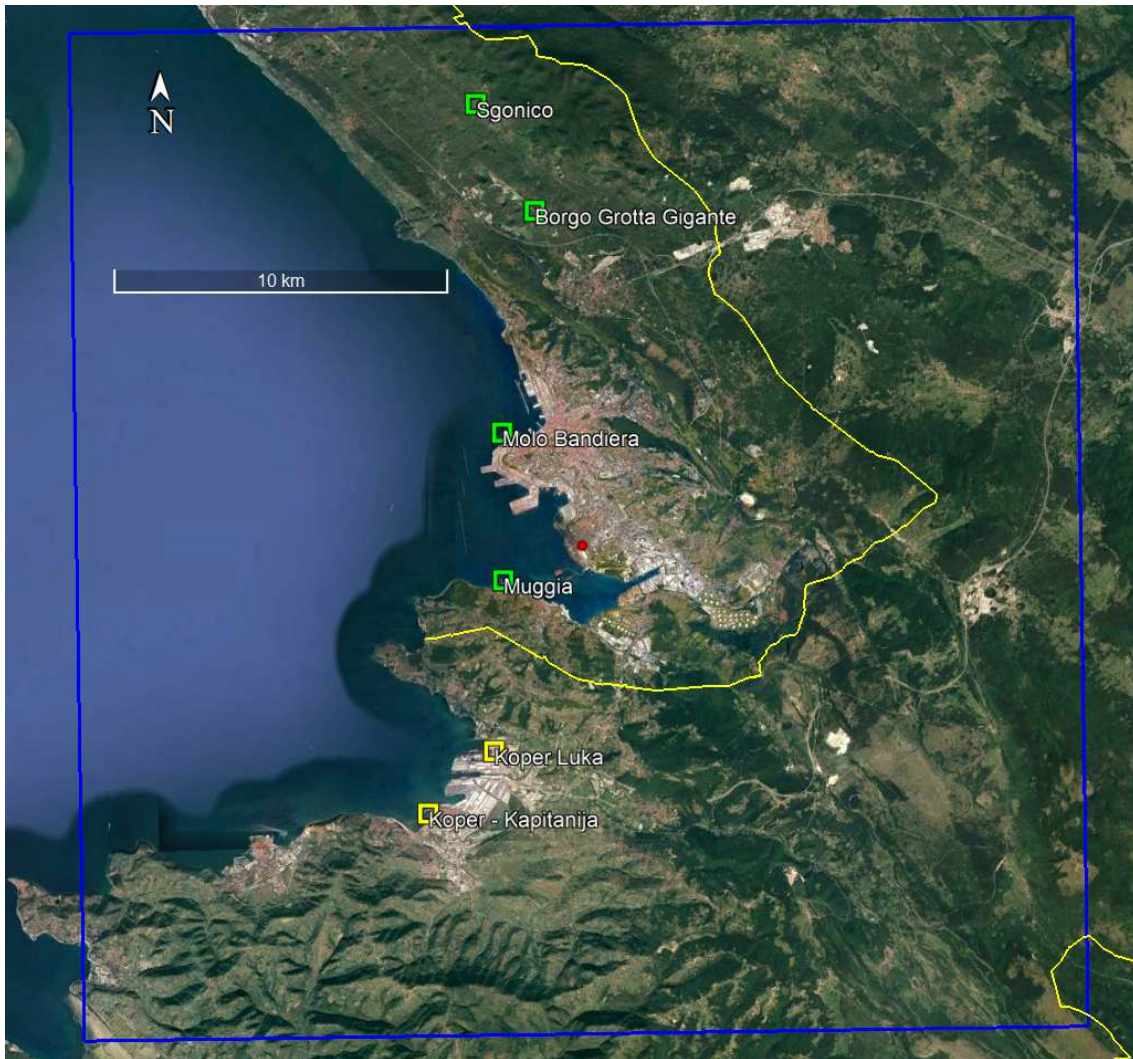


Figura 1. Dominio di simulazione del modello meteorologico diagnostico CALMET.

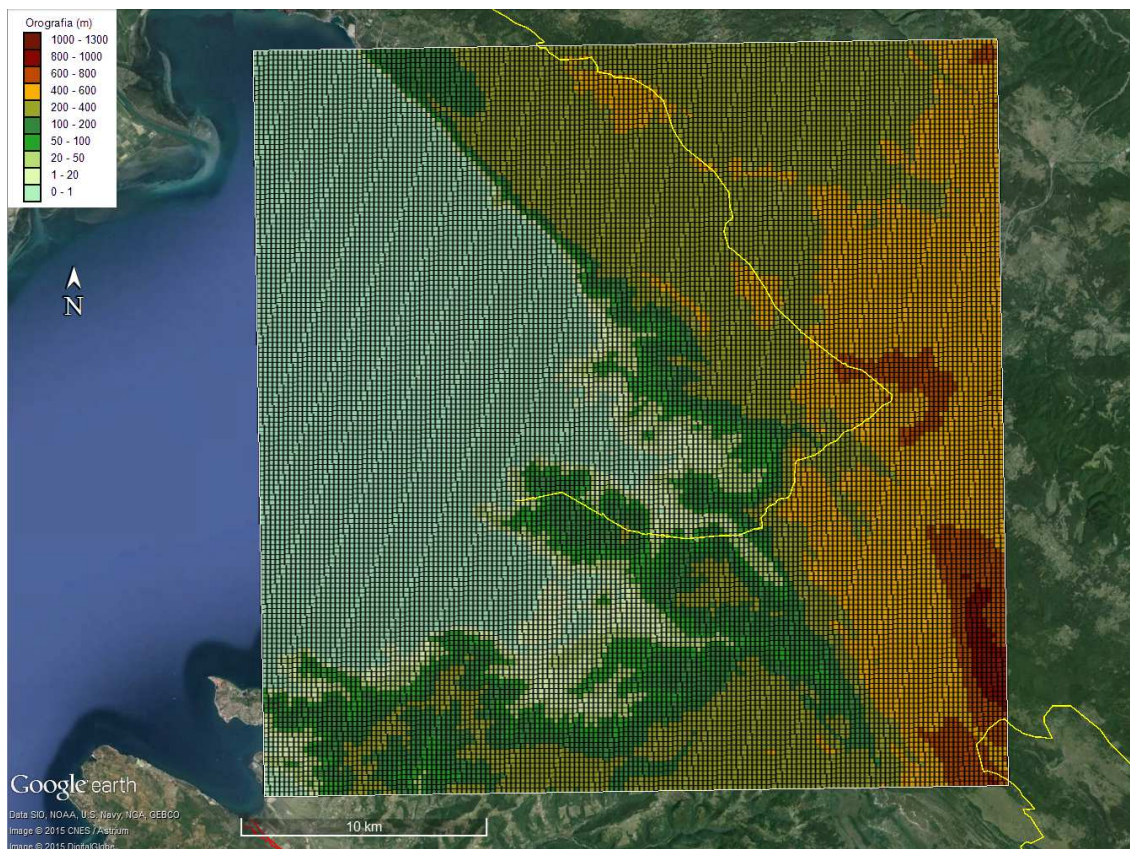


Figura 2. Orografia sul dominio discretizzato con celle di 200 m.

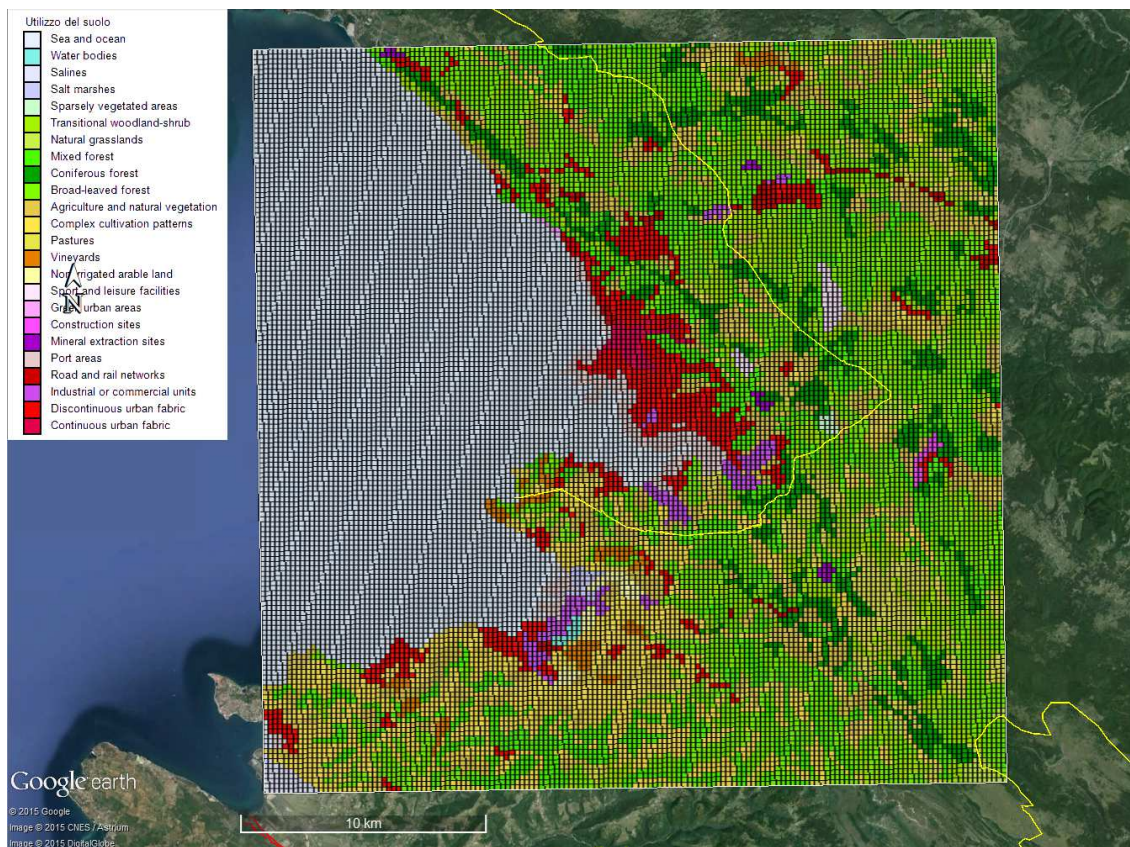


Figura 3. Utilizzo del suolo sul dominio discretizzato con celle di 200 m.



## 4.1 Dati meteorologici

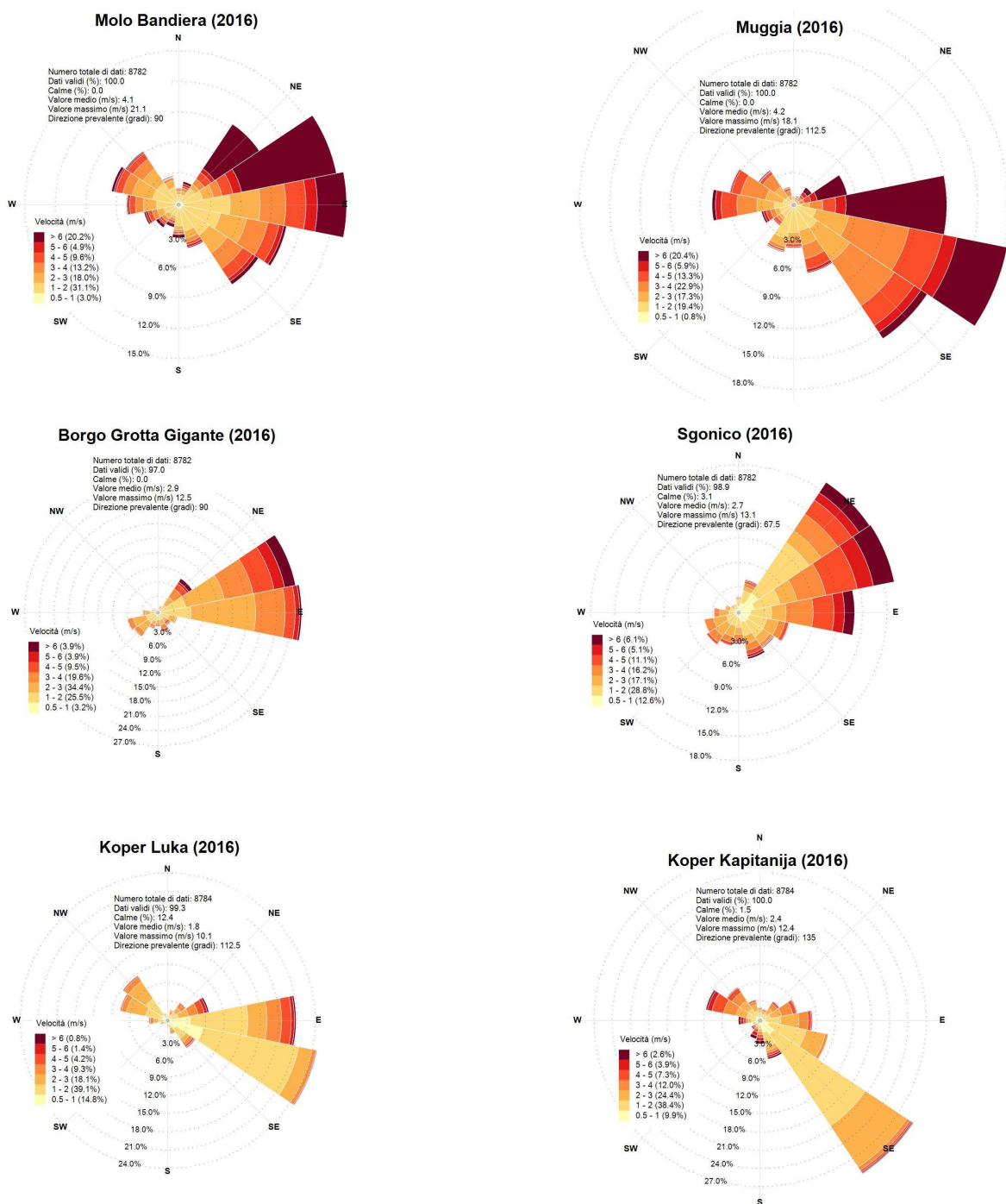
Il modello CALMET necessita in ingresso di misure meteorologiche al suolo con risoluzione oraria e di almeno un profilo verticale con risoluzione temporale non superiore alle 12 ore. Le misure meteorologiche al suolo sono state ottenute da ARPA FVG e dal Servizio Meteorologico della Slovenia. Tali misure riguardano le stazioni meteorologiche di Molo Bandiera, Sgonico, Muggia, Borgo Grotta Gigante, Koper Kapitanija e Koper Luka. La posizione di tali stazioni è indicata in Figura 1 (quadrati verdi per le stazioni ARPA FVG e gialli per le stazioni slovene), la loro distanza rispetto all'impianto varia dai circa 2.5 km di Muggia ai circa 14 km di Sgonico.

Ad ogni ora di simulazione il campo meteorologico iniziale (first guess) è stato ottenuto dall'output del modello prognostico WRF, che copre un'area di 50x50 km<sup>2</sup>. I dati di WRF sono stati utilizzati anche per i profili verticali e per la copertura nuvolosa.

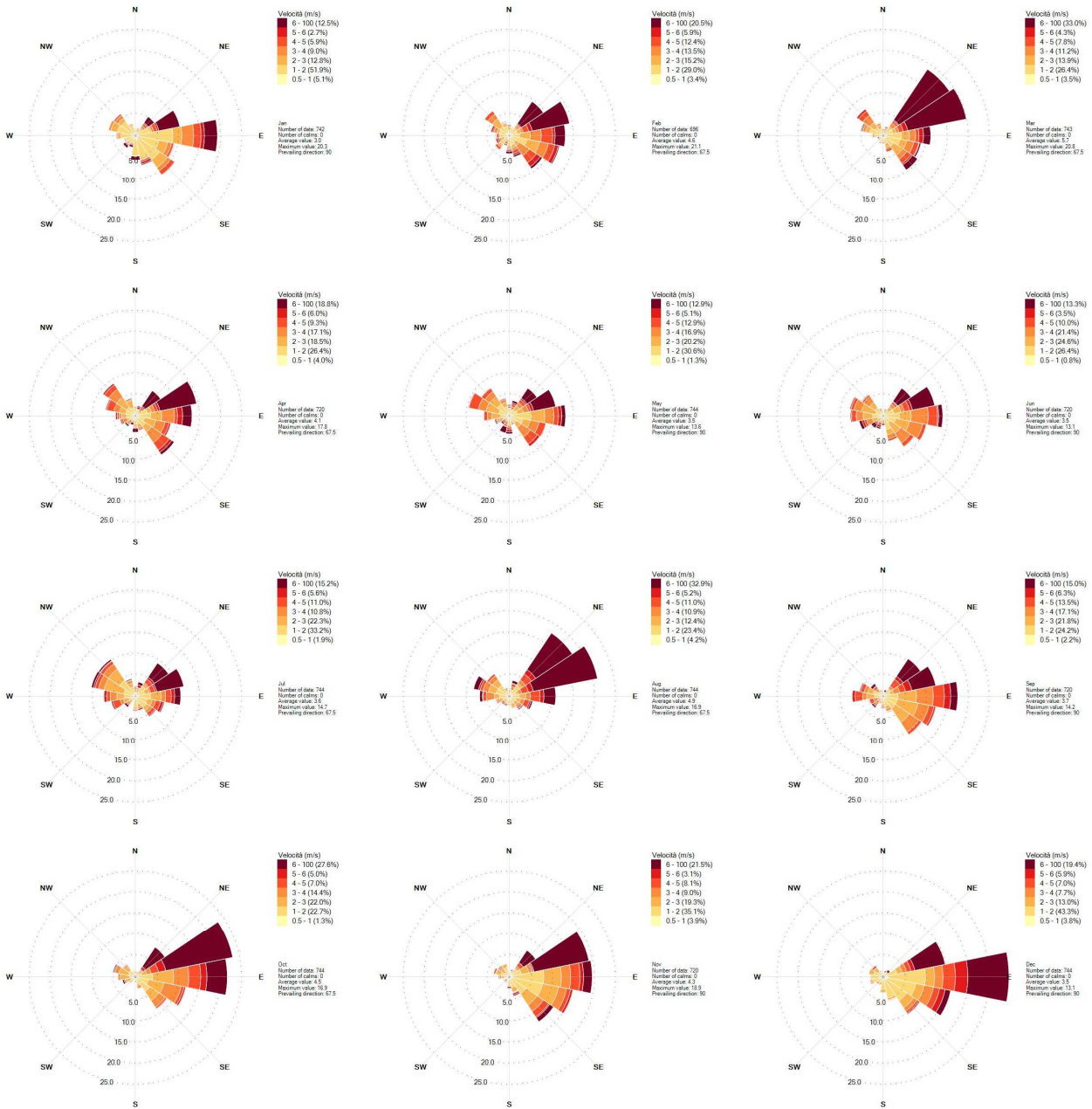
I dati meteorologici necessari a CALMET in superficie sono velocità e direzione del vento, altezza del cielo, copertura nuvolosa, temperatura, umidità relativa, pressione e codice di precipitazione. I dati meteorologici necessari in quota sono pressione, altezza, temperatura, velocità e direzione del vento. I valori di copertura nuvolosa, come anticipato, sono stati ottenuti dall'output di WRF.

I dati meteorologici in input al modello coprono l'intero anno 2016.

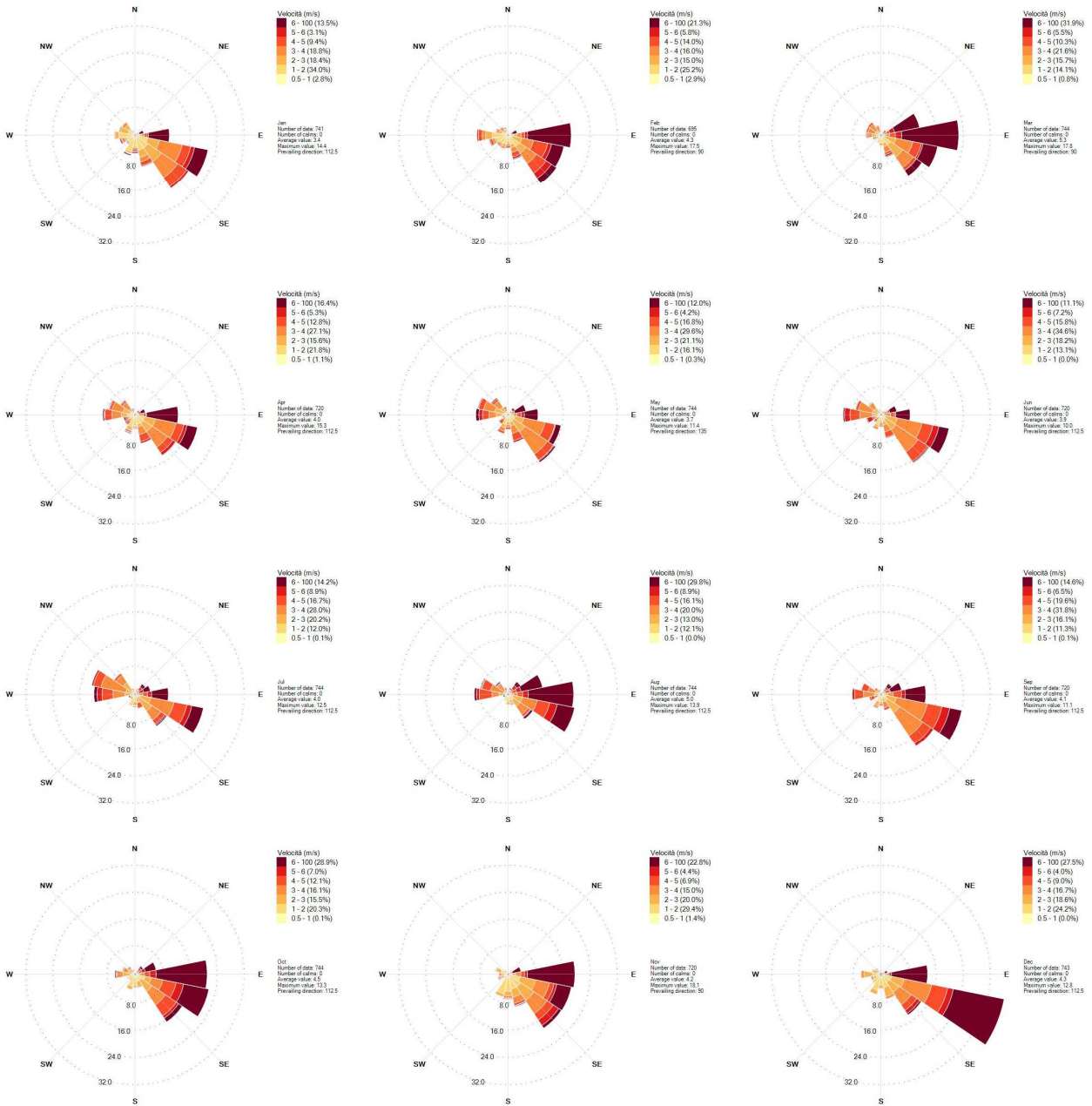
Le rose del vento annuali delle sei stazioni meteorologiche utilizzate in input a CALMET sono mostrate in Figura 4. Le rose del vento mensili delle sei stazioni sono invece mostrate da Figura 5 a Figura 10.



**Figura 4. Rose del vento delle sei stazioni meteorologiche per l'anno 2016.**



**Figura 5. Rose del vento mensili 2016 di Molo Bandiera.**



**Figura 6. Rose del vento mensili 2016 di Muggia.**

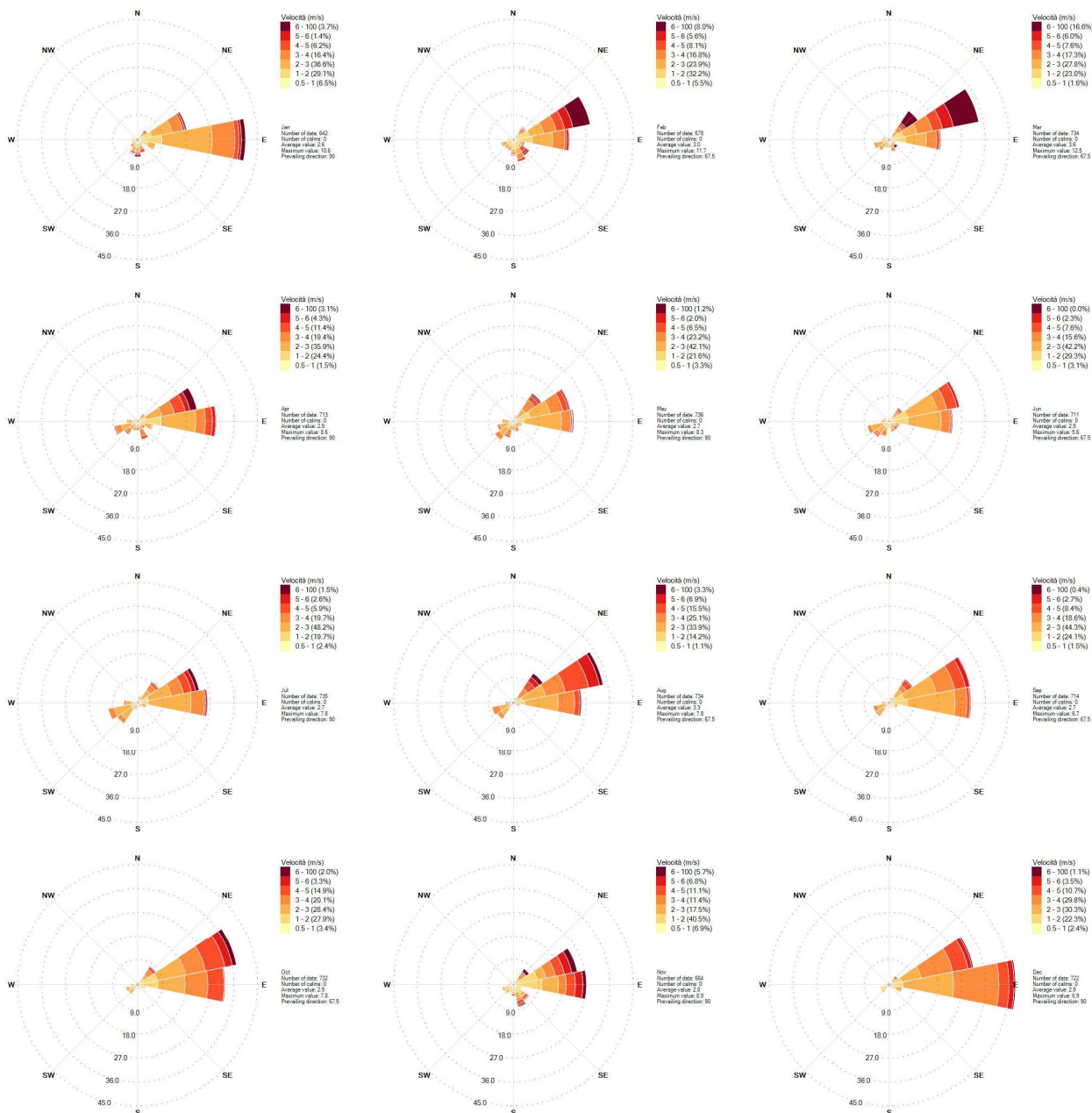
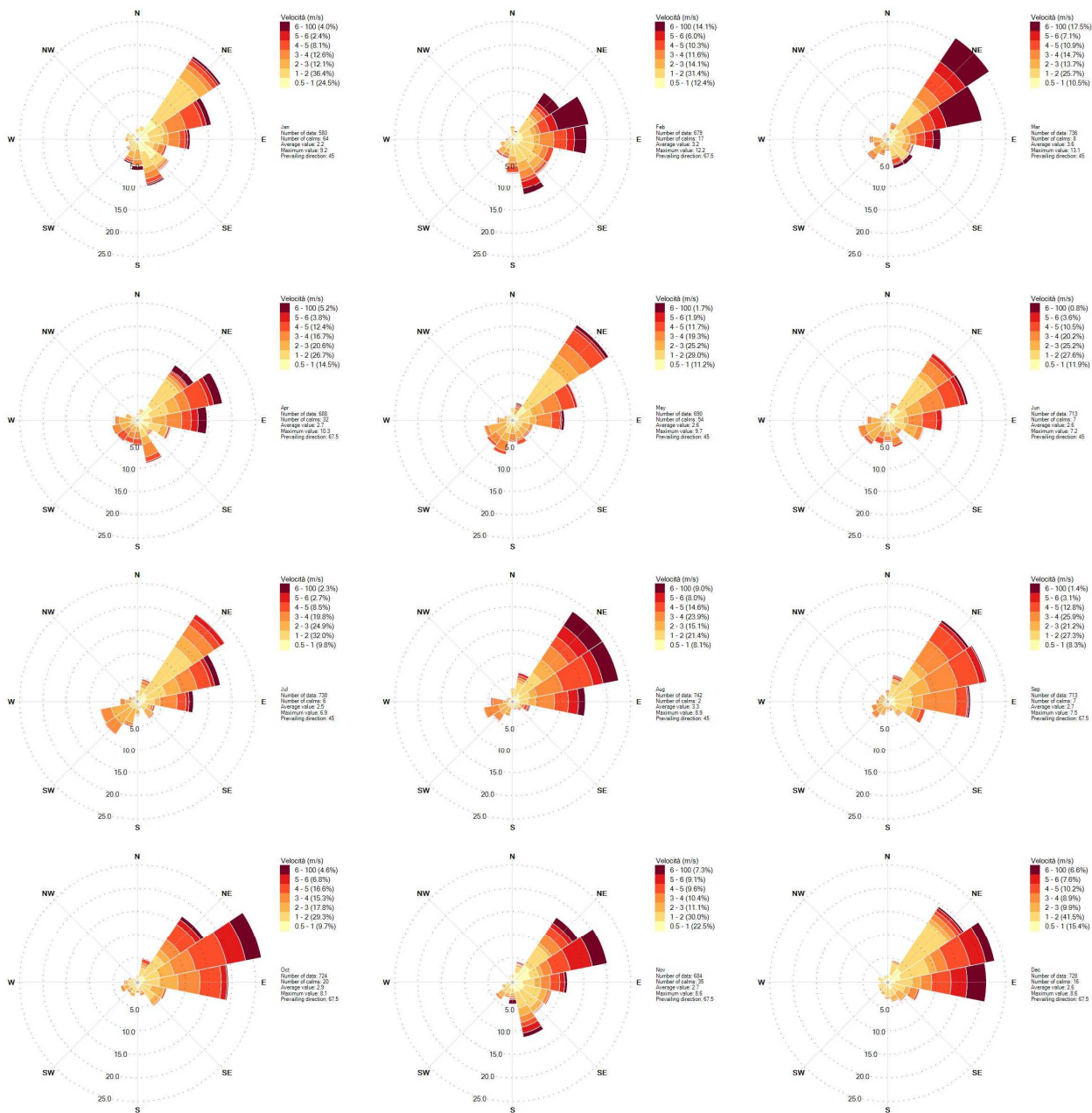
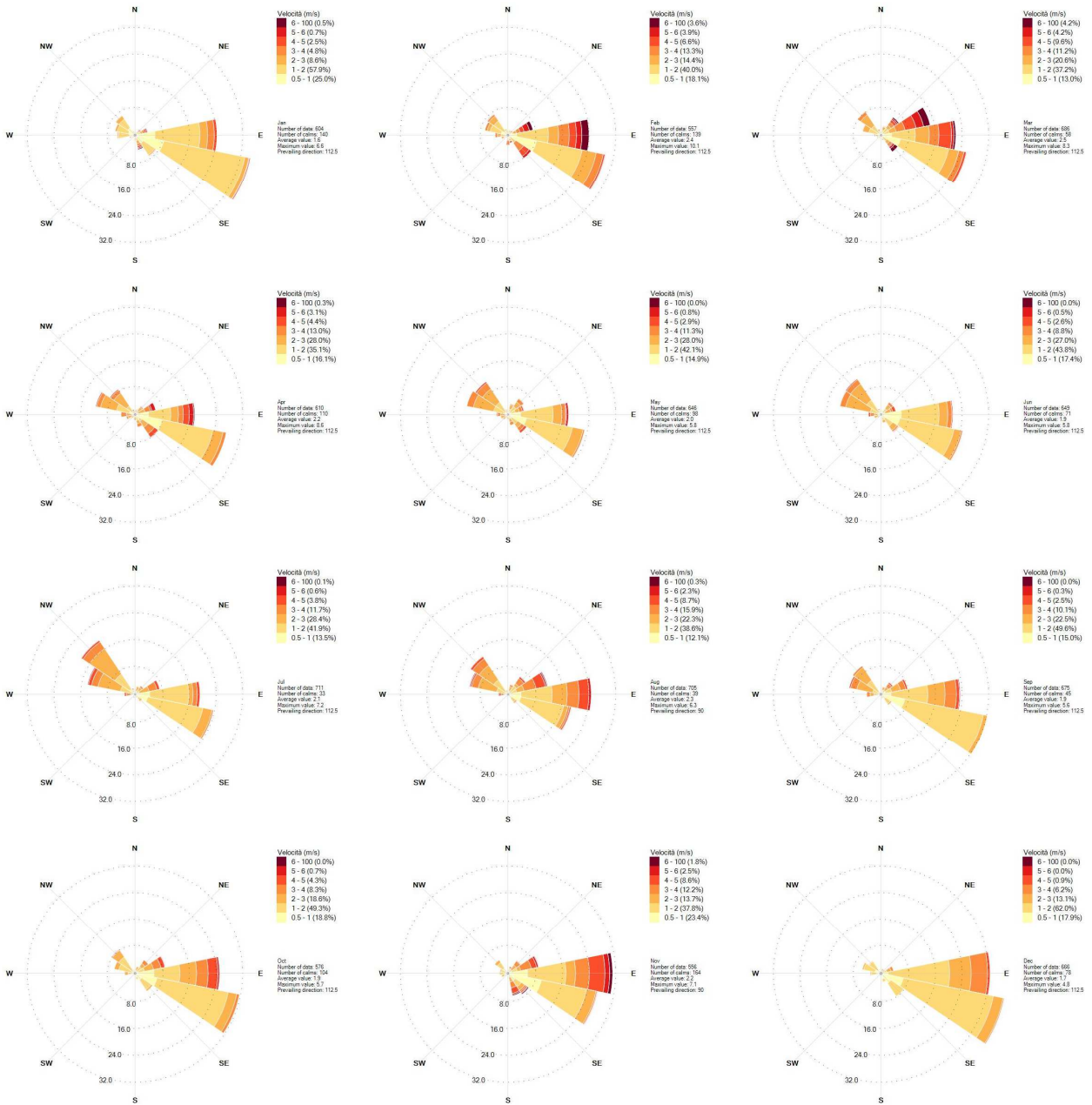


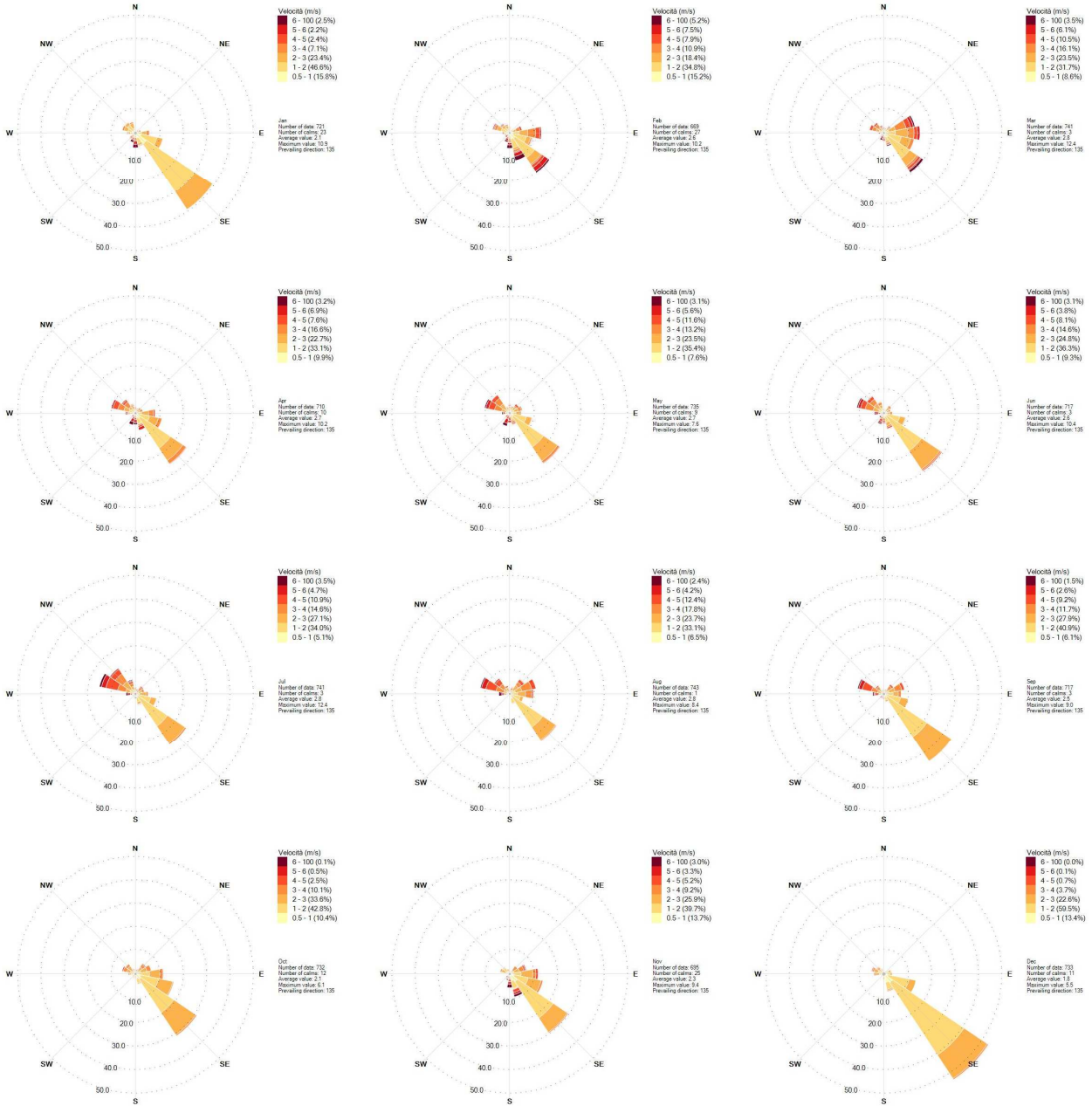
Figura 7. Rose del vento mensili 2016 di Borga Grotta Gigante.



**Figura 8. Rose del vento mensili 2016 di Sgonico.**



**Figura 9. Rose del vento mensili 2016 di Koper Luka.**



**Figura 10. Rose del vento mensili 2016 di Koper Kapitanija.**



## 5 Scenari emissivi

### 5.1 Caratteristiche geometriche delle sorgenti

Le sorgenti di interesse nello studio, denominate E1, E2 ed E3, sono mostrate in Figura 11 per mezzo di cilindri blu. La figura mostra inoltre gli edifici utilizzati per il calcolo del building downwash; oltre alle strutture dello stabilimento Elettra, mostrate in colore grigio, sono state considerate anche quelle della Ferriera.

Le caratteristiche geometriche delle tre sorgenti sono riepilogate in Tabella 6. E e N indicano le coordinate UTM nella zona 33T, H è l'altezza del camino e D il suo diametro. Tali caratteristiche rimangono inalterate nei due scenari di simulazione.

L'emissione E3 della TG potrà funzionare nella sola fase di avvio. Nelle simulazioni è stato pertanto considerato il normale funzionamento che prevede l'utilizzo del camino GVR E1. Nell'ipotesi di chiusura dell'area a caldo, l'emissione E2 della GVA cesserà. Cautelativamente nella simulazione si tiene l'ipotesi con E2 in funzione.

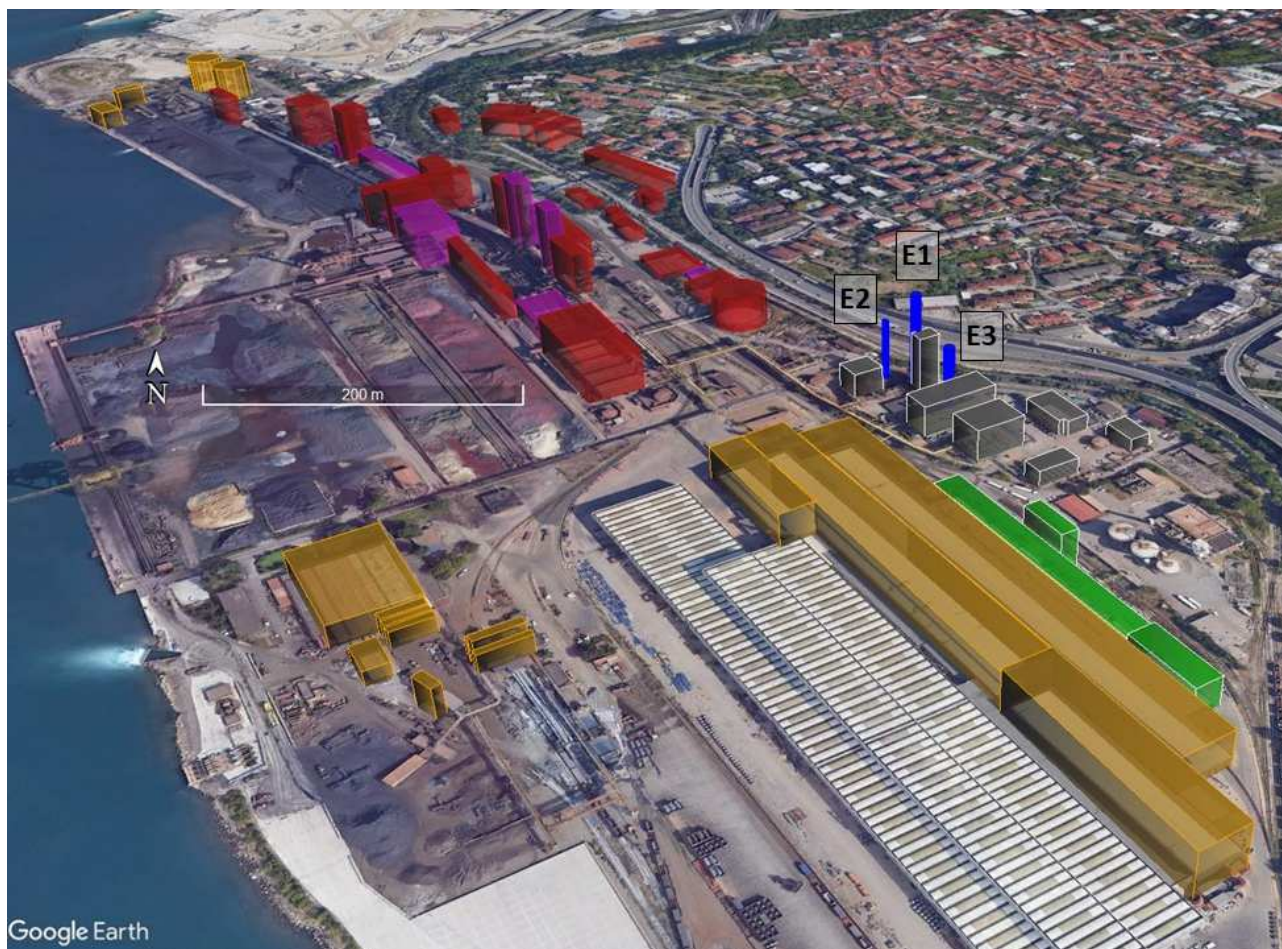


Figura 11. Posizione delle sorgenti e degli edifici considerati nello studio.

Tabella 6. Caratteristiche geometriche delle sorgenti.

Camino	E (m)	N (m)	H (m)	D (m)
E1	405126	5052525	60	5.8
E2	405107	5052529	40	3.6
E3	405146	5052494	40	6.0

## 5.2 Scenario Ante Operam

Le caratteristiche emissive delle sorgenti nello scenario “ante operam” sono mostrate in Tabella 7 e in Tabella 8. Nello scenario ante operam le sorgenti sono in funzione per 8760 ore/anno.

Tabella 7. Caratteristiche emissive delle sorgenti nello scenario ante operam.

Camino	Q (Nm <sup>3</sup> /h)	T (°C)	V (m/s)	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>X</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
E1	1700000	150.7	27.734	40	50	5	30
E2	330000	187.6	15.192	270	160	18	90

**Tabella 8. Ratei emissivi delle sorgenti nello scenario ante operam.**

Camino	SO2 (g/s)	NOX (g/s)	PM10 (g/s)	CO (g/s)
E1	1.89E+01	2.36E+01	2.36E+00	1.42E+01
E2	2.48E+01	1.47E+01	1.65E+00	8.25E+00

### 5.3 Scenario Post Operam

Le caratteristiche emissive delle sorgenti nello scenario “post operam” sono mostrate in Tabella 9 e in Tabella 10. Le minori concentrazioni di inquinanti nei fumi sono dovute al solo utilizzo nel ciclo combinato del gas naturale. Ciò annulla completamente le emissioni di SO2 dal camino E1. Si prevedono nuovi valori limite in applicazioni delle BAT, di cui alla Decisione di esecuzione UE 2017/1442 del 31/07/17 pubblicate in data 17/08/17 sulla Gazzetta Ufficiale Europea. Nello scenario post operam le sorgenti potranno essere in funzione per circa 4000 ore anno, compatibilmente con il nascente mercato della capacità.

**Tabella 9. Caratteristiche emissive delle sorgenti nello scenario post operam.**

Camino	Q (Nm <sup>3</sup> /h)	T (°C)	V (m/s)	SO2 (mg/Nm <sup>3</sup> )	NOX (mg/Nm <sup>3</sup> )	PM10 (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
E1	1700000	150.7	27.734	-	50	5	30
E2	330000	187.6	15.192	140	50	5	30

**Tabella 10. Ratei emissivi delle sorgenti nello scenario post operam.**

Camino	SO2 (g/s)	NOX (g/s)	PM10 (g/s)	CO (g/s)
E1	0.00E+00	2.36E+01	2.36E+00	1.42E+01
E2	1.28E+01	4.58E+00	4.58E-01	2.75E+00

### 5.4 Building downwash

Le sorgenti puntiformi come la E1 e la E2 potrebbero risentire dell’effetto building downwash, le loro emissioni potrebbero cioè essere intrappolate nella scia degli edifici e dare luogo ad elevati valori di concentrazione a brevi distanze sottovento ad essi. Allo scopo di simulare tale effetto, le strutture opache al vento presenti nell’impianto sono state ricostruite tridimensionalmente in Google Earth (Figura 11), quindi i loro parametri sono stati utilizzati in input al processore BPIP. L’output di BPIP è stato utilizzato in CALPUFF per descrivere gli edifici.

Si osserva che la Figura 11 mostra anche edifici molto lontani che non hanno comunque nessun effetto sulle emissioni delle sorgenti E1 ed E2.

## 6 Simulazioni di dispersione degli inquinanti

### 6.1 Dati di input del modello CALPUFF

Le simulazioni di dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dai due camini dello stabilimento sono state effettuate utilizzando il modello CALPUFF (versione 7.2.1). Le simulazioni di dispersione sono state effettuate su un sottodominio del dominio meteorologico, selezionato in maniera tale da essere ragionevolmente sicuri che esso contenga i massimi di concentrazione.

Per la simulazione della dispersione atmosferica degli inquinanti è stato definito un dominio di campionamento di 10x10 km<sup>2</sup> con nodi di calcolo distanziati di 100 m uno dall'altro. Il dominio computazionale è stato invece selezionato con estensione pari a 20x20 km<sup>2</sup>. Il dominio computazionale del modello CALPUFF è il dominio all'interno del quale il modello di dispersione simula la dispersione dei puff rilasciati da ciascuna sorgente. Il dominio di campionamento non può mai superare il dominio computazionale ed è l'area all'interno della quale vengono calcolate le concentrazioni.

Il modello CALPUFF è stato utilizzato con le seguenti opzioni:

- E' stata calcolata la deposizione secca ed umida di polveri, ossidi di azoto e ossidi di zolfo al fine di ottenere una stima il più possibile realistica delle concentrazioni.
- E' stata simulata la dispersione in condizioni convettive per mezzo delle *probability density functions* (PDF) in modo tale da riprodurre il comportamento asimmetrico degli *updrafts* e dei *downdrafts*.
- E' stato simulato il TIBL (thermal internal boundary layer) che si sviluppa a seguito dell'avvezione dell'aria attraverso una discontinuità della temperatura superficiale (mare-terra).
- E' stato considerato il *building downwash* dovuto alle strutture opache al vento come descritto in precedenza.

Oltre ai punti di calcolo su griglia regolare sono stati considerati alcuni recettori discreti posizionati in corrispondenza alle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria. Le coordinate metriche UTM 33T dei recettori discreti sono riportate in Tabella 10.

I valori orari predetti in ogni punto di calcolo dal modello CALPUFF per l'intero anno 2016 sono stati elaborati per ottenere le statistiche di interesse per gli inquinanti analizzati.

**Tabella 11. Coordinate UTM 33T dei recettori discreti.**

Recettore	Descrizione	E UTM (m)	N UTM (m)
R1	San Lorenzo in Selva	404900	5052820
R2	Pitacco	404922	5053009
R3	Svevo	404971	5053650
R4	Carpineto	405453	5052905
R5	San Sabba	405485	5052242
R6	Muggia	402584	5051318
R7	Ponticello	405181	5052617
R8	Carlo Alberto	403074	5055073
R9	Rosmini	403856	5054833
R10	Volontari Giuliani	405651	5056356
R11	Sincrotrone	410845	5055502
R12	Libertà	404336	5056678
R13	Tor Bandena	404219	5055861
R14	San Pantaleone	406008	5052365

## 6.2 Ossidi di azoto (NOX)

Come anticipato, si assume cautelativamente che tutti gli ossidi di azoto (NOX) si trasformino in maniera completa ed istantanea in biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Nella realtà le osservazioni sperimentali mostrano che il rapporto NO<sub>2</sub>/NOX varia all'incirca tra 0.3 e 0.8, aumentando con la distanza dalla sorgente (API, 2013).

I valori massimi delle statistiche di interesse normativo predetti dal modello di dispersione sull'intero dominio di simulazione sono indicati in Tabella 12. La tabella indica anche le coordinate UTM 32T dei punti in cui vengono predetti i valori massimi in entrambi gli scenari.

Il valore massimo del percentile 99.79 delle medie di 1 ora vale 278.1 µg/m<sup>3</sup> e 195.1 µg/m<sup>3</sup>, rispettivamente negli scenari ante operam e post operam. Nello scenario ante operam il valore massimo supera il limite di 200 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Si ricorda però che entrambe le simulazioni sono state effettuate assumendo 1) coincidenza tra NO<sub>2</sub> e NOX e 2) impianto in funzione per tutte le ore dell'anno.

Il valore massimo della media annuale vale invece 8.9 µg/m<sup>3</sup> e 2.2 µg/m<sup>3</sup>, rispettivamente negli scenari ante operam e post operam. In entrambi i casi i valori rimangono minori del limite di 40 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per il biossido di azoto.

La Tabella 13 riporta i valori massimi predetti in entrambi gli scenari presso i recettori discreti, nonché la loro variazione calcolata come differenza tra il valore predetto nello scenario ante operam e quello predetto nel post operam. Un valore positivo della variazione indica quindi un

miglioramento della qualità dell'aria nel futuro. Nella tabella Pct 1h indica il percentile 99.79 delle medie di 1 ora, mentre MA indica la media annuale.

Le mappe delle statistiche di interesse sono riportate da Figura 12 a Figura 15. Allo scopo di facilitare il confronto tra le mappe di una stessa statistica sono stati mantenuti gli stessi isolivelli per entrambi gli scenari. Il cerchio azzurro nelle mappe indica la posizione dell'impianto.

**Tabella 12. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse per gli ossidi di azoto e corrispondenti coordinate UTM33T.**

	<b>Ante Operam</b>	<b>Post Operam</b>
Percentile 99.79 medie 1 ora	278.1 (403900, 5054100)	195.1 (403900, 5054100)
Media annuale	8.9 (403900, 5054100)	2.2 (403900, 5054100)

**Tabella 13. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse in corrispondenza ai recettori discreti.**

Recettore	Ante Operam		Post Operam		Variazione	
	Pct 1h	MA	Pct 1h	MA	Pct 1h	MA
R1	32.5	1.0	15.7	0.2	16.8	0.8
R2	32.6	1.1	17.9	0.3	14.8	0.8
R3	19.4	0.8	12.2	0.2	7.2	0.6
R4	41.3	1.9	29.1	0.5	12.2	1.4
R5	48.2	1.7	28.7	0.4	19.6	1.3
R6	61.2	1.2	40.8	0.3	20.5	0.9
R7	47.7	1.8	28.5	0.4	19.2	1.4
R8	27.6	1.0	20.9	0.3	6.8	0.7
R9	44.7	1.6	32.4	0.4	12.3	1.1
R10	11.4	0.5	7.7	0.1	3.7	0.4
R11	7.7	0.2	6.5	0.1	1.2	0.2
R12	15.0	0.5	10.9	0.1	4.1	0.4
R13	13.3	0.6	10.3	0.2	3.0	0.4
R14	26.3	1.2	17.3	0.3	9.0	0.9

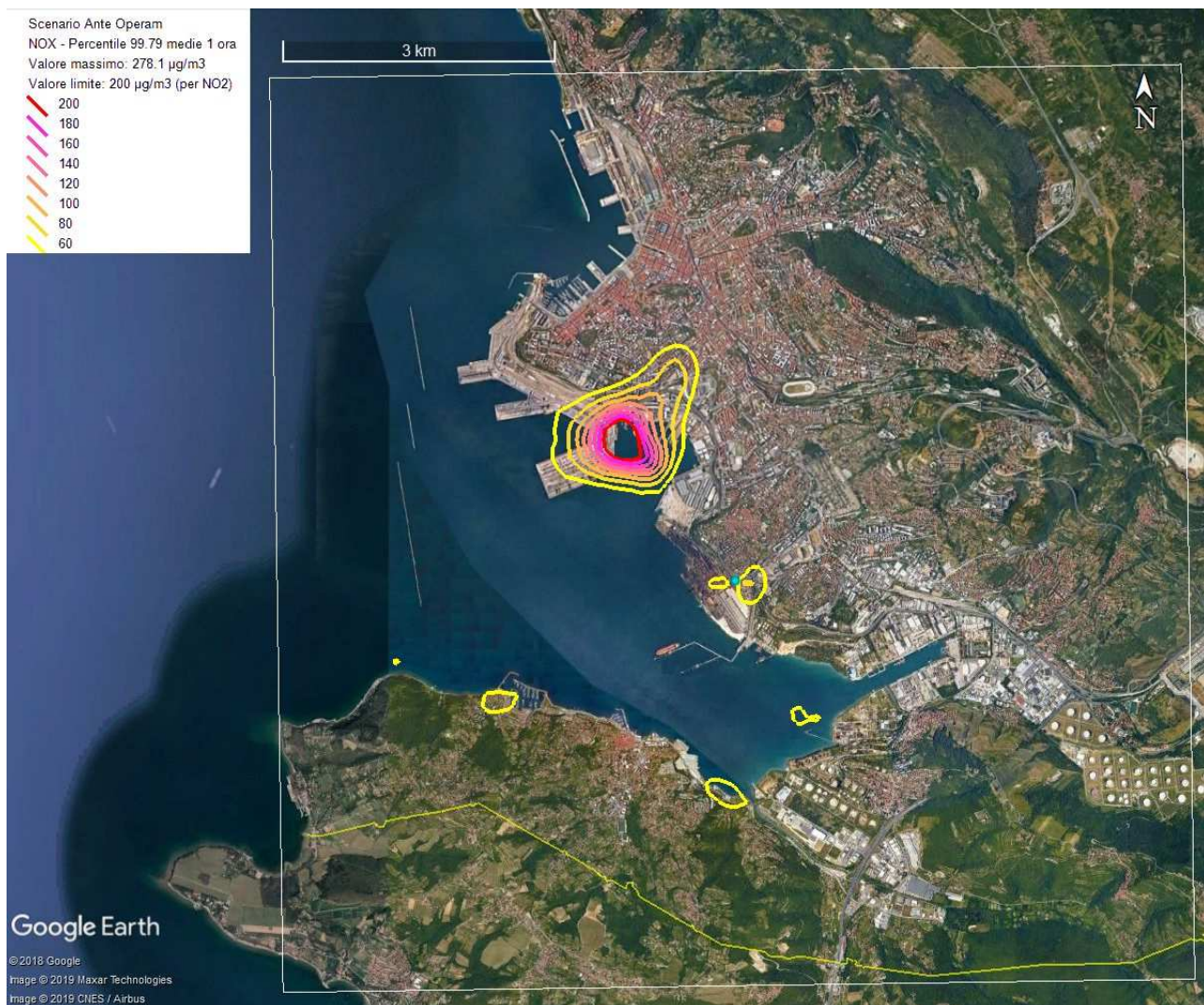


Figura 12. Isolivelli del percentile 99.79 delle medie di 1 ora di NOX. Scenario ante operam.

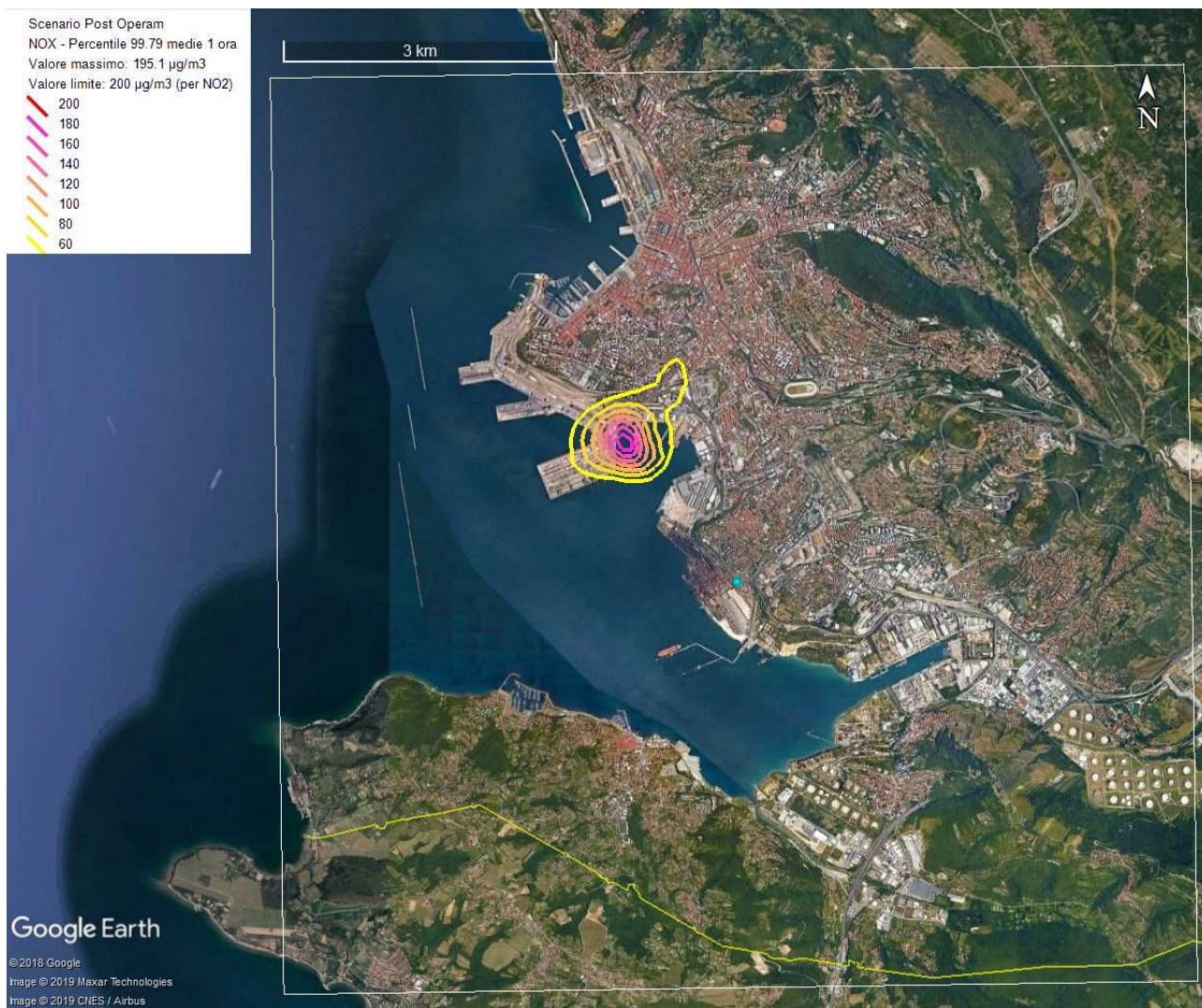


Figura 13. Isolivelli del percentile 99.79 delle medie di 1 ora di NOX. Scenario post operam.



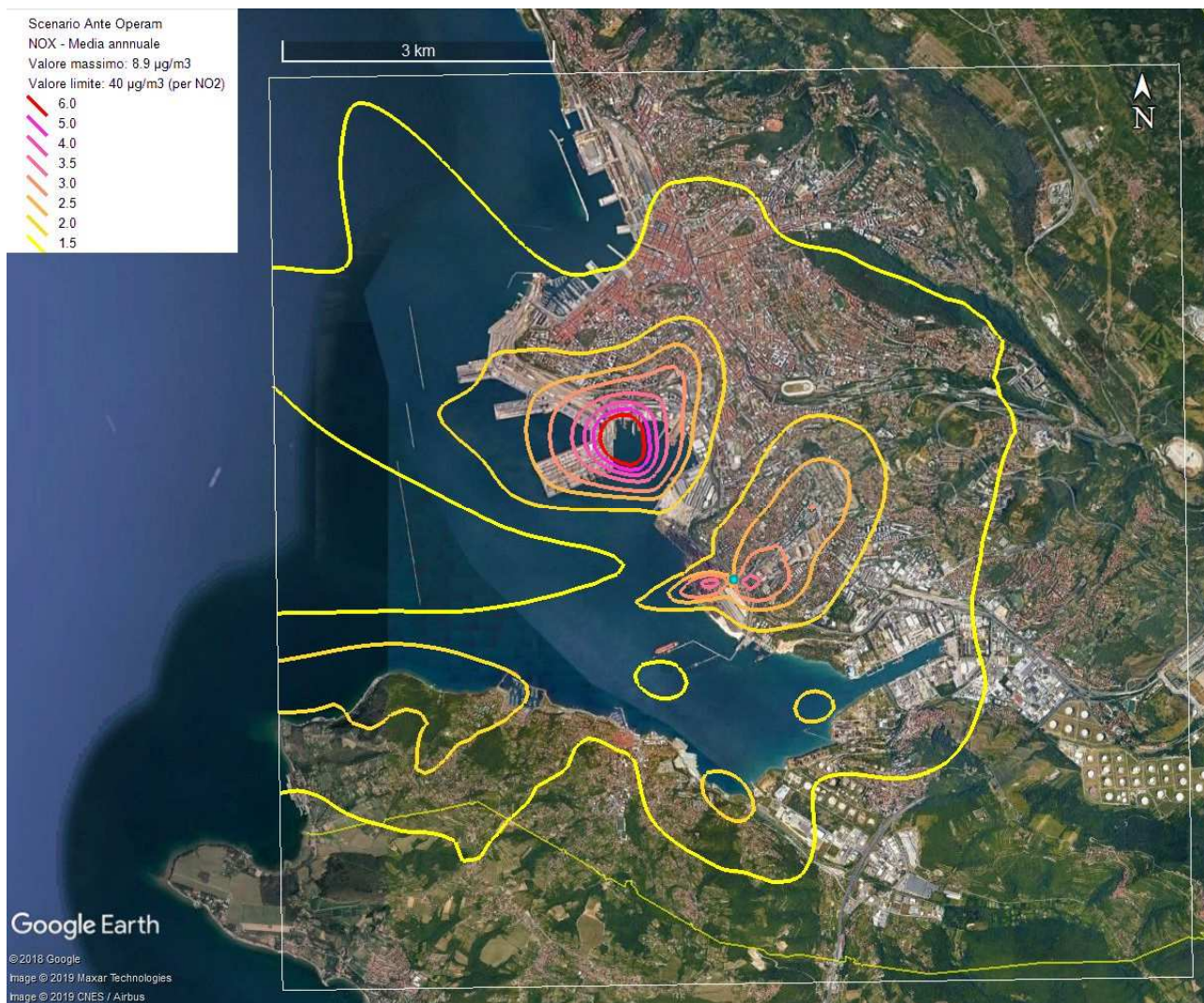


Figura 14. Isolivelli delle medie annuali di NOX. Scenario ante operam.



Figura 15. Isolivelli delle medie annuali di NOx. Scenario post operam.

### 6.3 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

I valori massimi delle statistiche di interesse normativo predetti dal modello di dispersione sull'intero dominio di simulazione sono indicati in Tabella 14. La tabella indica anche le coordinate UTM 32T dei punti in cui vengono predetti i valori massimi in entrambi gli scenari.

Il valore massimo del percentile 99.73 delle medie di 1 ora vale 307.1 µg/m<sup>3</sup> e 130.0 µg/m<sup>3</sup>, rispettivamente negli scenari ante operam e post operam; in entrambi gli scenari quindi il valore limite di 350 µg/m<sup>3</sup> stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per la media di 1 ora del biossido di zolfo non viene superato.

Il valore massimo del percentile 99.18 delle medie di 24 ore vale 75.7 µg/m<sup>3</sup> e 30.9 µg/m<sup>3</sup>, rispettivamente negli scenari ante operam e post operam; in entrambi gli scenari quindi il valore

limite di 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per la media di 24 ore del biossido di zolfo non viene superato.

Il valore massimo della media annuale di SO<sub>2</sub> vale 11.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 2.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , rispettivamente negli scenari ante operam e post operam. In entrambi i casi i valori rimangono minori del limite di 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  stabilito dal D.Lgs. 155/2010.

La Tabella 15 riporta i valori massimi predetti in entrambi gli scenari presso i recettori discreti, nonché la loro variazione calcolata come differenza tra il valore predetto nello scenario ante operam e quello predetto nel post operam. Un valore positivo della variazione indica quindi un miglioramento della qualità dell'aria nel futuro. Nella tabella Pct 1h indica il percentile 99.73 delle medie di 1 ora, Pct 24h indica il percentile 99.18 delle medie di 24 ore, mentre MA indica la media annuale.

Le mappe delle statistiche di interesse sono riportate da Figura 16 a Figura 21. Allo scopo di facilitare il confronto tra le mappe di una stessa statistica sono stati mantenuti gli stessi isolivelli per entrambi gli scenari. Il cerchio azzurro nelle mappe indica la posizione dell'impianto.

**Tabella 14. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse per il biossido di zolfo e corrispondenti coordinate UTM33T.**

	<b>Ante Operam</b>	<b>Post Operam</b>
Percentile 99.73 medie 1 ora	307.1 (403900, 5054100)	130.0 (403900, 5054100)
Percentile 99.18 medie 24 ore	75.7 (403900, 5054100)	30.9 (403900, 5054000)
Media annuale	11.6 (403900, 5054100)	2.2 (403900, 5054100)

**Tabella 15. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse in corrispondenza ai recettori discreti.**

Recettore	Ante Operam			Post Operam			Variazione		
	Pct 1h	Pct 24h	MA	Pct 1h	Pct 24h	MA	Pct 1h	Pct 24h	MA
R1	39.7	8.2	1.4	20.1	4.1	0.3	19.6	4.1	1.1
R2	46.0	10.9	1.4	21.6	5.4	0.3	24.4	5.5	1.1
R3	22.5	4.9	1.0	9.5	2.3	0.2	13.1	2.6	0.8
R4	50.6	12.9	2.5	23.3	5.8	0.5	27.3	7.1	2.0
R5	63.3	13.1	2.4	27.5	5.4	0.5	35.8	7.7	1.9
R6	77.6	11.1	1.6	37.4	4.9	0.3	40.2	6.2	1.3
R7	67.3	12.8	2.5	31.6	5.8	0.5	35.7	7.0	2.0
R8	28.9	5.6	1.1	12.1	2.2	0.2	16.8	3.3	0.9
R9	49.8	10.2	1.9	22.9	4.7	0.3	26.9	5.5	1.6
R10	13.6	3.1	0.6	5.7	1.2	0.1	7.9	1.8	0.5
R11	7.9	1.6	0.3	2.5	0.6	0.04	5.4	1.1	0.2
R12	15.3	4.2	0.6	6.7	1.6	0.1	8.6	2.6	0.5
R13	15.9	3.8	0.7	7.1	1.6	0.1	8.8	2.2	0.6
R14	34.0	8.2	1.6	13.7	3.6	0.3	20.3	4.6	1.3

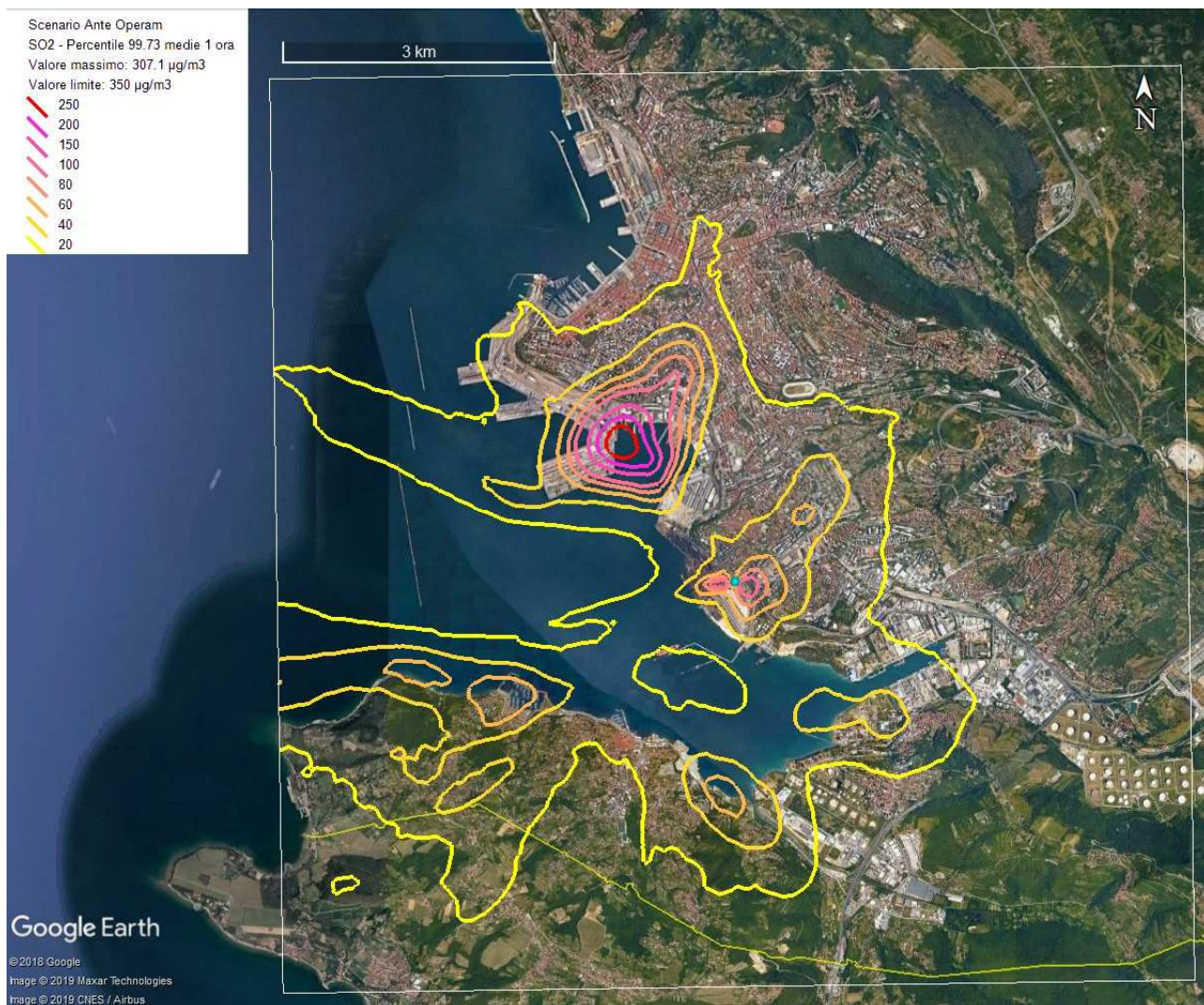


Figura 16. Isolivelli del percentile 99.73 delle medie di 1 ora di SO2. Scenario ante operam.

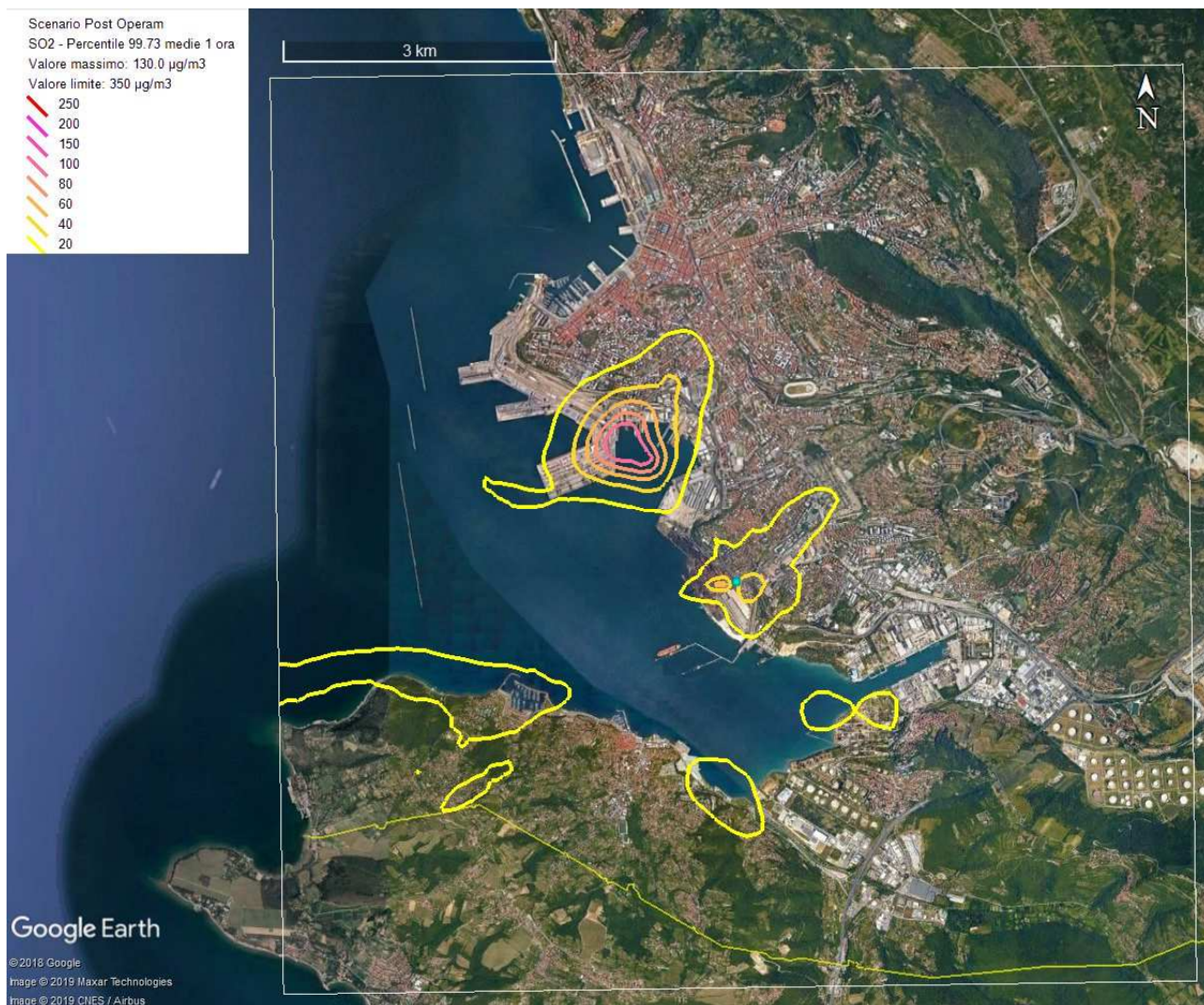


Figura 17. Isolivelli del percentile 99.73 delle medie di 1 ora di SO2. Scenario post operam.



Figura 18. Isolivelli del percentile 99.18 delle medie di 24 ore di SO2. Scenario ante operam.

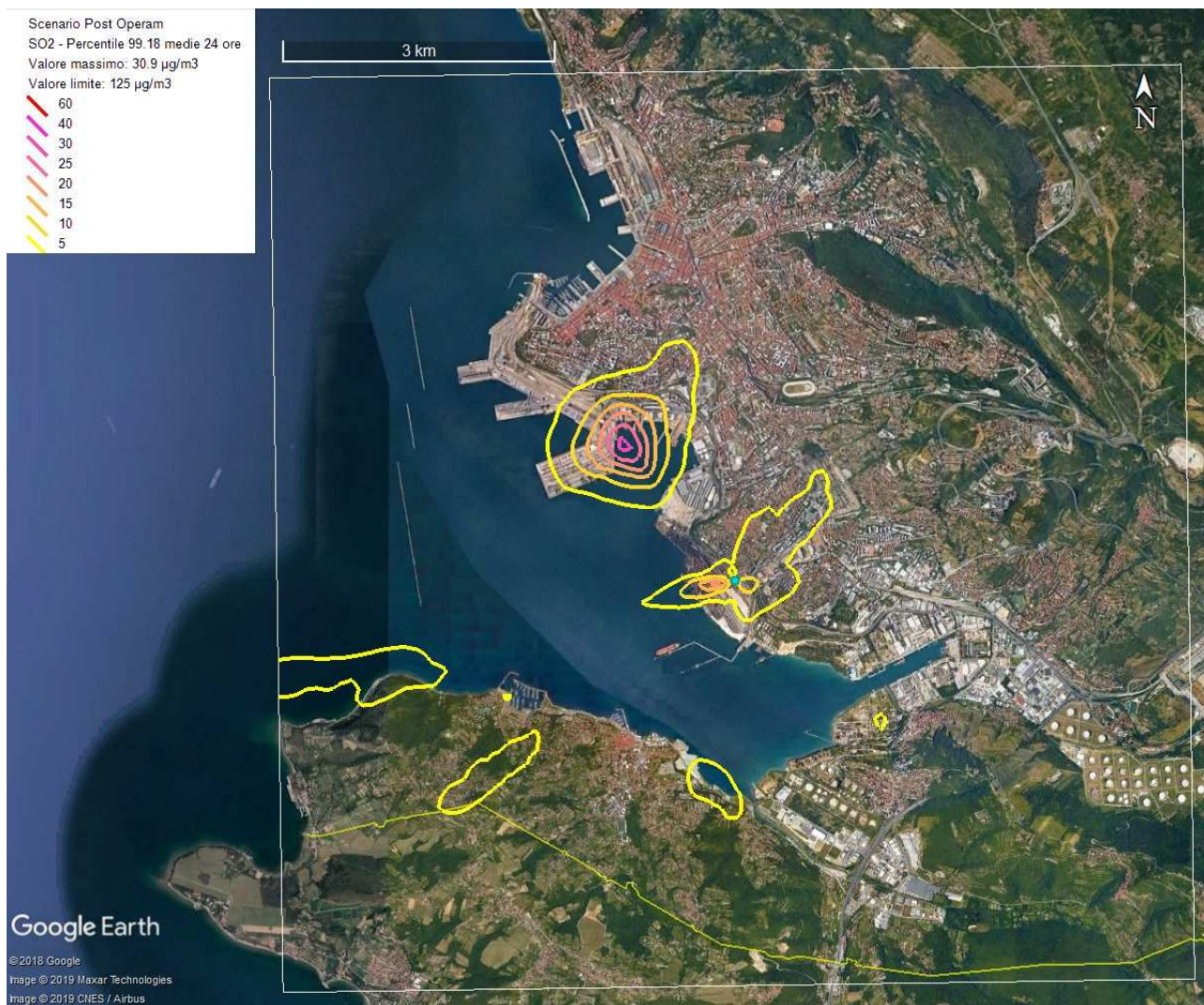


Figura 19. Isolivelli del percentile 99.18 delle medie di 24 ore di SO2. Scenario post operam.

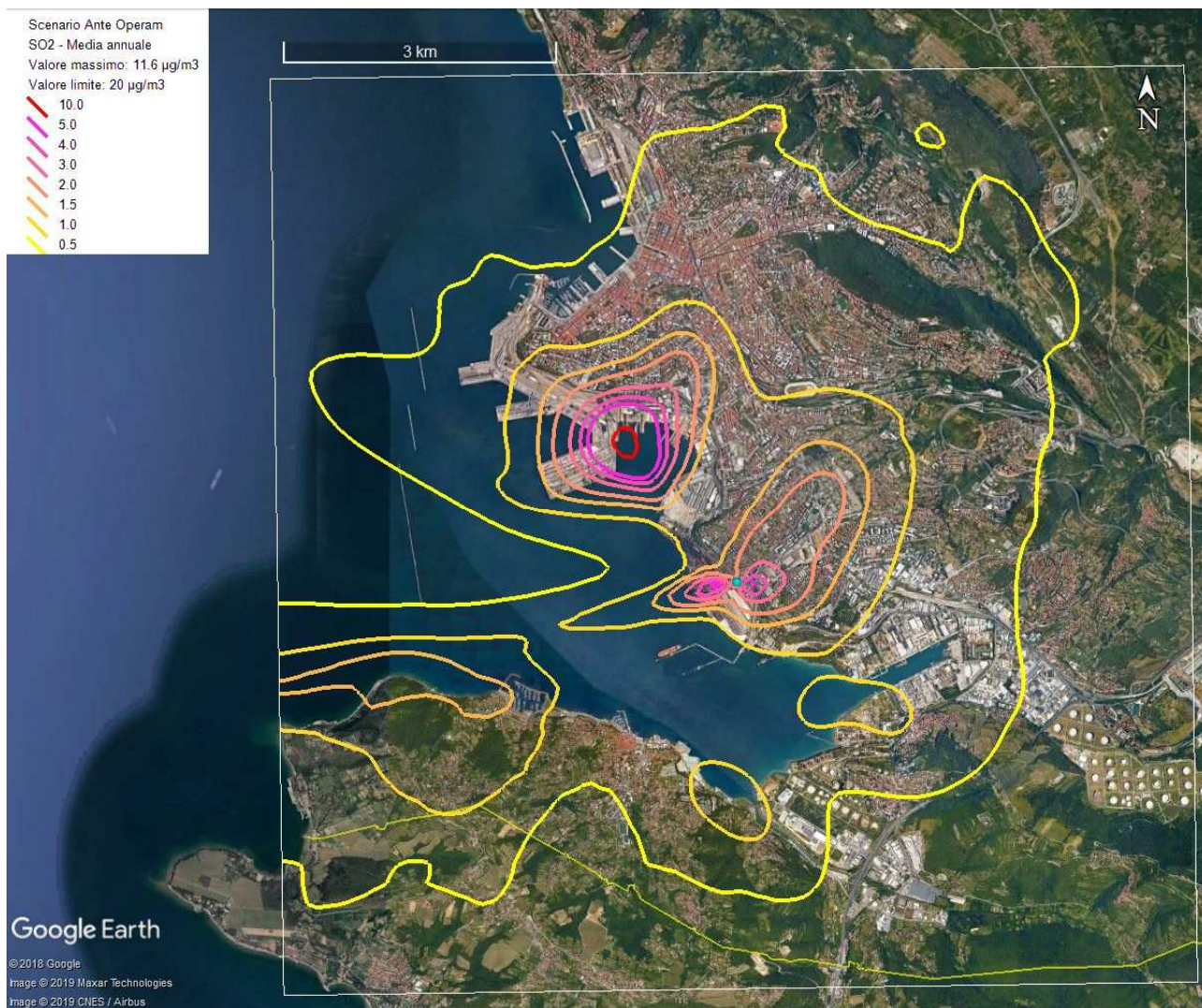


Figura 20. Isolivelli delle medie annuali di SO<sub>2</sub>. Scenario ante operam.





**Figura 21. Isolivelli delle medie annuali di SO2. Scenario post operam.**

## 6.4 Polveri (PM10)

I valori massimi delle statistiche di interesse normativo predetti dal modello di dispersione sull'intero dominio di simulazione sono indicati in Tabella 16. La tabella indica anche le coordinate UTM 32T dei punti in cui vengono predetti i valori massimi in entrambi gli scenari.

Il valore massimo del percentile 90.41 delle medie di 24 ore vale  $3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , rispettivamente negli scenari ante operam e post operam; in entrambi gli scenari quindi il valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stabilito dal D.Lgs. 155/2010 per la media di 24 ore del PM10 non viene superato.

Il valore massimo della media annuale di PM10 vale  $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , rispettivamente negli scenari ante operam e post operam. In entrambi i casi i valori rimangono minori del limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  stabilito dal D.Lgs. 155/2010.

La Tabella 17 riporta i valori massimi predetti in entrambi gli scenari presso i recettori discreti, nonché la loro variazione calcolata come differenza tra il valore predetto nello scenario ante operam e quello predetto nel post operam. Un valore positivo della variazione indica quindi un miglioramento della qualità dell'aria nel futuro. Nella tabella Pct 24h indica il percentile 90.41 delle medie di 24 ore, mentre MA indica la media annuale.

Le mappe delle statistiche di interesse sono riportate da Figura 22 a Figura 25. Allo scopo di facilitare il confronto tra le mappe di una stessa statistica sono stati mantenuti gli stessi isolivelli per entrambi gli scenari. Il cerchio azzurro nelle mappe indica la posizione dell'impianto.

**Tabella 16. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse per il PM10 e corrispondenti coordinate UTM33T.**

	<b>Ante Operam</b>	<b>Post Operam</b>
Percentile 90.41 medie 24 ore	3.7 (403900, 5054100)	1.7 (403900, 5054000)
Media annuale	1.1 (403900, 5054100)	0.3 (403900, 5054100)

**Tabella 17. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse in corrispondenza ai recettori discreti.**

Recettore	Ante Operam		Post Operam		Variazione	
	Pct 24h	MA	Pct 24h	MA	Pct 24h	MA
R1	0.3	0.11	0.15	0.02	0.15	0.09
R2	0.3	0.12	0.15	0.03	0.13	0.09
R3	0.2	0.10	0.14	0.02	0.09	0.07
R4	0.6	0.21	0.29	0.05	0.28	0.16
R5	0.6	0.19	0.26	0.04	0.31	0.15
R6	0.4	0.14	0.18	0.03	0.27	0.11
R7	0.6	0.20	0.26	0.04	0.30	0.15
R8	0.3	0.12	0.20	0.03	0.14	0.09
R9	0.6	0.19	0.30	0.05	0.28	0.15
R10	0.2	0.06	0.09	0.02	0.06	0.04
R11	0.1	0.03	0.05	0.01	0.02	0.02
R12	0.2	0.06	0.09	0.02	0.07	0.04
R13	0.2	0.07	0.11	0.02	0.07	0.05
R14	0.4	0.14	0.22	0.03	0.18	0.10

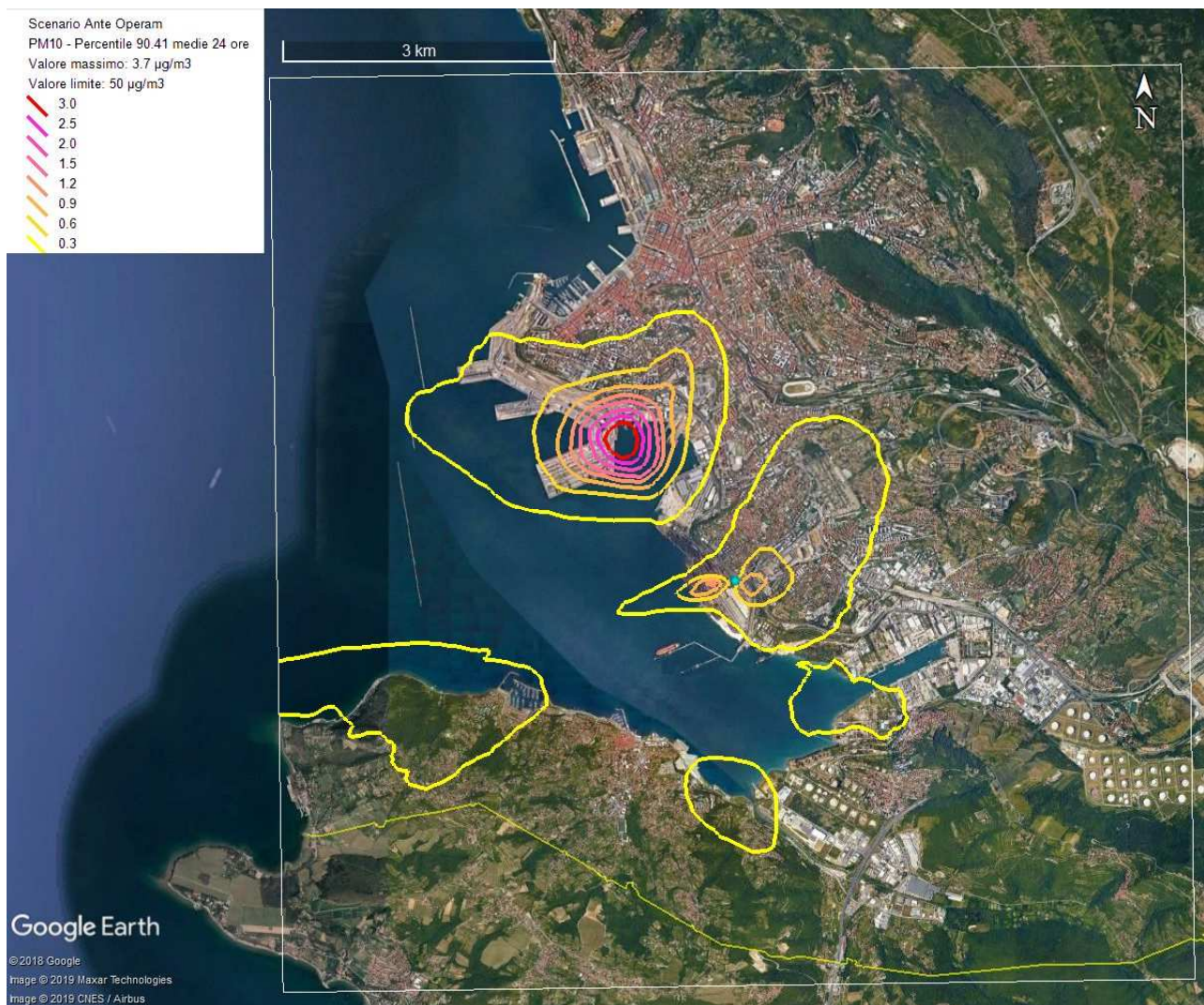


Figura 22. Isolivelli del percentile 90.41 delle medie di 24 ore di PM10. Scenario ante operam.

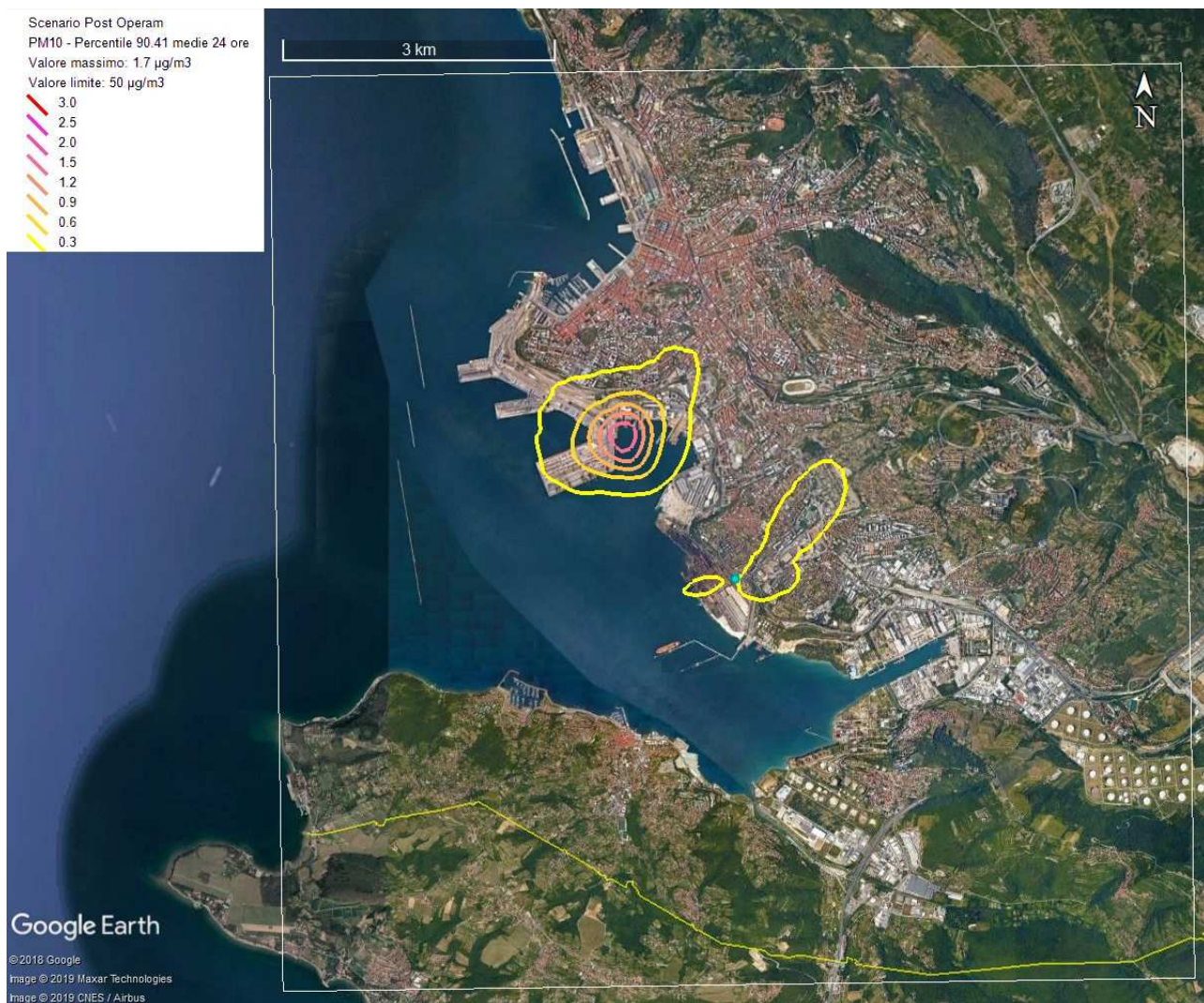


Figura 23. Isolivelli del percentile 90.41 delle medie di 24 ore di PM10. Scenario post operam.

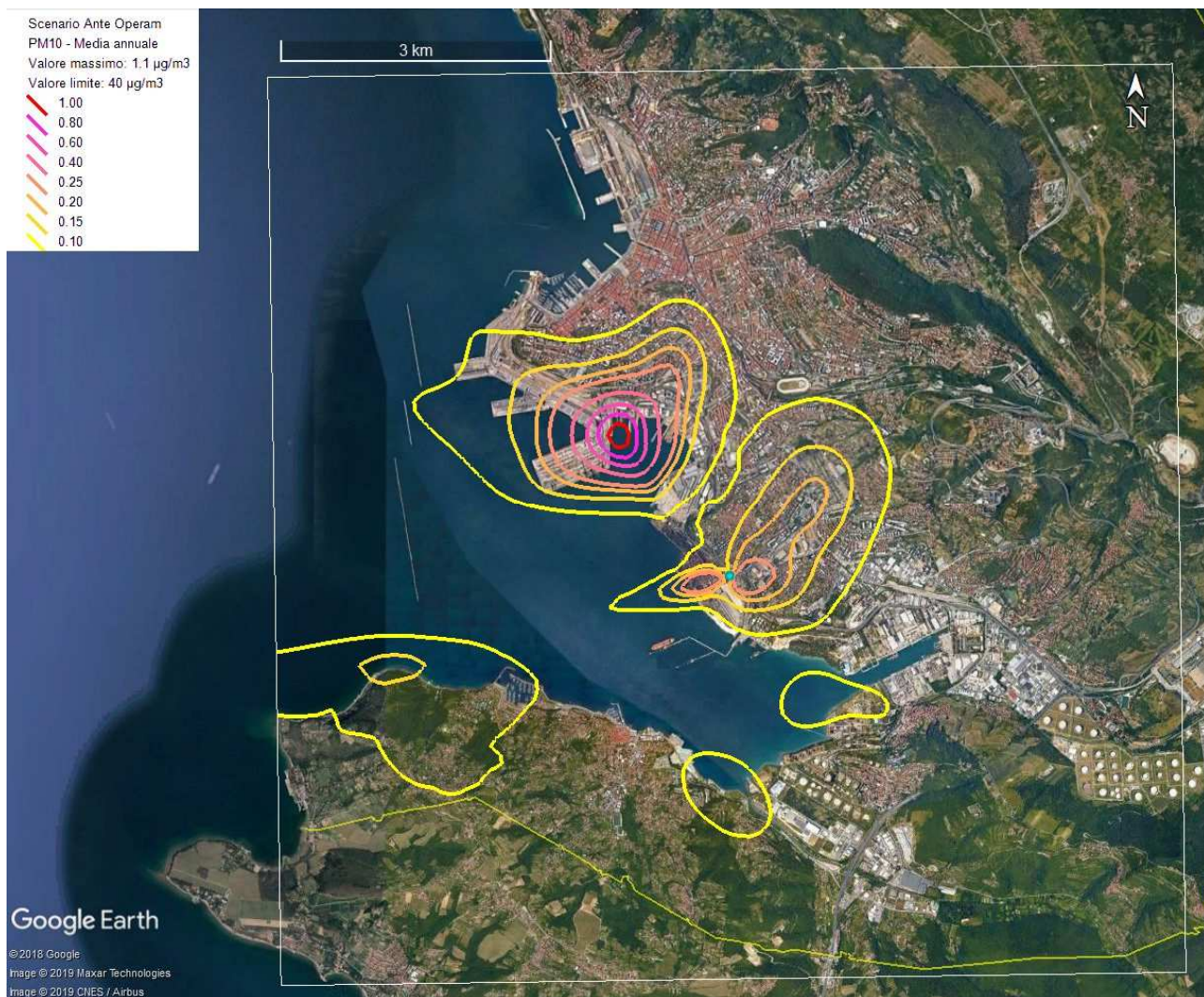


Figura 24. Isolivelli delle medie annuali di PM10. Scenario ante operam.



Figura 25. Isolivelli delle medie annuali di PM10. Scenario post operam.

## 6.5 Monossido di carbonio (CO)

I valori massimi delle statistiche di interesse normativo predetti dal modello di dispersione sull'intero dominio di simulazione sono indicati in Tabella 18. La tabella indica anche le coordinate UTM 32T dei punti in cui vengono predetti i valori massimi in entrambi gli scenari.

Il valore massimo della media mobile di 8 ore vale 181.5 µg/m<sup>3</sup> e 123.7 µg/m<sup>3</sup>, rispettivamente negli scenari ante operam e post operam; in entrambi gli scenari quindi il valore limite di 10000 µg/m<sup>3</sup> (10 mg/m<sup>3</sup>) stabilito dal D.Lgs. 155/2010 non viene superato.

La Tabella 19 riporta i valori massimi predetti in entrambi gli scenari presso i recettori discreti, nonché la loro variazione calcolata come differenza tra il valore predetto nello scenario ante operam e quello predetto nel post operam. Un valore positivo della variazione indica quindi un

miglioramento della qualità dell'aria nel futuro. Nella tabella Max 8h indica la massima media mobile di 8 ore.

Le mappe delle massime medie mobili di 8 ore sono riportate in Figura 26 e in Figura 27. Allo scopo di facilitare il confronto tra le mappe sono stati mantenuti gli stessi isolivelli per entrambi gli scenari. Il cerchio azzurro nelle mappe indica la posizione dell'impianto.

**Tabella 18. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse per il CO e corrispondenti coordinate UTM33T.**

	<b>Ante Operam</b>	<b>Post Operam</b>
Massima media mobile 8 ore	181.5 (404000, 5054200)	123.7 (404000, 5054200)

**Tabella 19. Valori massimi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) predetti per le statistiche di interesse in corrispondenza ai recettori discreti.**

	<b>Ante Operam</b>	<b>Post Operam</b>	<b>Variazione</b>
<b>Recettore</b>	<b>Max 8h</b>	<b>Max 8h</b>	<b>Max 8h</b>
R1	19.5	7.5	12.0
R2	21.5	11.2	10.4
R3	8.2	5.3	2.9
R4	15.5	11.9	3.6
R5	17.6	10.5	7.1
R6	19.4	13.2	6.1
R7	16.8	11.0	5.8
R8	12.6	9.3	3.3
R9	27.2	19.4	7.8
R10	5.2	3.8	1.4
R11	4.2	2.3	1.9
R12	10.9	7.8	3.1
R13	7.5	5.3	2.1
R14	11.9	7.4	4.5

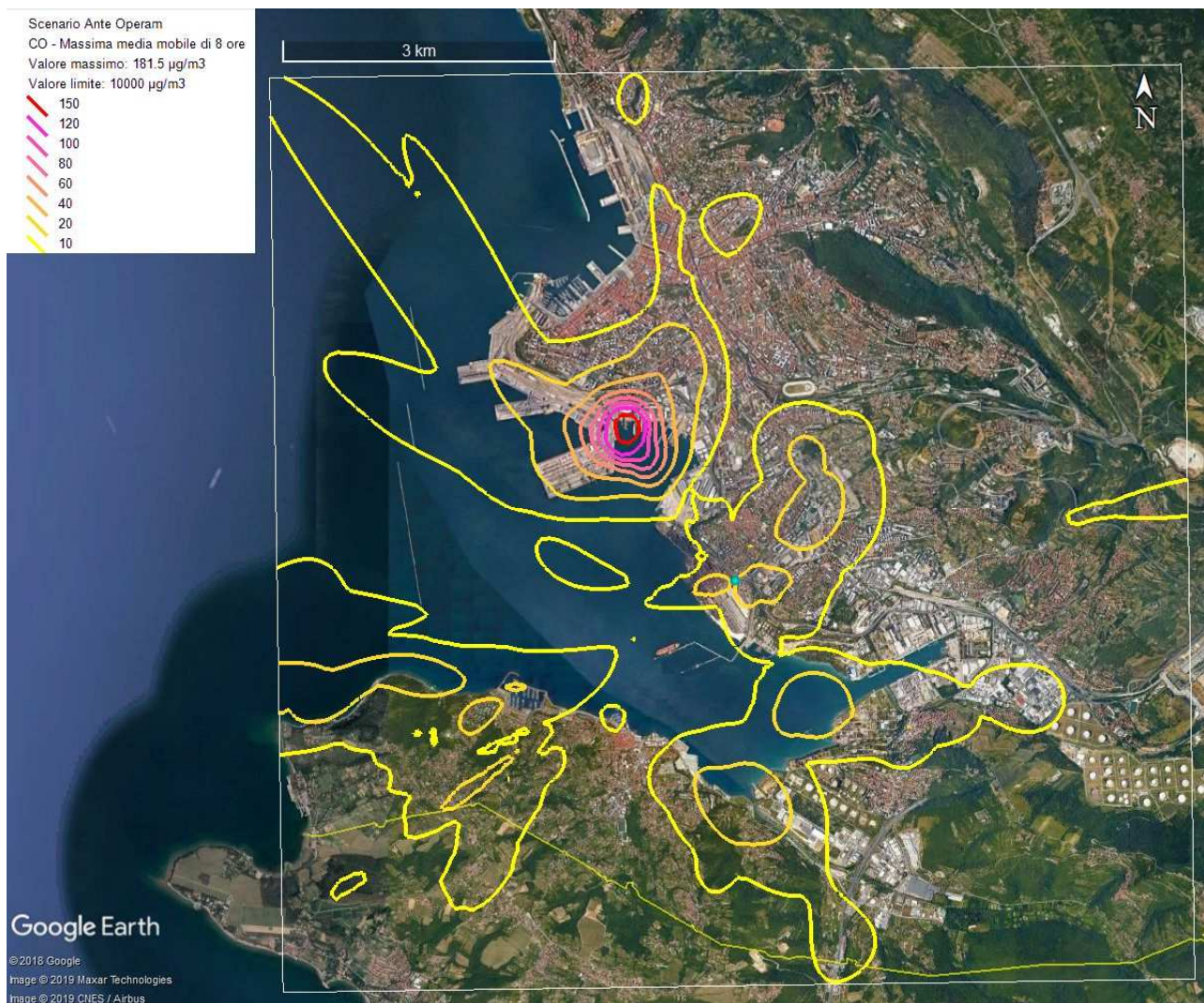


Figura 26. Isolivelli delle massime medie mobili di 8 ore di CO. Scenario ante operam.



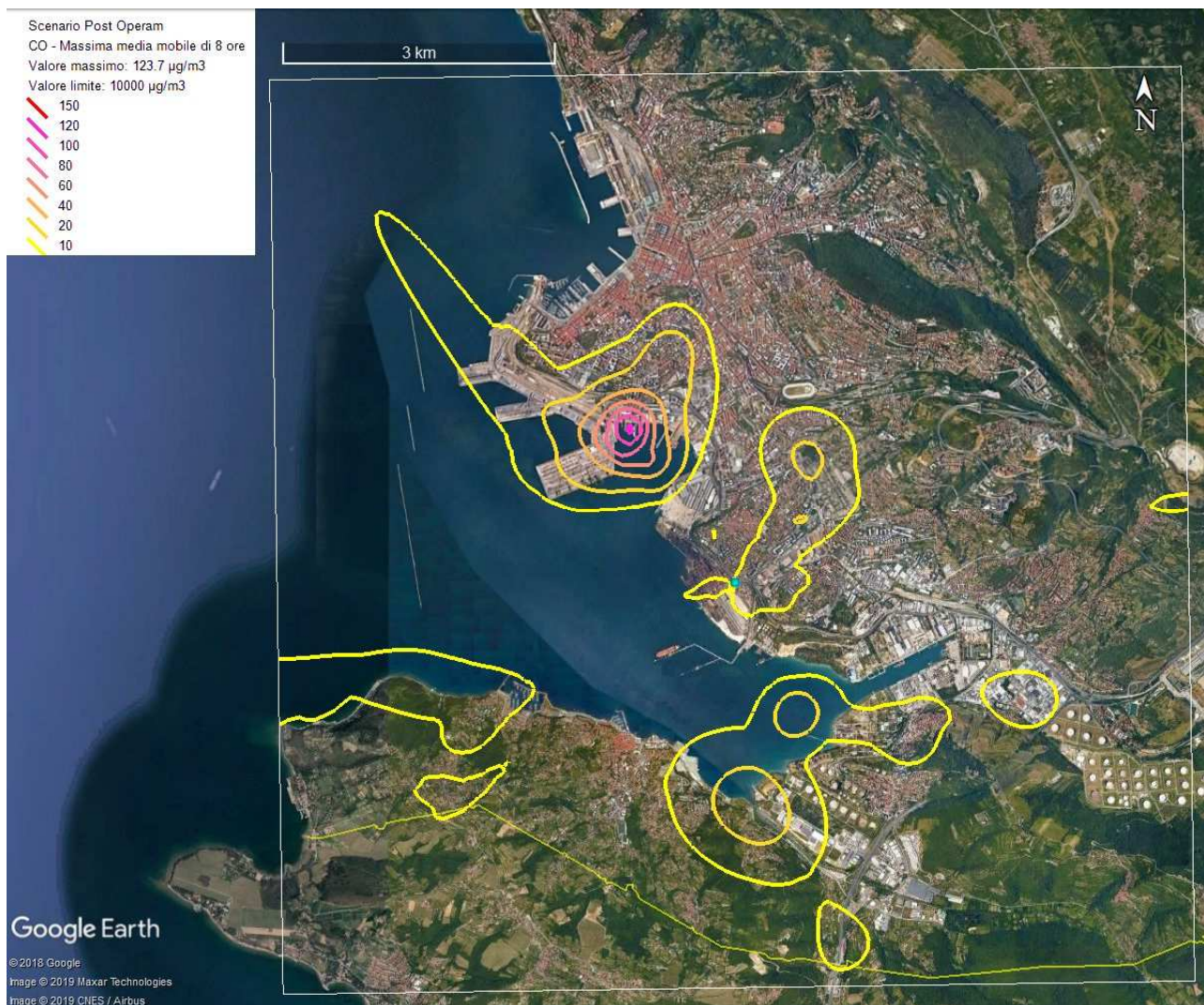


Figura 27. Isolivelli delle massime medie mobili di 8 ore di CO. Scenario post operam.

## 7 Conclusioni

Questo studio descrive l'impatto delle emissioni in atmosfera della Centrale Elettra di Trieste nello scenario ante operam (situazione attuale) e nello scenario post operam (situazione futura successiva alla realizzazione del progetto che prevede la sostituzione di parte del turbogas e il rifacimento dell'attuale ciclo combinato).

Nello studio è stato utilizzato il modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera CALPUFF (versione 7.2.1), indicato dall'EPA (Environmental Protection Agency) degli Stati Uniti come uno dei possibili strumenti modellistici da utilizzare per simulare l'impatto in atmosfera di sostanze inerti in presenza di terreno complesso e condizioni meteorologiche non uniformi sul dominio di simulazione.

Il campo meteorologico per l'intero anno 2016 è stato ricostruito per mezzo del modello meteorologico diagnostico CALMET utilizzando l'output del modello meteorologico a mesoscala WRF e i dati misurati da centraline di ARPA FVG e del Centro Meteorologico Sloveno.

Le simulazioni di dispersione degli inquinanti emessi dallo stabilimento sono state condotte con dettaglio orario su tutte le ore dell'anno 2016. I valori di concentrazione orari sono quindi stati elaborati per ottenere le statistiche di interesse di ogni inquinante.

Lo scenario ante operam considera le emissioni ottenute utilizzando i massimi valori autorizzati per i camini della Centrale; si assume che le sorgenti siano in funzione per tutte le ore dell'anno. Lo scenario post operam invece è ottenuto utilizzando gli stessi camini dello scenario ante operam, con le stesse caratteristiche geometriche e di flusso, ma con concentrazione nei fumi data dai massimi valori delle BAT. Nello scenario post operam le sorgenti sono attive per 4000 ore/anno; tuttavia, esse sono state considerate in funzione per tutte le ore dell'anno ai fini del calcolo delle statistiche a breve termine, e per le effettive 4000 ore ai fini del calcolo delle medie annuali.

Nello scenario ante operam il massimo percentile 99.79 delle medie di NO<sub>2</sub> vale 278.1 µg/m<sup>3</sup>. Bisogna però considerare che, oltre all'ipotesi cautelativa di considerare le sorgenti in funzione per tutte le ore dell'anno (con l'eccezione del calcolo delle medie annuali per lo scenario post operam), è stata effettuata l'ulteriore ipotesi cautelativa di assumere la completa ed istantanea coincidenza tra NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>. I valori limite di SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e CO vengono invece rispettati nello scenario ante operam. Nello scenario post operam non si verifica nessun superamento dei valori limite.

I valori massimi predetti per ogni inquinante sull'intero dominio di simulazione diminuiscono sempre nel passaggio dallo scenario ante operam allo scenario post operam. Inoltre, le tabelle descrittive dei risultati presso i recettori discreti mostrano che anche in tali posizioni le statistiche di interesse diminuiscono nel passaggio dallo scenario ante operam allo scenario post operam. Nello scenario post operam si ha quindi un generale miglioramento della qualità dell'aria.

## 8 Riferimenti

ANPA (2000) I modelli nella valutazione della qualità dell'aria. RTI CTN\_ACE 2/2000.

API (2013) Ambient Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO2 Modeling. Development and Evaluation Report. ([https://www3.epa.gov/scram001/models/aermod/ARM2\\_Development\\_and\\_Evaluation\\_Report-September\\_20\\_2013.pdf](https://www3.epa.gov/scram001/models/aermod/ARM2_Development_and_Evaluation_Report-September_20_2013.pdf))

Bellasio R., G. Maffei, J. Scire, M.G. Longoni, R. Bianconi and N. Quaranta (2005) Algorithms to account for topographic shading effects and surface temperature dependence on terrain elevation in diagnostic meteorological models. *Boundary-Layer Meteorology*, 114: 595-614.

Bellasio R., Bianconi R., Mosca S., and Zannetti P. (2018) Incorporation of Numerical Plume Rise Algorithms in the Lagrangian Particle Model LAPMOD and Validation against the Indianapolis and Kincaid Datasets. *Atmosphere*, 9(10), 404.

Bellasio R., Bianconi R., Mosca S. and Zannetti P. (2017) Formulation of the Lagrangian particle model LAPMOD and its evaluation against Kincaid SF6 and SO2 datasets. *Atmospheric Environment*, Vol. 163, pp. 87-98.

Scire, J.S., D.G. Strimaitis and R.J. Yamartino, 2000a: A user's guide for the CALPUFF dispersion model (Version 5). Earth Tech. Inc., Concord, MA.

Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau and R.J. Yamartino, 2000b: A user's guide for the CALMET meteorological model (Version 5). Earth Tech. Inc., Concord, MA.

US-EPA (2005). Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Purpose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revisions; Final Rule. *Federal Register*, Vol. 70, N. 216, November 9, 2005. Rules and Regulations.

Yamartino, R.J., J.S. Scire, S. R. Hanna, G.R. Carmichael and Y.S. Chang, 1989: CALGRID: A Mesoscale Photochemical Grid Model. Volume I: Model Formulation Document. California Air Resources Board, Sacramento, CA.

Yamartino, R.J., J.S. Scire, S. R. Hanna, G.R. Carmichael and Y.S. Chang, 1992: CALGRID mesoscale photochemical grid model. I – Model formulation, *Atmospheric Environment*, 26A, 1493-1512.