

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Cliente</b> | ENEL Spa   |
| <b>Oggetto</b> | CTE Fusina – Valutazione delle variazioni delle concentrazioni e deposizioni al suolo dovute all'avvio dell'impianto di co-combustione Biomasse-Carbone presso le sezioni 1 e 2 della centrale Andrea Palladio di Fusina |
| <b>Ordine</b>  | Attingimento 4000179132 del 29-04-2008 -Centrale di Fusina - Esclusione dal VIA e Integrazione AIA: realizzazione dei contributi per la componente atmosfera (Lettera di trasmissione prot. n A8012426)                  |
| <b>Note</b>    | Prima emissione  |

PUBBLICATO A8012383 (PAD - 1046515)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

|                   |   |                              |
|-------------------|---|------------------------------|
| <b>N. pagine</b>  | 56  | <b>N. pagine fuori testo</b> |
| <b>Data</b>       | 28/04/2008  |                              |
| <b>Elaborato</b>  | ATM - Manzi Giovanni<br><small>A8012383 5575 ALT</small>                      |                              |
| <b>Verificato</b> | ATM - Carboni Gabriele  |                              |
| <b>Approvato</b>  | ISM - Il Responsabile - Ferraroli Roberto<br><small>A8012383 3208 APP</small> |                              |

Mod. RISM v. 02

## *Indice*

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSE E SCOPI.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>SITO D'INDAGINE E CONTESTO TERRITORIALE.....</b>                                     | <b>5</b>  |
| 3.1      | Descrizione della meteorologia.....   | 6         |
| 3.2      | Descrizione della qualità dell'aria.....  | 9         |
| <b>4</b> | <b>MODELLISTICA ATMOSFERICA.....</b>  | <b>17</b> |
| 4.1      | Scelta e Descrizione del sistema modellistico.....                                      | 17        |
| 4.2      | Modello meteorologico - Calmet .....  | 17        |
| 4.3      | Modello di dispersione - Calpuff.....   | 18        |
| 4.4      | Applicazione al caso in esame.....  | 19        |
| 4.4.1    | Dominio di calcolo.....   | 19        |
| 4.4.2    | Descrizione delle attività relative all'avvio della co-combustione Biomasse-Carbone ... | 21        |
| 4.4.3    | Quadri emissivi.....  | 21        |
| 4.5      | Valutazione degli impatti in aria .....   | 24        |
| 4.5.1    | Concentrazioni in atmosfera di SO <sub>2</sub> .....                                    | 24        |
| 4.5.2    | Concentrazioni in atmosfera di NO <sub>2</sub> .....                                    | 27        |
| 4.5.3    | Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di PM <sub>10</sub> .....     | 30        |
| 4.5.4    | Concentrazioni in atmosfera di CO .....   | 35        |
| 4.5.5    | Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di COT .....                  | 37        |
| 4.5.6    | Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di HCL.....                   | 40        |
| 4.5.7    | Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di HF.....                    | 43        |
| 4.5.8    | Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di metalli.....               | 46        |
| 4.5.9    | Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di PCDD/PCDF .....            | 49        |
| 4.5.10   | Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di IPA .....                  | 52        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSIONI .....</b>  | <b>55</b> |
| <b>6</b> | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>   | <b>56</b> |

## STORIA DELLE REVISIONI

| Numero revisione | Data       | Protocollo | Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati |
|------------------|------------|------------|--|
| 0                | 28/04/2008 | A8012383   |  |

## 1 PREMESSE E SCOPI

ENEL ha richiesto a CESI uno studio relativo alla valutazione dell'impatto ambientale prodotto dall'avvio di un impianto di co-combustione biomasse-carbone che prevede di avviare alla combustione presso le sezioni 1 e 2 della Centrale Termoelettrica "Andrea Palladio" di Fusina (VE), una quantità di biomasse fino al 10% dell'input termico in sostituzione di quota parte del carbone senza incremento di potenza termica ed elettrica dell'impianto.

Il presente studio si propone di stimare le variazioni di concentrazione in atmosfera e di deposizione al suolo di inquinanti determinate dall'avvio di questo impianto, come proposto da ENEL (Nota tecnica ENEL FS\_C6\_2, gennaio 2007).

Le emissioni stimate per due configurazioni d'esercizio (attuale e futura), sono fornite in input al sistema modellistico di dispersione atmosferica CALMET/CALPUFF al fine di valutarne gli effetti sullo stato della qualità dell'aria in termini di concentrazioni in aria ambiente di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e CO, da confrontare con gli Standard di Qualità dell'Aria (SQA) previsti dalla normativa vigente (DM 60/2002). Inoltre sono state valutate le concentrazioni in aria e le deposizioni al suolo di PM<sub>10</sub>, COT, HCL, HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb e V), IPA e PCDD/PCDF.

Per effettuare le analisi in termini cautelativi, le simulazioni condotte fanno riferimento ad un funzionamento continuo al massimo livello operativo, condizione notevolmente più gravosa rispetto all'effettivo funzionamento ordinario dell'impianto.

## 2 METODOLOGIA

La metodologia seguita per valutare le variazioni delle concentrazioni in atmosfera e delle deposizioni al suolo di inquinanti determinate dall'avvio dell'impianto di co-combustione Biomasse-Carbone presso le sezioni 1 e 2 della centrale Andrea Palladio di Fusina, si è basata sull'analisi di due configurazioni emissive:

1. combustione sulle sezioni 1 e 2 di solo carbone;
2. co-combustione Biomasse-carbone sulle sezioni 1 e 2 con un quantità di biomassa fino al 10% dell'input termico, pari ad un utilizzo di 33 t/h complessive sulle due sezioni.

ed è stata la seguente:

- Analisi della meteorologia caratterizzante il sito
- Analisi dello stato della qualità dell'aria rilevata dalle postazioni RRQA
- Analisi del contesto territoriale circostante il sito e individuazione di ulteriori sorgenti emissive
- Stima delle emissioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, COT, HL, HF, metalli, IPA e PCDD/PCDF per le due configurazioni
- Stima modellistica delle concentrazioni in atmosfera e delle deposizioni al suolo degli inquinanti emessi per le due configurazioni

### 3 SITO D'INDAGINE E CONTESTO TERRITORIALE

La Centrale Termoelettrica "Andrea Palladio" di Fusina è sita nel Comune di Venezia, all'interno della Seconda Zona Industriale di Porto Marghera (45°26'00" Latitudine Nord, 12°14'46" Longitudine Est). L'impianto termoelettrico di Fusina produce energia elettrica mediante la combustione di carbone e, in condizioni particolari di marcia, anche con olio combustibile denso e metano. È composto da cinque sezioni termoelettriche, di taglia differente, per una complessiva potenza nominale installata di 1.136 MW.

**Tabella 3.a - Sezioni della Centrale Termoelettrica di Fusina.**

| Sezione   | Potenza (MW) | Anno avviamento |
|-----------|--------------|-----------------|
| Sezione 1 | 165          | 1964            |
| Sezione 2 | 171          | 1969            |
| Sezione 3 | 320          | 1974            |
| Sezione 4 | 320          | 1974            |
| Sezione 5 | 160          | 1967            |

L'impianto si trova nella sezione centrale della gronda lagunare; confina a nord con il Canale Industriale Sud del Porto Industriale, ad ovest con un'area libera di proprietà della Società ALCOA, a sud con la strada di accesso alla centrale, ad est con l'impianto comunale di depurazione delle acque, gestito dalla Società VESTA (Venezia Servizi Territoriali Ambientali). Lo stabilimento occupa un'area complessiva pari a 447.640 m<sup>2</sup>, di cui 72.000 m<sup>2</sup> costituiti da aree coperte e circa 23.000 m<sup>2</sup> in concessione dal demanio marittimo.

L'impianto è parte di uno dei principali poli industriali nazionali, che si configura come una vasta area densamente industrializzata, caratterizzato da attività legate in particolar modo al settore chimico e petrolifero. L'ENEL, unitamente alla gran parte delle aziende insediate nella zona industriale, aderisce all'Ente della Zona Industriale di Porto Marghera<sup>1</sup> preposto allo studio dei problemi economici e tecnici che possono interessare la zona e le industrie di Marghera; alla tutela e lo sviluppo delle industrie della zona di Marghera ed in particolare delle aziende associate; al miglioramento dei servizi pubblici e delle condizioni generali della zona di Marghera.

A servizio della zona industriale vi è il Porto Industriale che si estende in tutta l'area mediante una rete di canali navigabili sui quali insistono gli accosti per le operazioni di carico e scarico dei prodotti.

Le aree confinanti, esterne alle zone industriali, sono di tipo commerciale e residenziale, il cui centro abitato più vicino è Malcontenta che dista circa 4 km dall'impianto, in direzione ovest. Rilevante è senz'altro la presenza turistica, legata in particolare al centro storico di Venezia. Nell'ambito lagunare riveste una certa importanza la mitilicoltura, mentre l'agricoltura è più sviluppata nell'entroterra della Provincia di Venezia. Da menzionare sono infine le attività legate al trasporto commerciale e all'edilizia. Il sito, in generale, è caratterizzato da una rete viaria particolarmente fitta, fattore che rende l'impianto stesso di facile accesso.

Per quanto attiene l'ambiente circostante, l'impianto si colloca all'interno della conterminazione della laguna di Venezia. L'idrodinamica dell'ambiente lagunare ha portato alla formazione di un complesso sistema di canali, anche navigabili, inseriti in un insieme di aree poco profonde (barene). La laguna di Venezia deve comunque la sua attuale conformazione anche all'intervento antropico. Infatti, quale ambiente di transizione tra terraferma e mare avrebbe dovuto evolvere verso l'interramento o verso la costituzione di ambiente marino. L'uomo, invece, nel corso dei secoli ne ha modificato le tendenze evolutive, deviando i fiumi Brenta e Sile (che s'immettevano in Laguna), rafforzando i litorali, bonificando vaste aree lagunari, scavando canali, ecc.

<sup>1</sup> <http://www.entezona.it/>

### 3.1 Descrizione della meteorologia

L'area interessata dal Progetto è individuata dalle coordinate geografiche 45° 26' Nord e 12° 14' Est, sul livello del mare. Nel presente paragrafo di analizza l'andamento meteorologico dell'anno 2007 in base ai dati misurati dalle postazioni meteo Agip, Torre Pompieri e Ente Zona Meteo appartenenti alla rete gestita dall'Ente della zona industriale di Porto Marghera. La seguente Tabella 3.b riassume il pacchetto di postazioni meteorologiche utilizzate, indicandone direzione e distanza rispetto all'area interessata dal Progetto.

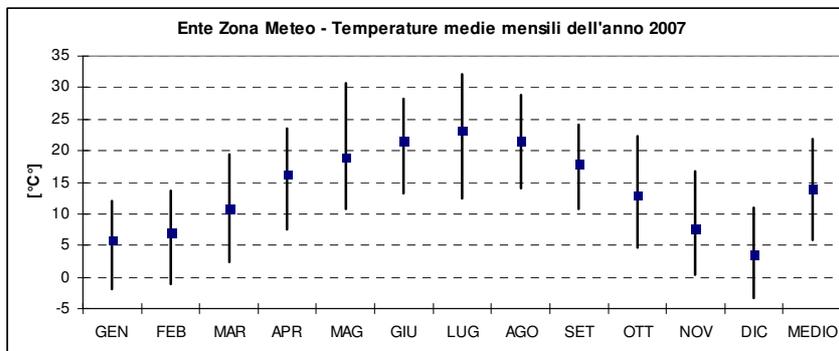
**Tabella 3.b - Stazione meteo di Buttapietra, statistiche relative alla temperatura atmosferica.**

| Postazione      | Gestore | Lat [gradi] | Lon [gradi] | Quota [m slm] | Distanza dal sito [km] | Direzione dal sito |
|-----------------|---------|-------------|-------------|---------------|------------------------|--------------------|
| Agip            | EZIPM   | 45° 28' N   | 12° 15' E   | 5             | 3.83                   | NNE                |
| Torre Pompieri  | EZIPM   | 45° 27' N   | 12° 14' E   | 5             | 1.84                   | NNW                |
| Ente Zona Meteo | EZIPM   | 45° 26' N   | 12° 14' E   | 5             | 1.30                   | NNW                |

La Tabella 3.c riporta le statistiche relative alla temperature medie mensili registrate nella postazioni di Ente Zona Meteo. La temperatura media raggiunge valori massimi nei mesi estivi (23.3 °C a luglio) e minimi invernali (3.7 °C in dicembre).

**Tabella 3.c - Stazione Ente Zona Meteo, statistiche relative alla temperatura atmosferica per l'anno 2007.**

| Ente della Zona Industriale di Porto Marghera – Stazione Ente Zona Meteo 5 m slm |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |             |
|--|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------------|
| Parametro <b>Temperatura media dell'aria</b> a 10m (°C)                          |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |             |
| Anno   | GEN | FEB | MAR  | APR  | MAG  | GIU  | LUG  | AGO  | SET  | OTT  | NOV | DIC | Media       |
| 2007   | 5.9 | 7.1 | 10.8 | 16.3 | 19.0 | 21.6 | 23.3 | 21.8 | 17.9 | 13.1 | 7.7 | 3.7 | <b>14.0</b> |



**Figura 3.a - Andamento termico medio nel 2007 nella postazione di Ente Zona Meteo.**

Per quanto riguarda il **regime pluviometrico**, l'andamento annuale riportato in Tabella 3.d evidenzia una notevole variabilità tra i diversi mesi con un picco in particolare nel mese di settembre, in cui si è verificato un evento eccezionale per intensità e durata che ha interessato gran parte dell'Italia settentrionale.

**Tabella 3.d - Stazione meteo di Ente Zona Meteo - Statistiche relative alla precipitazione.**

| Ente della Zona Industriale di Porto Marghera – Stazione Ente Zona Meteo 5 m slm |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |       |
|--|------|-----|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|-------|
| Parametro <b>Precipitazione</b> (mm) somma                                       |      |     |      |     |      |      |      |      |     |      |      |      |       |
| Anno   | GEN  | FEB | MAR  | APR | MAG  | GIU  | LUG  | AGO  | SET | OTT  | NOV  | DIC  | Medio |
| 2007   | 17.8 | 60  | 66.6 | 0   | 57.6 | 57.2 | 32.8 | 58.8 | 292 | 26.6 | 17.2 | 24.6 | 59.3  |

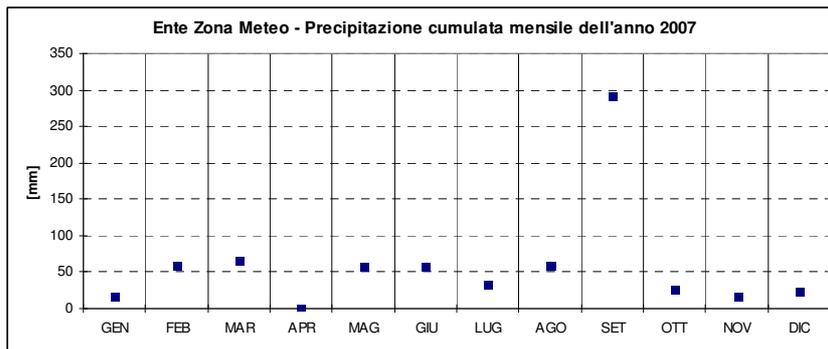


Figura 3.b - Andamento pluviometrico nell'anno 2007 nella postazione di Ente Zona Meteo.

L'umidità atmosferica assume, in generale, valori abbastanza elevati per tutto il corso dell'anno. L'andamento igrometrico mostra il tipico profilo stagionale, con massimi nei mesi autunnali ed invernali, minimi nei mesi primaverili ed estivi. La Tabella 3.e riporta i valori medi mensili registrati alle ore 07 e 13. Le medie mensili sull'anno sono riportate in forma grafica anche in Figura 3.c. Nelle ore mattutine l'umidità relativa risulta sempre superiore a 80% (ad eccezione di luglio in cui è del 79%); in gennaio e febbraio supera il 90%. Alle ore 13 l'umidità relativa resta superiore a 70% a gennaio e febbraio, presentando valori minimi, tra 50% e 60%, da aprile a settembre.

Tabella 3.e - Stazione meteo di Ente Zona Meteo, statistiche relative all'umidità relativa.

| Ente della Zona Industriale di Porto Marghera – Stazione Ente Zona Meteo 5 m slm |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Parametro <b>Umidità relativa alle ore 07:00</b> (ora solare)                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| Anno   | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC | Medio |
| 2007   | 93  | 95  | 81  | 81  | 82  | 81  | 79  | 86  | 87  | 86  | 83  | 86  | 85    |

| Ente della Zona Industriale di Porto Marghera – Stazione Ente Zona Meteo 5 m slm |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Parametro <b>Umidità relativa alle ore 13:00</b> (ora solare)                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| Anno   | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC | Medio |
| 2007   | 81  | 78  | 60  | 52  | 59  | 58  | 52  | 60  | 56  | 63  | 66  | 69  | 63    |

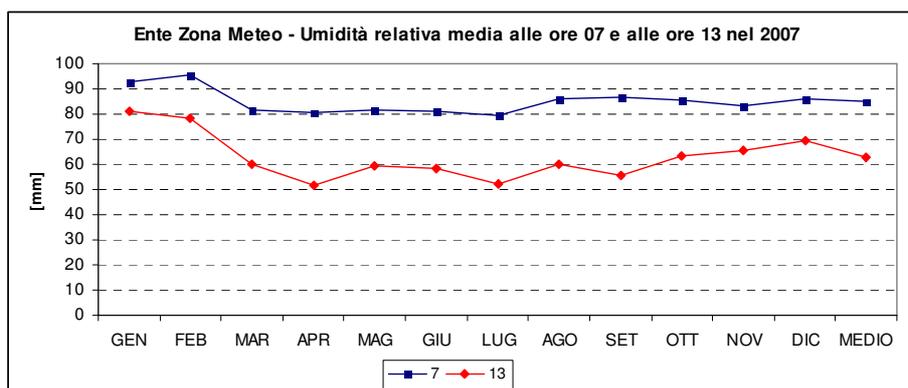


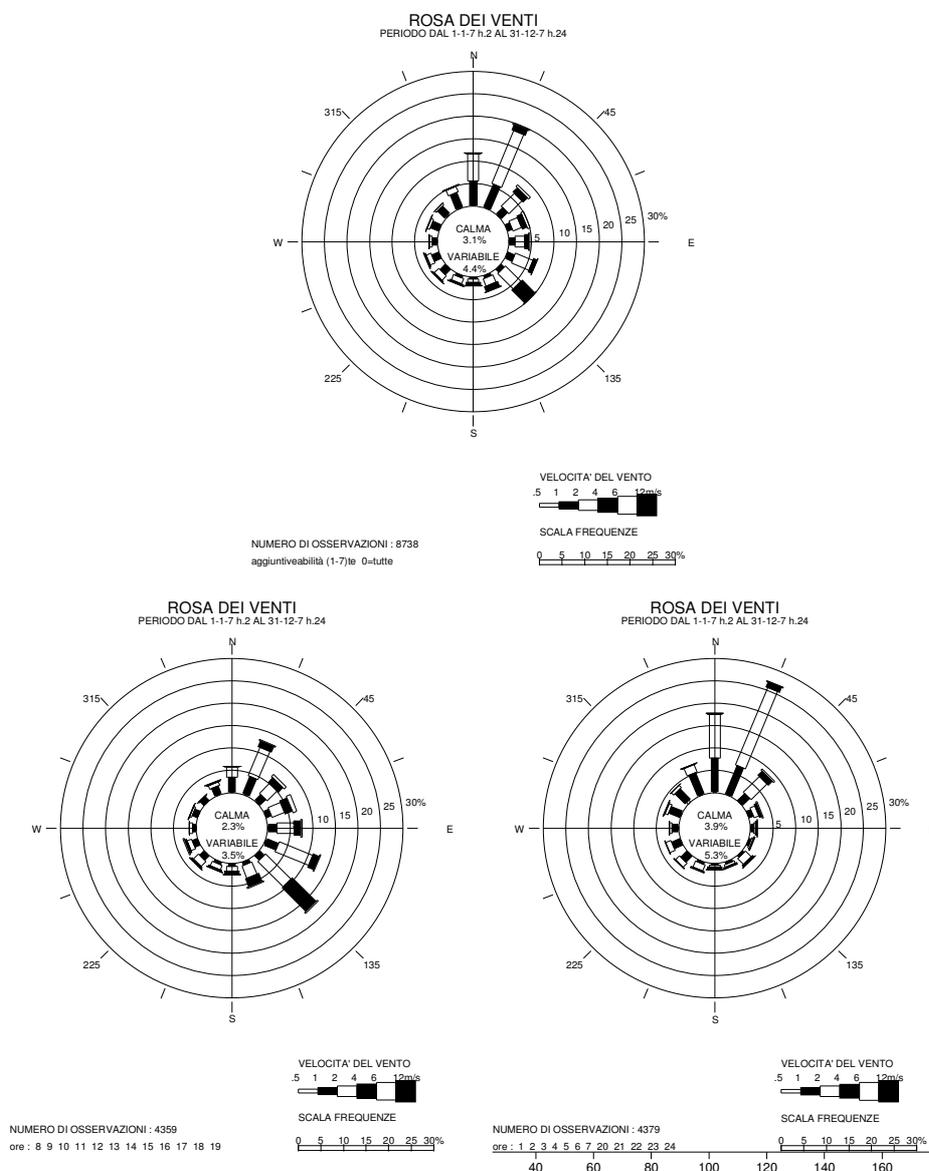
Figura 3.c – Valori mensili di umidità relativa media delle ore 07 e delle ore 13 nella postazione di Ente Zona Meteo.

La **ventosità** della regione in esame è individuata nel suo complesso, prescindendo dalla direzione dei venti, dal numero delle calme (velocità del vento < 1 m/s) e dal numero di giorni con vento moderato (velocità del vento fino a 3 m/s) o con vento forte (velocità del vento maggiore o uguale di 3 m/s). I dati misurati presso le postazioni della rete gestita dall'Ente della zona industriale di Porto Marghera sono sintetizzati in Tabella 3.f. I mesi più ventosi sono quelli primaverili, seguiti da quelli estivi. Le velocità medie annue del vento sono all'incirca di 3 m/s.

**Tabella 3.f - Statistiche relative alla velocità del vento nel 2007.**

| Ente della Zona Industriale di Porto Marghera                 |                    |         |           |        |         |
|---|--------------------|---------|-----------|--------|---------|
| Parametro <b>Velocità del vento</b> (2007) – misura a 5 m slm |                    |         |           |        |         |
| Stazione  | Parametro          | Inverno | Primavera | Estate | Autunno |
| Agip  | Vv < 1 m/s         | 3.8     | 1.0       | 1.6    | 1.8     |
|   | 1 m/s <= Vv < 3m/s | 17.6    | 13.6      | 13.0   | 16.7    |
|   | Vv >= 3 m/s        | 3.1     | 10.5      | 10.5   | 6.4     |
| Torre Pompieri  | Vv < 1 m/s         | 1.5     | 0.4       | 0.3    | 0.6     |
|   | 1 m/s <= Vv < 3m/s | 19.9    | 11.2      | 10.9   | 9.8     |
|   | Vv >= 3 m/s        | 3.1     | 13.6      | 14.0   | 13.0    |
| Agip  | Velocità media m/s | 1.85    | 2.95      | 2.84   | 2.42    |
| Torre Pompieri  | Velocità media m/s | 2.47    | 3.40      | 3.32   | 3.40    |

In Figura 3.d si riportano le rose dei venti annuali per la postazione Agip complessiva (in alto), diurna (a sinistra) e notturna (a destra). Si evidenziano gli intensi venti da N-NE, prevalentemente notturni, e da SE diurni.



**Figura 3.d - Rose dei Venti annuali per la postazione Agip (2007).**

### 3.2 Descrizione della qualità dell'aria

La qualità dell'aria nel comprensorio d'interesse è il risultato della sovrapposizione dei contributi alle concentrazioni degli inquinanti al suolo derivanti dalle emissioni delle sorgenti presenti, dai processi di trasformazione e dispersione atmosferica cui tali emissioni vanno incontro e dagli apporti di masse d'aria inquinate provenienti da aree limitrofe. L'importanza dei singoli contributi risulta diversa in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche della sostanza considerata, delle caratteristiche meteorologiche del sito esaminato e del tessuto emissivo che vi è sviluppato. La valutazione dello stato della qualità dell'aria ambiente è condotta nel seguito mediante il confronto tra gli standard di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente ed i valori delle corrispondenti statistiche delle concentrazioni misurate dalle postazioni delle Reti di Monitoraggio della Qualità dell'Aria (RRQA) presenti nell'area.

La normativa vigente in materia di qualità dell'aria ambiente è costituita da:

- D.M. 2 aprile 2002, n° 60 *“Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”*
- Decreto Legislativo 21 maggio 2004, n. 183 *“Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria”*
- Decreto Legislativo 3 Agosto 2007, n. 152 *“Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente”*

Gli standard di qualità dell'aria stabiliti dalle citate leggi sono riportati in Tabella 3.g, Tabella 3.h e Tabella 3.i.

Tabella 3.g – Valori limite per la qualità dell'aria del DM 2 aprile 2002, n°60.

| <b>BIOSSIDO DI ZOLFO</b>  |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
|   | Periodo di mediazione                        | Valore limite   | Margine di tolleranza  | Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto |
| 1. Valore limite orario per la protezione della salute umana    | 1 ora  | 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile                 | 42,9% del valore limite, pari a 150 µg/m <sup>3</sup> , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005 | 1° gennaio 2005  |
| 2. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana | 24 ore                                       | 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile                  | nessuno  | 1 gennaio 2005   |
| 3. Valore limite per la protezione degli ecosistemi             | Anno civile e inverno (1 ottobre – 31 marzo) | 20 µg/m <sup>3</sup>  | nessuno  | 19 luglio 2001   |
| <b>OSSIDI DI AZOTO</b>  |  |   |  |  |
| 1. Valore limite orario per la protezione della salute umana    | 1 ora  | 200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per anno civile | 50% del valore limite, pari a 100 µg/m <sup>3</sup> , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010  | 1 gennaio 2010   |
| 2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana   | Anno civile                                  | 40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>  | 50% del valore limite, pari a 20 µg/m <sup>3</sup> all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010   | 1 gennaio 2010   |
| 3. Valore limite annuale per la protezione della vegetazione    | Anno civile                                  | 30 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>x</sub>  | Nessuno  | 19 luglio 2001   |

-continua dalla pag. precedente -

| <b>PARTICOLATO ATMOSFERICO - PM10</b>                           |             |   |   |                 |
|---|-------------|---|---|-----------------|
| I. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana | 24 ore      | 50 µg/m <sup>3</sup> PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile | 50% del valore limite, pari a 25 µg/m <sup>3</sup> , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1 gennaio 2005    | 1 gennaio 2005  |
| 2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana   | Anno civile | 40 µg/m <sup>3</sup> PM10   | 20% del valore limite, pari a 8 µg/m <sup>3</sup> , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005    | 1° gennaio 2005 |
| <b>PIOMBO</b>   |             |   |   |                 |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana      | Anno civile | 0,5 µg/m <sup>3</sup>   | 100% del valore limite, pari a 0,5 µg/m <sup>3</sup> , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1 gennaio 2005 | 1 gennaio 2005  |

-continua dalla pag. precedente -

| <b>BENZENE</b>   |                                    |                      |   |                |
|--|------------------------------------|----------------------|---|----------------|
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile                        | 5 µg/m <sup>3</sup>  | 100% del valore limite, pari a 5 µg/m <sup>3</sup> , all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2006, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1 gennaio 2010 | 1 gennaio 2010 |
| <b>MONOSSIDO DI CARBONIO</b>                               |                                    |                      |   |                |
| Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Media massima giornaliera su 8 ore | 10 mg/m <sup>3</sup> | 6 mg/m <sup>3</sup> all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1 gennaio 2003, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005                                 | 1 gennaio 2005 |

**Tabella 3.h – Valori bersaglio e obiettivi a lungo termine per l’ozono del D.Lgs. 23 luglio 2004, n° 171.**

| <b>OZONO</b>  |  |   |  |                |
|---|--|---|--|----------------|
| 1. Valore bersaglio per la protezione della salute umana          | Media su 8 ore massima giornaliera                                 | 120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni |  | 1 gennaio 2010 |
| 2. Valore bersaglio per la protezione della vegetazione           | AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 18000 µg/m <sup>3</sup> h come media su 5 anni  |  | 1 gennaio 2010 |
| 3. Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana | Media su 8 ore massima giornaliera nell’arco di un anno civile     | 120 µg/m <sup>3</sup>   |  |                |
| 4. Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione  | AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 6000 µg/m <sup>3</sup> h  |  |                |

**Tabella 3.i – Valori obiettivo per la qualità dell’aria del D. Lgs. 3 agosto 2007, n° 152**

| Inquinante     | Parametro     | Valore obiettivo     | Nota                   |
|----------------|---------------|----------------------|------------------------|
| Arsenico       | Media annuale | 6 ng/m <sup>3</sup>  | Tenore totale nel PM10 |
| Cadmio         | Media annuale | 5 ng/m <sup>3</sup>  | Tenore totale nel PM10 |
| Nichel         | Media annuale | 20 ng/m <sup>3</sup> | Tenore totale nel PM10 |
| Benzo(a)pirene | Media annuale | 1 ng/m <sup>3</sup>  | Tenore totale nel PM10 |

L’elenco delle stazioni selezionate per la valutazione della qualità dell’aria nel sito d’interesse sono riportate in Tabella 3.j.

Tabella 3.j – Postazioni fisse considerate.

| Gestore | Stazione          | SO2 | NO2 | PM10 | POLVERI | O3 |
|---------|-------------------|-----|-----|------|---------|----|
| EZIPM   | Fincantieri-Breda | X   | X   | X    |         |    |
| EZIPM   | Agip              | X   |     | X    |         |    |
| EZIPM   | Fusina            | X   |     |      |         |    |
| EZIPM   | Enichem S.S.11    | X   | X   | X    |         |    |
| EZIPM   | Montefibre        | X   |     |      | X       |    |
| EZIPM   | C.E.D. Ente Zona  | X   | X   |      |         | X  |
| EZIPM   | Sirma             | X   |     |      |         |    |
| EZIPM   | Marghera          | X   | X   | X    |         |    |
| EZIPM   | Tronchetto        | X   |     |      |         |    |
| EZIPM   | S.Michele         | X   |     |      |         |    |
| EZIPM   | Giudecca          | X   | X   | X    |         | X  |
| EZIPM   | Moranzani         | X   |     |      | X       |    |
| EZIPM   | Campagna Lupia    | X   | X   | X    |         | X  |

Per quanto riguarda il **biossido d'azoto**, si registrano superamenti del valore limite orario di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  presso le stazioni Enichem S.S.11 (8 superamenti) e Marghera (3 superamenti). Lo standard di qualità dell'aria di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  relativo alla media annua è invece rispettato nelle stazioni di C.E.D. Ente Zona e di Campagna Lupia; nelle altre stazioni si osservano valori di poco superiori al limite stesso.

Tabella 3.k – Standard di qualità dell'aria per NO<sub>2</sub>, anno 2007 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

| Stazione          | # valori | Concentrazione Media Annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>(val. lim. 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Concentrazione Oraria superata 18 volte/anno $\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>(val. lim. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Concentrazione Massima Oraria $\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>(non normato) |
|-------------------|----------|---|--|---|
| Fincantieri-Breda | 8245     | 42.2  | 121  | 181   |
| Enichem S.S.11    | 8356     | 42.6  | 179  | 230   |
| C.E.D. Ente Zona  | 8259     | 33.7  | 104  | 125   |
| Marghera          | 8198     | 42.1  | 155  | 240   |
| Giudecca          | 8246     | 41.4  | 144  | 168   |
| Campagna Lupia    | 7906     | 22.4  | 71   | 174   |

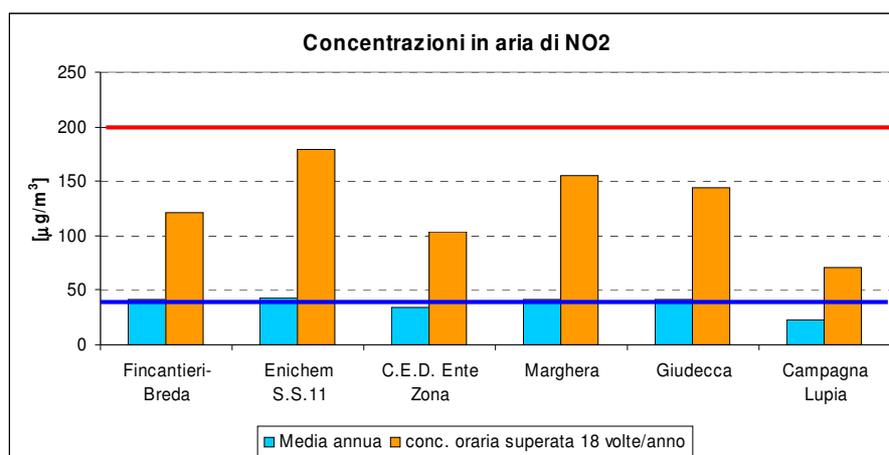
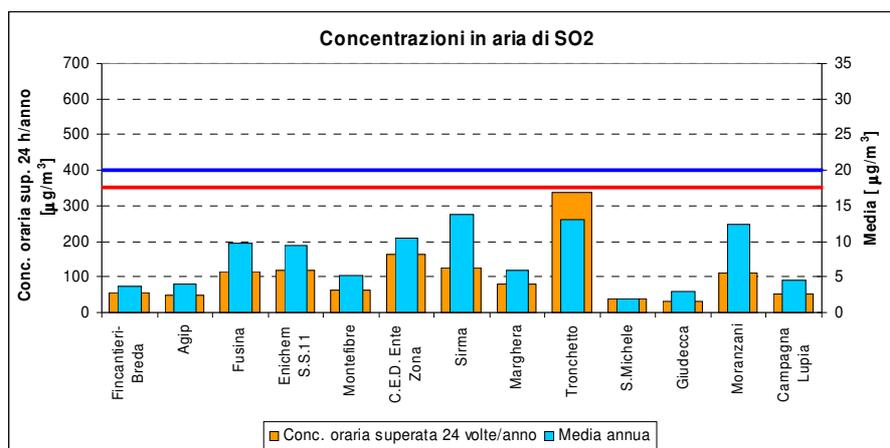


Figura 3.e –Statistiche di sintesi per NO<sub>2</sub>, la linea blu rappresenta il limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per la concentrazione media annua; la linea rossa il limite di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per la concentrazione oraria da non superarsi per più di 18 ore/anno.

Per quanto riguarda il **biossido di zolfo**, non si registrano superamenti degli standard di qualità dell'aria né in termine di concentrazione media annua, né di concentrazioni acute.

**Tabella 3.1 –Statistiche di sintesi per SO<sub>2</sub>, anno 2007 [µg/m<sup>3</sup>].**

| Stazione          | # valori | Concentrazione Media Annuale µg/m <sup>3</sup><br>(val. lim. 20µg/m <sup>3</sup> ) | Concentrazione Oraria superata 24 volte/anno µg/m <sup>3</sup><br>(val. lim. 350µg/m <sup>3</sup> ) | Concentrazione Massima Oraria µg/m <sup>3</sup><br>(non normato) |
|-------------------|----------|--|---|--|
| Fincantieri-Breda | 8311     | 3.7  | 57  | 114  |
| Agip              | 8373     | 4.0  | 49  | 112  |
| Fusina            | 8335     | 9.7  | 114   | 1206   |
| Enichem S.S.11    | 8387     | 9.3  | 119   | 230  |
| Montefibre        | 8324     | 5.2  | 63  | 493  |
| C.E.D. Ente Zona  | 8339     | 10.4   | 164   | 269  |
| Sirma             | 7672     | 13.7   | 126   | 300  |
| Marghera          | 8319     | 6.0  | 79  | 115  |
| Tronchetto        | 8375     | 13.1   | 339   | 690  |
| S.Michele         | 8383     | 1.9  | 39  | 76   |
| Giudecca          | 8363     | 2.9  | 32  | 64   |
| Moranzani         | 8089     | 12.3   | 111   | 617  |
| Campagna Lupia    | 8202     | 4.6  | 51  | 141  |



**Figura 3.f –Statistiche di sintesi per SO<sub>2</sub>, la linea blu rappresenta il limite di 20 µg/m<sup>3</sup> per la concentrazione media annua; la linea rossa il limite di 350 µg/m<sup>3</sup> per la concentrazione oraria da non superarsi più di 24 ore/anno.**

In merito all'ozono si registrano i superamenti del valore obiettivo a lungo termine sia per la protezione della salute umana sia per la protezione della vegetazione, similmente a quanto accade in tutto il bacino padano.

**Tabella 3.m – Numero di superamenti degli obiettivi a lungo termine di O3, anno 2007.**

| Numero di superamenti degli obiettivi a lungo termine di O3 |  |                    |  |                    |  |                    |
|---|--|--------------------|--|--------------------|--|--------------------|
|   | C.E.D. Ente Zona   |                    | Giudecca   |                    | Campagna Lupia   |                    |
| Anno  | Superamenti<br>valore limite<br>protezione<br>salute umana | AOT40<br>[µg/m3*h] | Superamenti<br>valore limite<br>protezione<br>salute umana | AOT40<br>[µg/m3*h] | Superamenti<br>valore limite<br>protezione<br>salute umana | AOT40<br>[µg/m3*h] |
| 2007  | 76   | 50457              | 491  | 102405             | 90   | 61862              |

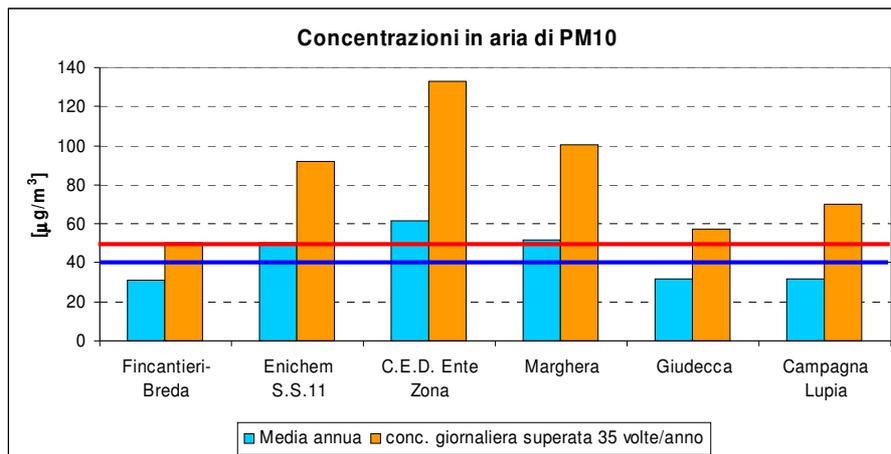
**Tabella 3.n – Concentrazione media annua e massima oraria di O3, anno 2007 [µg/m3].**

| Stazione         | # valori | Concentrazione<br>Media<br>Annuale | Concentrazione<br>Massima<br>Oraria |
|------------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| C.E.D. Ente Zona | 8326     | 34.8                               | 185                                 |
| Giudecca         | 8330     | 50.8                               | 225                                 |
| Campagna Lupia   | 7946     | 38.5                               | 185                                 |

Gli standard di qualità dell'aria per **particolato fine (PM10)**, evidenziano superamenti sia del valore limite relativo alla media annua (40 µg/m3) (presso le stazioni Agip, Enichem e Marghera) sia del numero di superamenti della soglia di 50 µg/m3 come media giornaliera. Anche per questo inquinante, come per Ozono ed ossidi di azoto, le criticità riscontrate nel sito sono condivise da gran parte del bacino padano.

**Tabella 3.o – Statistiche di sintesi per PM10, anno 2007 [µg/m3].**

| Stazione          | #<br>valori | Concentrazione<br>Media<br>Annuale<br>µg/m3<br>(val. lim. 40µg/m3) | Concentrazione<br>Giornaliera superata<br>35 volte/anno<br>µg/m3<br>(val. lim. 50µg/m3) | Concentrazione<br>Massima<br>Oraria<br>µg/m3<br>(non normato) |
|-------------------|-------------|--|---|---|
| Fincantieri-Breda | 4308        | 30.9   | 50  | 408   |
| Agip              | 4333        | 50.5   | 92  | 606   |
| Enichem S.S.11    | 4264        | 61.9   | 133   | 448   |
| Marghera          | 4259        | 51.7   | 100   | 503   |
| Giudecca          | 3933        | 31.6   | 57  | 337   |
| Campagna Lupia    | 4141        | 31.7   | 70  | 229   |



**Figura 3.g – Statistiche di sintesi per PM10, la linea blu rappresenta il limite di 40 µg/m3 per la concentrazione media annua; la linea rossa il limite di 50 µg/m3 per la concentrazione giornaliera da non superarsi più di 35 giorni/anno.**

## 4 MODELLISTICA ATMOSFERICA

### 4.1 Scelta e Descrizione del sistema modellistico

In base alle caratteristiche del sito e della la simulazione da svolgere, si è scelto di utilizzare il sistema modellistico CALMET-CALPUFF sviluppato da Earth Tech Inc.

CALMET (ver. 6.211, liv. 060414) è un modello meteorologico diagnostico per la ricostruzione di campi orari bidimensionali e tridimensionali delle principali variabili meteorologiche e micrometeorologiche a partire da dati al suolo e di profilo misurati o calcolati da altri modelli. CALPUFF (ver. 6.111, liv. 060329) è un modello lagrangiano non stazionario a puff per la ricostruzione di campi di concentrazione e deposizione al suolo di sostanze emesse da sorgenti di varia natura (puntuali, areali, lineari e volumetriche).

Il sistema modellistico CALMET-CALPUFF, dalla validità riconosciuta in ambito scientifico ed istituzionale (è presente nelle linee guida statunitensi ed in quelle nazionali - APAT CTNACE, 2001 - per la simulazione della dispersione delle emissioni in atmosfera), è particolarmente idoneo alla trattazione del caso in oggetto per le seguenti caratteristiche:

- Evoluzione delle masse inquinanti in campi meteorologici tridimensionali, non uniformi e non omogenei
- Trattazione dell'interfaccia terra/mare
- Trattazione delle calme di vento
- Trattazione della deposizione secca e umida

La scelta del sistema modellistico risulta allineata anche alle indicazioni del DM 1 ottobre 2002, n. 26 *“Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351”* che nell'allegato 1, *“Direttive tecniche concernenti la valutazione preliminare”* fornisce importanti indicazioni sulle caratteristiche generali dei modelli matematici recita:

*“La valutazione della complessità dell'area su cui si effettua la valutazione deve tenere conto delle caratteristiche orografiche del territorio, di disomogeneità superficiali (discontinuità terra-mare, città-campagna, acque interne) e condizioni meteo-diffusive non omogenee (calma di vento negli strati bassi della troposfera, inversioni termiche eventualmente associate a regimi di brezza); l'uso di modelli analitici (gaussiani e non) si considera generalmente appropriato nel caso di siti non complessi, mentre qualora le disomogeneità spaziali e temporali siano rilevanti per la dispersione, è opportuno ricorrere all'uso di modelli numerici tridimensionali, articolati in un preprocessore meteorologico (dedicato principalmente alla ricostruzione del campo di vento) e in un modello di diffusione.”*

### 4.2 Modello meteorologico - Calmet

CALMET (versione 6.211, livello: 060414) (Scire et al., 2000a) è un modello meteorologico diagnostico che produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili meteorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (orografia, uso del suolo). CALMET è costituito da un modulo diagnostico per la ricostruzione del campo di vento e da moduli micrometeorologici per la caratterizzazione dello strato limite di rimescolamento sia sul suolo sia sull'acqua.

Il modulo diagnostico del campo di vento utilizza una procedura a due step per la costruzione del campo. Il primo passo crea un campo iniziale, basato sui venti sinottici, e lo corregge in modo da tenere conto degli effetti del terreno sui flussi e dei venti di pendio. In questa fase, dapprima il modello utilizza

i venti sinottici per calcolare una velocità verticale forzata dal terreno e soggetta ad una funzione esponenziale di smorzamento dipendente dalla classe di stabilità atmosferica. In secondo luogo, sono introdotti gli effetti dell'orografia sulle componenti orizzontali del vento mediante l'applicazione iterativa di uno schema di minimizzazione della divergenza sul campo tridimensionale fino al soddisfacimento del vincolo di minima divergenza. Dopo aver introdotto i venti di pendio e gli effetti termodinamici, il campo, a questo punto detto di primo passo, passa alla seconda fase procedurale che introduce i dati osservati, al suolo ed in quota, in modo da ottenere il campo nella sua versione finale. L'introduzione dei dati osservati è effettuata tramite una procedura d'analisi oggettiva. L'attribuzione di pesi inversamente proporzionali alla distanza tra punto e stazione di misura, garantisce l'ottenimento di un campo che riflette maggiormente le osservazioni in prossimità dei punti di misura e che è dominato dal campo di primo passo nelle zone prive d'osservazioni. Infine, il campo risultante è sottoposto ad un'operazione di smoothing e di ulteriore minimizzazione della divergenza.

CALMET richiede come dati di input misure orarie al suolo di direzione e velocità del vento, temperatura, copertura nuvolosa, altezza della base delle nuvole, pressione atmosferica, umidità relativa e precipitazione, nonché profili verticali di direzione e velocità del vento, temperatura e pressione atmosferica. Algoritmi specifici trattano la dinamica atmosferica sopra superfici acquose e la loro interfaccia con le superfici terrestri. Recentemente è stata introdotta la possibilità di utilizzare campi di vento generati da modelli meteorologici prognostici (quali ad esempio MM5, RAMs...) come campi d'inizializzazione.

### 4.3 Modello di dispersione - Calpuff

CALPUFF versione 6.111, livello 060329 (Scire J.S. et Al., 2000a) è un modello di dispersione non stazionario multi-strato multi-specie con cui è possibile simulare gli effetti di condizioni meteorologiche variabili nel tempo e nello spazio sul trasporto, trasformazione e rimozione degli inquinanti in atmosfera. Pur potendo essere guidato da meteorologie puntuali semplici, CALPUFF consente di utilizzare a pieno tutte le potenzialità del codice se guidato da campi meteorologici tridimensionali generati da CALMET. CALPUFF implementa algoritmi per la trattazione di effetti prossimi alla sorgente (building downwash, fumigazione, sovrainnalzamento progressivo, penetrazione parziale dello strato rimescolato, interazioni con elementi orografici non risolti dalla griglia orografica), oltre che di deposizione secca ed umida, trasformazioni chimiche, avvezione su suolo ed acque ed interazioni all'interfaccia terra/mare. Il modello può trattare sorgenti emissive puntuali, lineari, areali e volumetriche, dall'emissione variabile in modo arbitrario nel tempo.

CALPUFF utilizza due domini tridimensionali distinti: la griglia meteorologica e quella di calcolo. La prima definisce l'estensione orizzontale del dominio, le dimensioni delle celle, il numero e lo spessore degli strati verticali. Questa coincide con la griglia utilizzata da CALMET e ad essa sono associati i dati meteorologici e geofisici. La griglia computazionale è un sotto insieme, al più coincidente, della griglia meteorologica ed è il dominio in cui sono fatti evolvere i puff ed in cui possono essere calcolate le concentrazioni.

Le emissioni sono schematizzate come un continuo rilascio di sbuffi (puff) d'inquinante rilasciati in atmosfera. Al variare della direzione ed intensità del vento nello spazio e nel tempo la traiettoria d'ogni puff cambia in modo da seguire la nuova direzione del vento.

La diffusione dei puff è gaussiana e la concentrazione stimata in un dato recettore è data dalla somma dei contributi di tutti i puff sufficientemente vicini a questo. La garanzia della corretta riproduzione del pennacchio inquinante è data dall'elevato numero di puff rilasciato ogni ora, numero calcolato dal modello in funzione delle caratteristiche meteorologiche di quell'ora.

La trattazione di calme di vento avviene attraverso i normali algoritmi contenuti nel codice, consistenti con il modello concettuale in cui le emissioni contemporanee alla calma di vento salgono virtualmente

sulla verticale della sorgente, mentre quelle preesistenti ristagnano sulla loro posizione, tutte disperdendosi in funzione del tempo, poiché si assume che questo sbandieri attorno ad una media nulla.

Il calcolo delle componenti della turbolenza atmosferica ( $s_{yt}$  e  $s_{zt}$ ) può essere effettuato sia in base alle variabili di turbolenza atmosferica prodotte da CALMET ( $L$ ,  $u^*$ ,  $w^*$ , ecc.), sia mediante i coefficienti di dispersione Pasquill-Gifford-Turner (PGT) in aree rurali (con una formulazione approssimante le equazioni di ISCST-3), e coefficienti di Mc Elroy-Pooler in aree urbane.

La deposizione secca di gas e particelle è trattata attraverso un modello a resistenze basato su proprietà dell'inquinante (diametro molecolare, forma, densità, diffusività, solubilità, reattività), caratteristiche della superficie (rugosità superficiale, tipo di vegetazione) e variabili atmosferiche (classe di stabilità, turbolenza). L'algoritmo determina la velocità di deposizione come l'inverso della somma di resistenze (che rappresentano le diverse forze in opposizione al trasporto dell'inquinante dall'atmosfera al suolo) a cui si aggiunge, per le sole particelle, un termine di deposizione gravitazionale. L'atmosfera è in schematizzata attraverso cinque strati (layer) che caratterizzano le differenti proprietà fluidodinamiche dell'atmosfera alle differenti distanze dal suolo.

La deposizione umida è calcolata tramite un algoritmo basato su coefficienti di rimozione empirici dipendenti dalla natura dell'inquinante e della precipitazione.

## 4.4 Applicazione al caso in esame

### 4.4.1 Dominio di calcolo

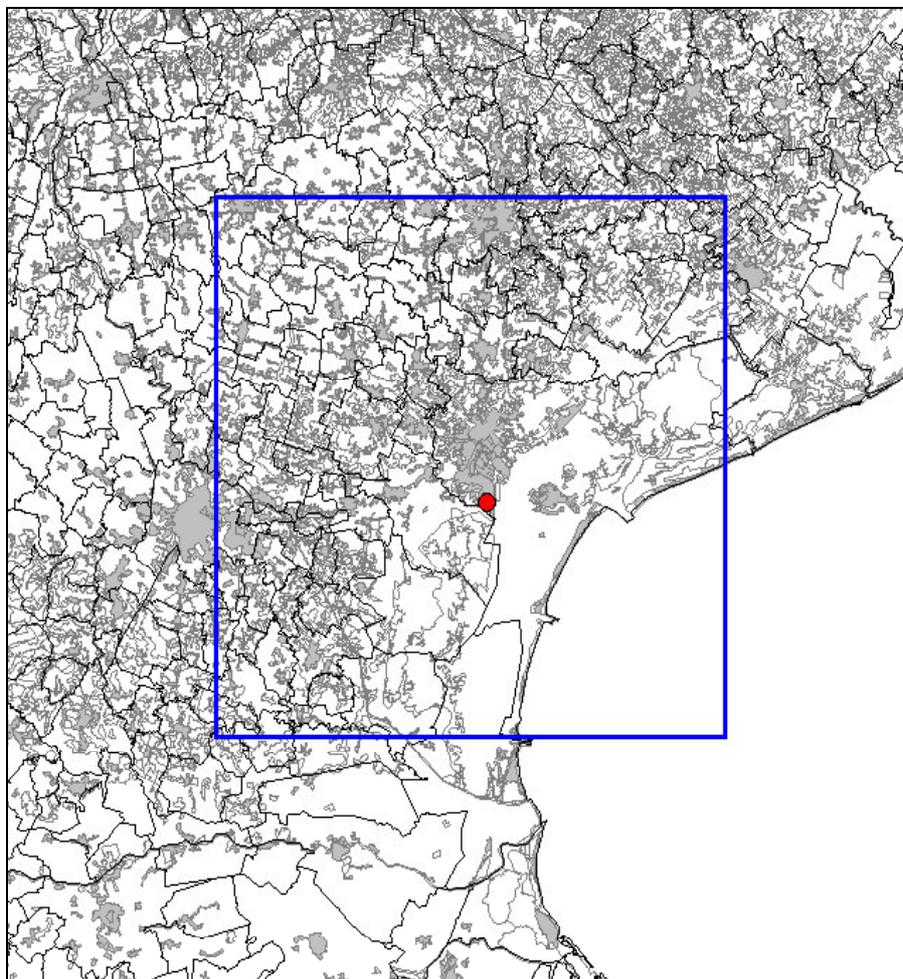
La simulazione modellistica è stata condotta ricostruendo i campi meteorologici orari per l'anno 2007 su un'area di  $50 \times 50 \text{ km}^2$  con una elevata risoluzione spaziale (500m), riportato in Figura 4.a. Tale scelta deriva dalla necessità di riprodurre adeguatamente le caratteristiche del sito in esame, particolarmente complesso per la presenza dell'interfaccia terra-mare e della bassa laguna interna, con brezze che possono dissociare la circolazione atmosferica negli strati più bassi da quella a quote superiori. Importati sono anche la riproduzione delle inversioni termiche e dell'effetto della laguna sull'evoluzione dell'altezza dello strato rimescolato e sulla stabilità atmosferica. Conseguentemente la scelta dei livelli verticali ha visto una particolare attenzione alla descrizione dei primi 400 metri dal suolo.

La ricostruzione dei campi meteorologici è stata condotta mediante il modello meteorologico diagnostico CALMET applicato sul dominio descritto al paragrafo precedente, definendo la seguente griglia tridimensionale:

- Sistema di coordinate = UTM32 datum WGS84
- Definizione orizzontale della griglia:
  - Numero di celle nella direzione X ( $N_X$ ) = 101
  - Numero di celle nella direzione Y ( $N_Y$ ) = 101
  - Lato cella (quadrata) = 500 m
  - Coordinate dell'angolo Sud Ovest del dominio km (258.019; 5012.402)
- Definizione verticale della griglia:
  - Numero di livelli = 12
  - Quote sul livello del suolo = 0, 20, 48, 88, 140, 220, 330, 490, 710, 1000, 1500, 2500, 4000 m

I campi meteorologici sono stati ricostruiti fornendo al modello un set di dati misurati comprendente due postazioni al suolo, ed i profili verticali di vento e temperatura misurati dal sistema SODAR RASS presente nell'area di Centrale ENEL e gestito da Ente Zona.

| Stazioni di misura | Est UTM km | Nord UTM km |
|--------------------|------------|-------------|
| Agip               | 276.94     | 5017.80     |
| Torre Pompieri     | 275.77     | 5016.72     |
| Ente Zona Meteo    | 275.93     | 5016.12     |



**Figura 4.a - Dominio di Calcolo meteorologico (rettangolo blu) e posizione dell'impianto ENEL (cerchio rosso). In grigio le aree urbane ed in nero i limiti amministrativi comunali.**

Poiché la sorgente di emissione di questo studio è rappresentata da una sorgente puntuale di portata notevole e con fumi caldi che generano un sovra innalzamento del pennacchio che può essere di notevole entità, anche le simulazioni delle dispersioni con il modello CALPUFF sono state condotte sull'intero dominio meteorologico analizzato e con la medesima risoluzione spaziale.

La disposizione dei domini di calcolo, e quindi delle figure contenenti i risultati delle simulazioni, è tale da far coincidere il Nord geografico con la direzione verticale.

#### **4.4.2 Descrizione delle attività relative all'avvio della co-combustione Biomasse-Carbone**

Il progetto del sistema di co-combustione Biomasse-Carbone, prevede l'alimentazione delle caldaie delle sezioni 1 e 2 con una quantità di biomasse fino al 10% dell'input termico in sostituzione di quota parte del carbone senza incremento di potenza termica ed elettrica dell'impianto.

La tipologia di biomassa che si intende utilizzare è quella indicata in termini commerciali come "cippato di legno vergine" ai sensi del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152, si tratta in sostanza di legno di varie essenze in pezzi di dimensioni variabili (tipiche 40x20x10 mm), vergine, cioè ottenuto esclusivamente da lavorazioni meccaniche, con esclusione di contaminanti tipo colle, vernici o altro.

La biomassa necessaria sarà approvvigionata prevalentemente via mare, con navi da 2500-5000 t. Per la movimentazione si prevede di installare un nuovo nastro di trasporto dalla banchina alla zona di stoccaggio, dove la biomassa sarà posta in cumuli con l'ausilio di un bulldozer. L'area di stoccaggio sarà realizzata nell'area attualmente occupata dal serbatoio olio combustibile da 100000 m<sup>3</sup>, che sarà demolito, ed avrà una superficie di circa 15000 m<sup>2</sup>, la capacità di stoccaggio sarà di circa 25000 m<sup>3</sup> che corrispondono a circa 8000 t di biomasse.

La biomassa movimentata per mezzo di un bulldozer, sarà avviata ai sistemi di pretrattamento e raffinazione che sono posti in un edificio chiuso, depressurizzato rispetto all'ambiente esterno e dotato di sistema di ventilazione, con aria che sarà filtrata mediante filtri a manica, in modo da evitare qualsiasi dispersione di materiale polverulento nell'ambiente circostante.

#### **4.4.3 Quadri emissivi**

Nelle simulazioni effettuate riferite ai due assetti produttivi, le emissioni di tutti gli inquinanti sono state stimate sia quantitativamente che temporalmente sempre in maniera cautelativa, portando di fatto all'utilizzo di valori costanti, per l'intero anno di simulazione, relativi alle massime emissioni orarie possibili.

Queste ipotesi, sono state adottate per coerenza con la formulazione degli standard di qualità dell'aria fissati dalla normativa vigente (DM 2.4.2002 n° 60). Tali decreti fissano infatti valori limite dei percentili delle concentrazioni medie orarie o giornaliere per i diversi inquinanti, cioè stabiliscono il numero massimo di ore o giorni durante i quali le concentrazioni in aria possono superare determinati valori di soglia. Tale approccio conservativo permette di comprendere ragionevolmente anche le condizioni meteorologiche più sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti.

Sulla base delle suddette informazioni, sono state condotte le valutazioni modellistiche della dispersione al suolo di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, COT, HCL, HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb e V), IPA e PCDD/PCDF, calcolando per ciascun inquinante la distribuzione al suolo delle concentrazioni riferite agli indici statistici previsti dalla normativa vigente in materia di limiti sulla qualità dell'aria, o i valori più rappresentativi e cautelativi.

Sono state infine calcolate anche le deposizioni totali al suolo di PM<sub>10</sub>, COT, HCL, HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb e V), IPA e PCDD/PCDF.

Le informazioni relative alle emissioni della configurazione attuale, che prevede l'utilizzo del solo carbone, sono state dedotte dai dati forniti dallo SME (Sistema di Monitoraggio Emissioni), della centrale di Fusina per tutto il 2007, e si riferiscono direttamente alle emissioni delle sezioni 1 e 2 per quanto concerne SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e CO, mentre sono dedotte dalle emissioni dei gruppi 3 e 4 per COT e HCL. I dati relativi alle emissioni di HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb e V), IPA e PCDD/PCDF sono stati dedotti da analisi compiute da ARPAV su campioni di bianco (solo carbone), raccolti durante l'attività sperimentale svolta nel periodo dicembre 2004 aprile 2005, mirata alle valutazioni sull'impatto della co-combustione CDR-Carbone. Anche in questo caso, se si aveva la disponibilità di più valori per un determinato inquinante, la scelta è sempre ricaduta in maniera cautelativa sul valore massimo.

Le informazioni relative alle emissioni della configurazione futura, che prevede l'utilizzo della biomassa, sono state dedotte dai dati forniti dallo SME (Sistema di Monitoraggio Emissioni), della centrale di Sulcis tra il 12 e il 21 giugno 2007, per quanto concerne SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO e COT, mentre i dati relativi alle emissioni di HCL, HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb e V), IPA e PCDD/PCDF sono

stati dedotti da analisi compiute da CESI su campionamenti prelevati sempre presso la centrale di Sulcis, tra il 14 e il 21 giugno 2007. Anche in questo caso, se si aveva la disponibilità di più valori per un determinato inquinante, la scelta è sempre ricaduta in maniera cautelativa sul valore massimo.

I punti di emissione sono rappresentati dai due camini delle sezioni 1 e 2 alti rispettivamente 65 e 90 metri e con diametri di 4.5 e 4 m, situati nei punti di coordinate metriche 284755 Est e 5034507 N e 284705 Est e 5034511 N riferite al fuso UTM33.

#### 4.4.3.1 Quadro emissivo combustione 100% carbone

Il quadro emissivo relativo alla combustione di solo carbone per le emissioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e CO, delle sezioni 1 e 2, è stato dedotto dai dati SME del 2007 mediando i valori misurati quando i gruppi operavano a pieno carico (potenza > 150 MWe). Le ore di funzionamento in tali condizioni sono risultate essere 3512 per la sezione 1 e 2506 per la sezione 2.

I dati di emissione di COT e HCL non vengono invece monitorati direttamente dal sistema SME delle sezioni 1 e 2, sono stati quindi dedotti da quelli misurati dal sistema SME delle sezioni 3 e 4, sempre nel 2007, mediando i valori misurati quando i gruppi operavano a pieno carico (potenza > 300 MWe), e in assenza di CDR (portata CDR < 0.1 t/h), e sono stati infine normalizzati in funzione delle portate delle sezioni 1 e 2.

Le emissioni di HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb e V), IPA e PCDD/PCDF sono state dedotte in maniera opportuna dai dati provenienti dalle analisi fatte da ARPAV sui campionamenti di bianco (solo carbone), effettuati tra il 14 e il 22 dicembre 2004 in uscita al gruppo 3 e normalizzati in funzione delle portate delle sezioni 1 e 2.

In Tabella 16 e Tabella 17 sono riportati i valori relativi alle caratteristiche emissive ed ai ratei di emissione dei differenti inquinanti.

| Sorgente        | Caratteristica fumi  |                               |       |                | Rateo di emissione |                 |                  |        |        |        |
|-----------------|----------------------|-------------------------------|-------|----------------|--------------------|-----------------|------------------|--------|--------|--------|
|                 | Portata              | Por. Rif<br>6% O <sub>2</sub> | Temp. | Vel.<br>Uscita | SO <sub>2</sub>    | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | CO     | COT    | HCL    |
|                 | (Nm <sup>3</sup> /h) | (Nm <sup>3</sup> /h)          | (°C)  | (m/s)          | (kg/h)             | (kg/h)          | (kg/h)           | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) |
| <b>Fusina 1</b> | 746121               | 631401                        | 108.3 | 18.2           | 157.878            | 95.598          | 4.170            | 6.207  | 0.502  | 0.348  |
| <b>Fusina 2</b> | 759024               | 627058                        | 103.8 | 23.2           | 138.580            | 101.499         | 3.154            | 6.240  | 0.498  | 0.345  |

Tabella 16 – Caratteristiche dei fumi a ratei di emissione dedotti dai dati SME 2007

| Sorgente        | Rateo di emissione |        |        |        |        |        |        |        |           |       |
|-----------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-------|
|                 | HF                 | Cr     | Mn     | Hg     | Ni     | Pb     | Cu     | V      | PCDD/PCDF | IPA   |
|                 | (kg/h)             | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (µg/h)    | (g/h) |
| <b>Fusina 1</b> | 0.884              | 0.001  | 0.048  | 0.003  | 0.079  | 0.002  | 0.004  | 0.001  | 0.010     | 0.503 |
| <b>Fusina 2</b> | 0.878              | 0.001  | 0.048  | 0.003  | 0.078  | 0.002  | 0.004  | 0.001  | 0.010     | 0.500 |

Tabella 17 –Ratei di emissione dedotti dai campionamenti ARPAV sul gruppo 3

#### 4.4.3.2 Quadro emissivo co-combustione Biomasse-Carbone

Il quadro emissivo relativo alla co-combustione Biomasse-Carbone è stato stimato prevedendo per ognuna delle due sezioni una combustione di una quantità di biomassa di 16.5 t/h, pari ad un input termico del 10%.

Le caratteristiche delle modalità di emissione dalle sezioni 1 e 2, sono state dedotte dai dati SME del 2007 mediando i valori misurati quando i gruppi operavano a pieno carico (potenza > 150 MWe). Le ore di funzionamento in tali condizioni sono risultate essere 3512 per la sezione 1 e 2506 per la sezione 2.

Le concentrazioni alle emissioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO e COT sono state dedotte dai dati forniti dallo SME (Sistema di Monitoraggio Emissioni), della centrale di Sulcis tra il 12 e il 21 giugno 2007, mentre i dati relativi delle concentrazioni alle emissioni di HCL, HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb e V), IPA e PCDD/PCDF sono stati dedotti da analisi fatte da CESI su campionamenti prelevati sempre presso la centrale di Sulcis, tra il 14 e il 21 giugno 2007.

In Tabella 18 e Tabella 19 sono riportati i valori relativi alle caratteristiche emissive ed ai ratei di emissione dei differenti inquinanti.

| Sorgente        | Caratteristica fumi  |                               |       |                | Rateo di emissione |                 |                  |        |        |        |
|-----------------|----------------------|-------------------------------|-------|----------------|--------------------|-----------------|------------------|--------|--------|--------|
|                 | Portata              | Por. Rif<br>6% O <sub>2</sub> | Temp. | Vel.<br>Uscita | SO <sub>2</sub>    | NO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | CO     | COT    | HCL    |
|                 | (Nm <sup>3</sup> /h) | (Nm <sup>3</sup> /h)          | (°C)  | (m/s)          | (kg/h)             | (kg/h)          | (kg/h)           | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) |
| <b>Fusina 1</b> | 746121               | 631401                        | 108.3 | 18.2           | 102.880            | 104.434         | 1.263            | 28.331 | 0.638  | 0.320  |
| <b>Fusina 2</b> | 759024               | 627058                        | 103.8 | 23.2           | 102.173            | 103.715         | 1.254            | 28.136 | 0.633  | 0.318  |

Tabella 18 – Caratteristiche dei fumi a ratei di emissione dedotti dai dati SME 2007

| Sorgente        | Rateo di emissione |        |        |        |        |        |        |        |           |       |
|-----------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-------|
|                 | HF                 | Cr     | Mn     | Hg     | Ni     | Pb     | Cu     | V      | PCDD/PCDF | IPA   |
|                 | (kg/h)             | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (kg/h) | (µg/h)    | (g/h) |
| <b>Fusina 1</b> | 0.020              | 0.001  | 0.019  | 0.000  | 0.003  | 0.003  | 0.002  | 0.000  | 0.132     | 0.006 |
| <b>Fusina 2</b> | 0.020              | 0.001  | 0.019  | 0.000  | 0.003  | 0.003  | 0.002  | 0.000  | 0.131     | 0.006 |

Tabella 19 –Ratei di emissione dedotti dai campionamenti ARPAV e SGS/INCA sui gruppo 3 e 4

## 4.5 Valutazione degli impatti in aria

### 4.5.1 Concentrazioni in atmosfera di SO<sub>2</sub>

Nello studio in esame, il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), emesso dai gruppi 1 e 2 diminuisce con l'introduzione in combustione della biomassa.

In Tabella 20 sono riassunti e confrontati con i relativi limiti di legge i valori massimi di concentrazione in atmosfera calcolati dal modello per i diversi parametri definiti dalla normativa vigente, nei due diversi assetti produttivi.

I valori stimati rispettano ampiamente tutti i limiti di legge previsti e seguono in modo lineare le diminuzioni riscontrate all'emissione.

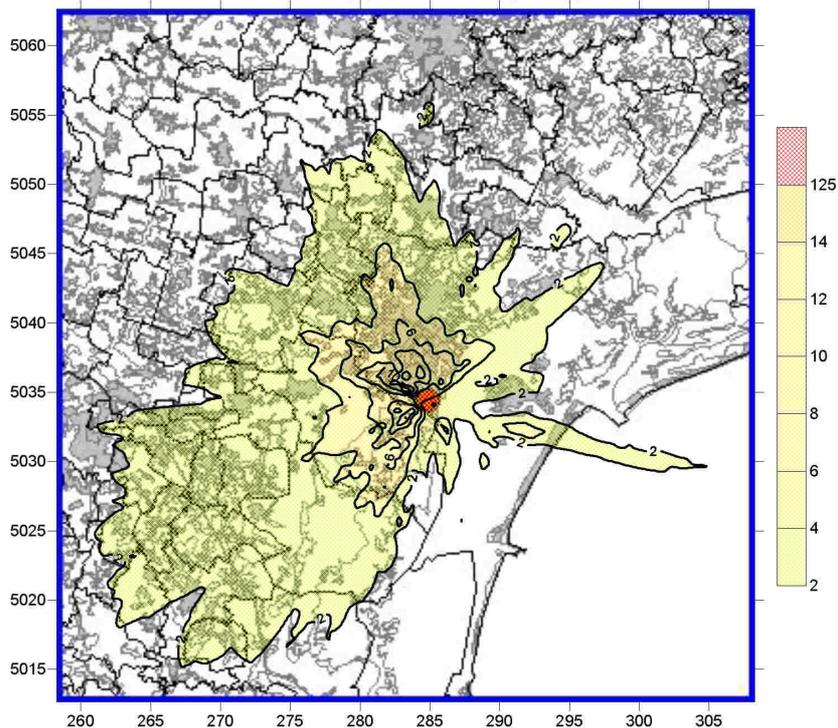
| Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) |   | Configurazioni       |              |                  |
|--------------------------------------|---|----------------------|--------------|------------------|
| Normativa                            | Parametro                                 | Limite               | Solo Carbone | Biomasse-Carbone |
|                                      |   | (µg/m <sup>3</sup> ) |              |                  |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                 | Conc. media annuale<br>(Prot. ecosistemi) | 20                   | 1.346        | 0.930            |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                 | Concentrazione superata<br>per 3gg/anno   | 125                  | 13.890       | 9.516            |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                 | Concentrazione superata<br>per 24h/anno   | 350                  | 60.05        | 41.60            |

**Tabella 20 – SO<sub>2</sub> – Confronto dei limiti di legge con i valori massimi calcolati dal modello**

In Figura 2 ed in Figura 3 sono riportate le mappe relative alle stime delle ricadute, per quanto concerne il rispetto dei limiti di legge relativi alla salvaguardia della salute umana, indicati dal D.M. 2 Aprile 2002 n. 60 per l'SO<sub>2</sub>.

Le mappe mostrano, sia per i valori giornalieri che per quelli orari, aree di ricaduta a N-W dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Tra i valori massimi giornalieri e quelli orari si nota una leggera rotazione, con il massimo orario che si riscontra a circa 2 km a W e 0.3 km S dall'impianto, e quello giornaliero a circa 1.5 km a W e 0.6 km a N.

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
SO<sub>2</sub> - Concentrazione media giornaliera superata per 3 giorni/anno (µg/m<sup>3</sup>)  
Valore massimo 13.890 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 125 µg/m<sup>3</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
SO<sub>2</sub> - Concentrazione media giornaliera superata per 3 giorni/anno (µg/m<sup>3</sup>)  
Valore massimo 9.516 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 125 µg/m<sup>3</sup>

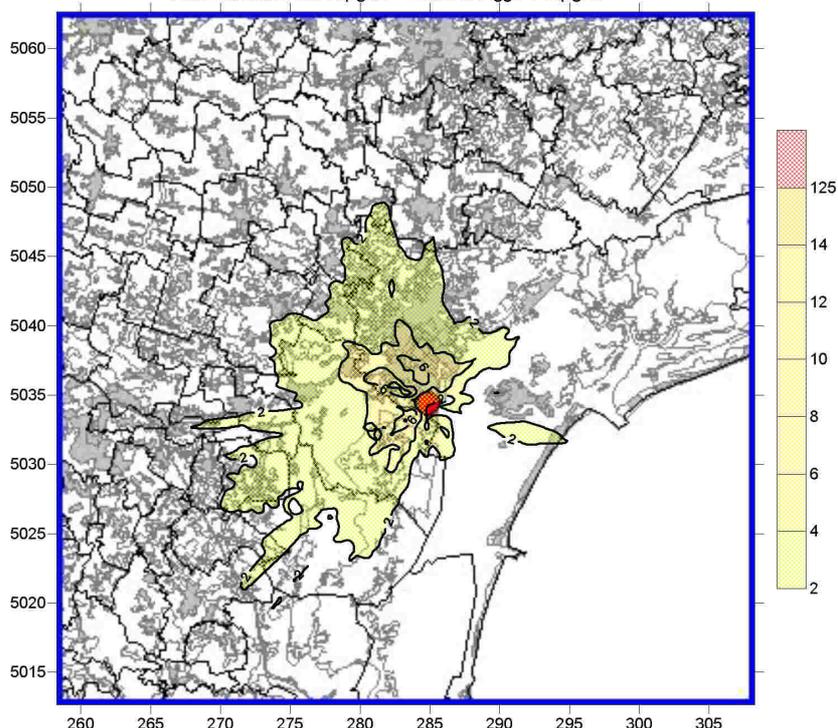
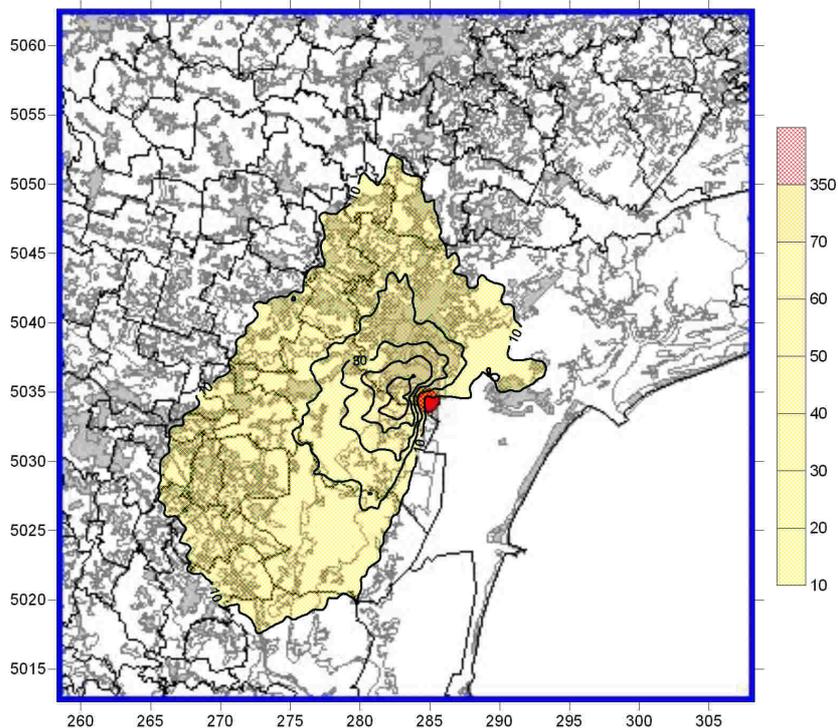
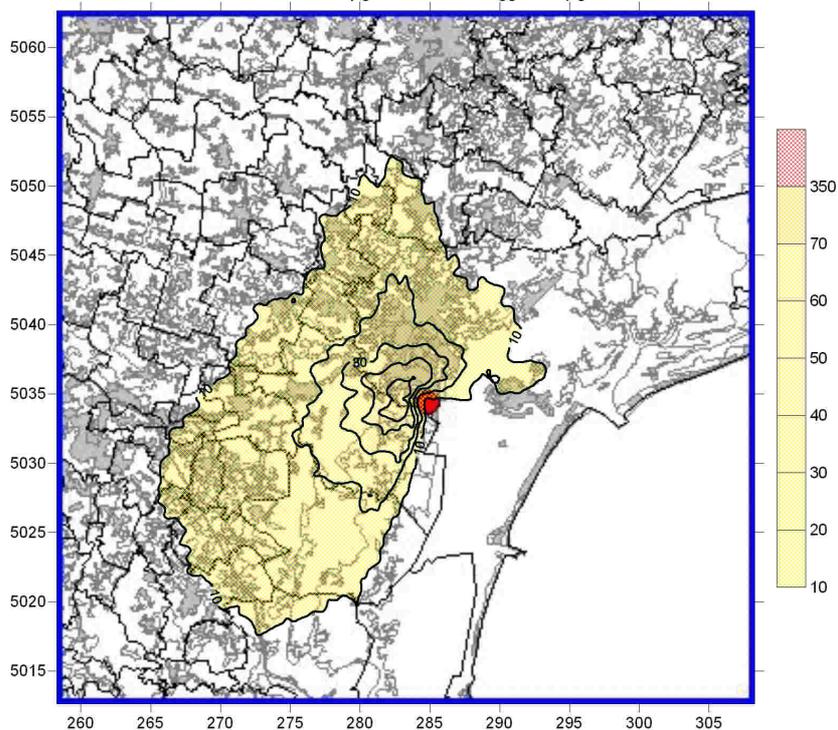


Figura 2 – Concentrazione media giornaliera di SO<sub>2</sub> superata per 3 giorni/anno  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
SO<sub>2</sub> - Concentrazione media oraria superata per 24 ore/anno (µg/m<sup>3</sup>)  
Valore massimo 60.050 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 350 µg/m<sup>3</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
SO<sub>2</sub> - Concentrazione media oraria superata per 24 ore/anno (µg/m<sup>3</sup>)  
Valore massimo 41.600 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 350 µg/m<sup>3</sup>



**Figura 3 – Concentrazione media oraria di SO<sub>2</sub> superata per 24 ore/anno  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

#### 4.5.2 Concentrazioni in atmosfera di NO<sub>2</sub>

Nello studio in esame, il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), emesso dai gruppi 1 e 2 aumenta leggermente con l'introduzione in combustione della biomassa.

In Tabella 21 sono riassunti e confrontati con i relativi limiti di legge i valori massimi di concentrazione in atmosfera calcolati dal modello per i diversi parametri definiti dalla normativa vigente, nei due diversi assetti produttivi.

I valori stimati rispettano ampiamente tutti i limiti di legge previsti e seguono in modo lineare le leggere diminuzioni riscontrate all'emissione.

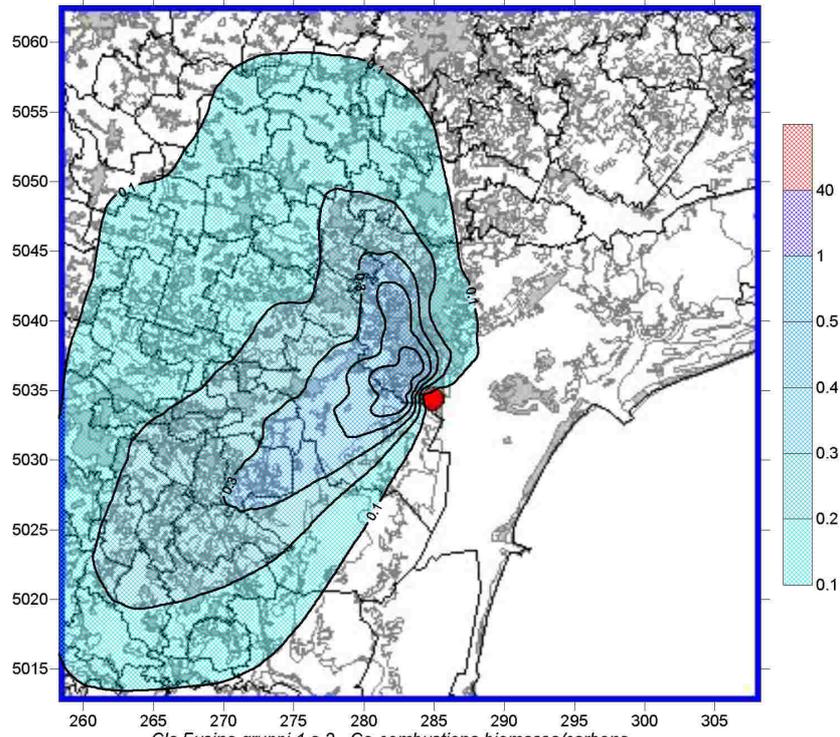
| Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )      |  | Configurazioni       |              |                  |
|---|--|----------------------|--------------|------------------|
| Normativa                                 | Parametro                              | Limite               | Solo Carbone | Biomasse-Carbone |
|   |  | (µg/m <sup>3</sup> ) |              |                  |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                      | Conc. media annuale                    | 40                   | 0.596        | 0.630            |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                      | Concentrazione superata per 18h/anno   | 200                  | 30.64        | 32.59            |
| Ossidi di azoto totali (NO <sub>x</sub> ) |  |                      |              |                  |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                      | Conc. media annuale (Prot. ecosistemi) | 30                   | 0.885        | 0.936            |

Tabella 21 – NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> – Confronto dei limiti di legge con i valori massimi calcolati dal modello

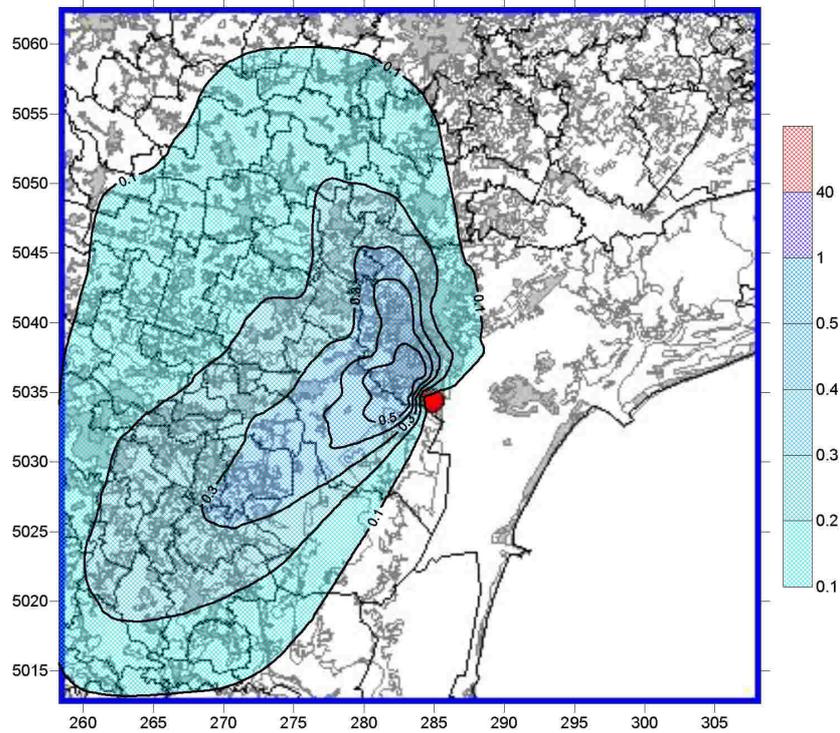
In Figura 4 ed in Figura 5 sono riportate le mappe relative alle stime delle ricadute, per quanto concerne il rispetto dei limiti di legge relativi alla salvaguardia della salute umana, indicati dal D.M. 2 Aprile 2002 n. 60 per l'NO<sub>2</sub>.

Le mappe mostrano, sia per i valori annuali che per quelli orari, aree di ricaduta a N-W dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Tra i valori massimi annuali e quelli orari si nota una leggera rotazione, con il massimo orario che si riscontra a circa 2 km a W e 0.3 km S dall'impianto, e quello annuale a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N.

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
NO<sub>2</sub> - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.596 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 40 µg/m<sup>3</sup>

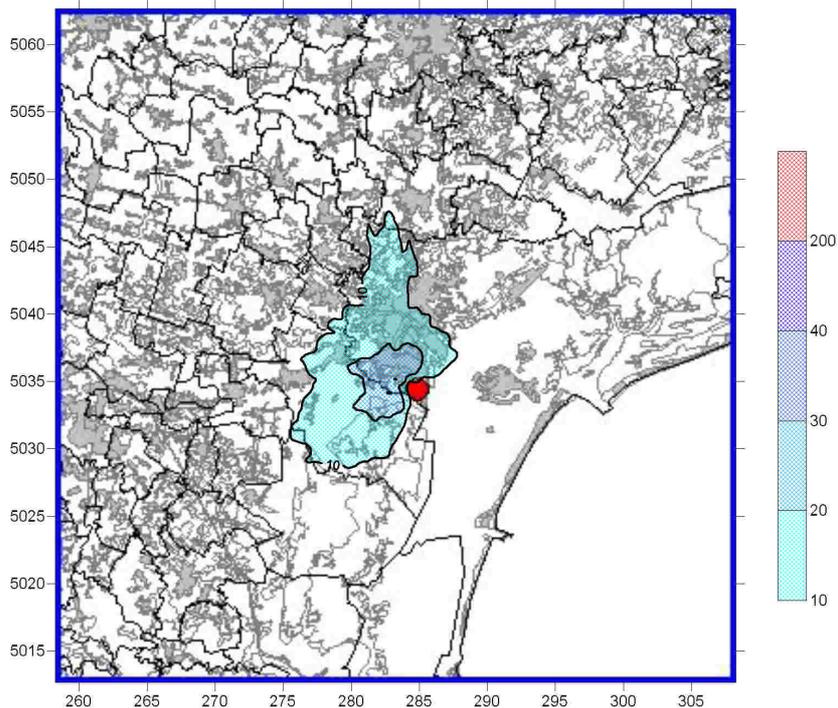


Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
NO<sub>2</sub> - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.630 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 40 µg/m<sup>3</sup>

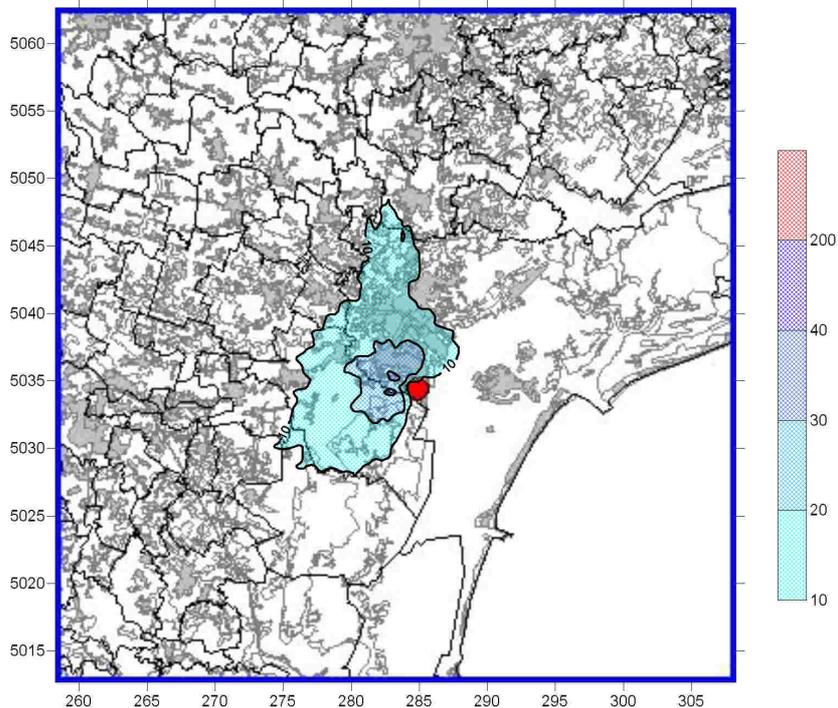


**Figura 4 – Concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub>  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
NO<sub>2</sub> - Concentrazione media oraria superata per 18 ore/anno (µg/m<sup>3</sup>)  
Valore massimo 30.640 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 200 µg/m<sup>3</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
NO<sub>2</sub> - Concentrazione media oraria superata per 18 ore/anno (µg/m<sup>3</sup>)  
Valore massimo 32.590 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 200 µg/m<sup>3</sup>



**Figura 5 – Concentrazione media oraria di NO<sub>2</sub> superata per 18 ore/anno  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

#### 4.5.3 Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di PM<sub>10</sub>

Nello studio in esame, il particolato emesso dai gruppi 1 e 2, considerato come PM<sub>10</sub>, diminuisce con l'introduzione in combustione della biomassa.

In Tabella 22 sono riassunti e confrontati con i relativi limiti di legge i valori massimi di concentrazione in atmosfera calcolati dal modello per i diversi parametri definiti dalla normativa vigente, nei due diversi assetti produttivi.

I valori stimati rispettano ampiamente tutti i limiti di legge previsti e seguono in modo lineare le diminuzioni riscontrate all'emissione.

| Particolato fine (PM <sub>10</sub> ) |   | Configurazioni       |              |                  |
|--------------------------------------|---|----------------------|--------------|------------------|
| Normativa                            | Parametro                                   | Limite               | Solo Carbone | Biomasse-Carbone |
|                                      |   | (µg/m <sup>3</sup> ) |              |                  |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                 | Conc. media annuale Fase1                   | 40                   | 0.034        | 0.020            |
|                                      | Conc. media annuale Fase2                   | 20                   |              |                  |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                 | Concentrazione superata per 35gg/anno Fase1 | 50                   | 0.098        | 0.060            |
| D.M. 2 Apr 2002 n.60                 | Concentrazione superata per 7gg/anno Fase2  | 50                   | 0.228        | 0.136            |

**Tabella 22 – PM<sub>10</sub> – Confronto dei limiti di legge con i valori massimi calcolati dal modello**

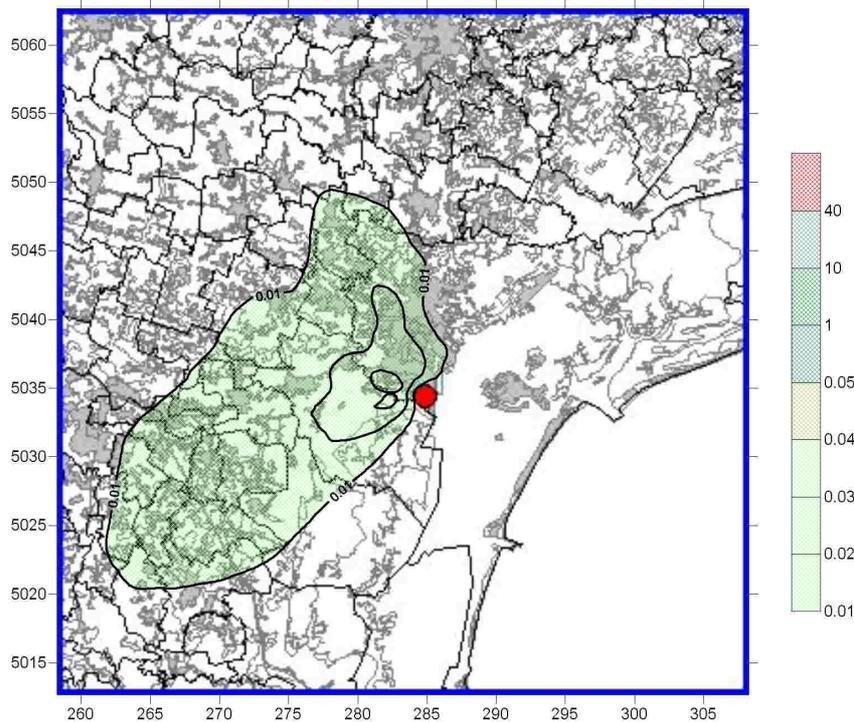
Dalla Figura 6 alla Figura 9 sono riportate le mappe relative alle stime delle ricadute, per quanto concerne il rispetto dei limiti di legge relativi alla salvaguardia della salute umana, indicati dal D.M. 2 Aprile 2002 n. 60 per l'PM<sub>10</sub>, e le mappe di deposizione totale.

I valori massimi di deposizione passano dai 95 mg/m<sup>2</sup> nella configurazione che prevede l'utilizzo del solo carbone, ai 59 mg/m<sup>2</sup>, nella configurazione che prevede la co-combustione Biomasse-Carbone.

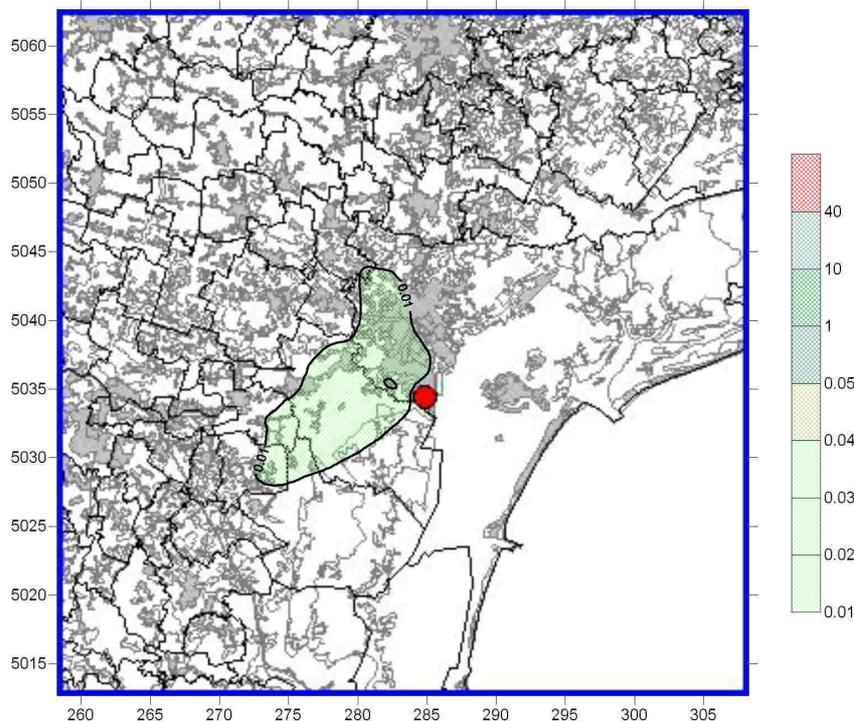
Le mappe delle concentrazioni mostrano, sia per i valori annuali che per quelli giornalieri, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Tra i valori massimi annuali e quelli giornalieri si nota una leggera differenza nella distanza di individuazione, con il massimo giornaliero che si riscontra a circa 1.5 km a W e 0.6 km N dall'impianto, e quello annuale a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N.

Le mappe di deposizione totale al suolo invece mostrano come la maggiore influenza legata alle deposizioni umide, porti ad avere le maggiori deposizioni nelle immediate vicinanze dell'impianto e con un orientamento delle aree interessate ruotato verso W-SW, influenzato dalla provenienza delle masse d'aria durante il verificarsi dei fenomeni di precipitazione.

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
PM10 - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.034  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - Limite di legge 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

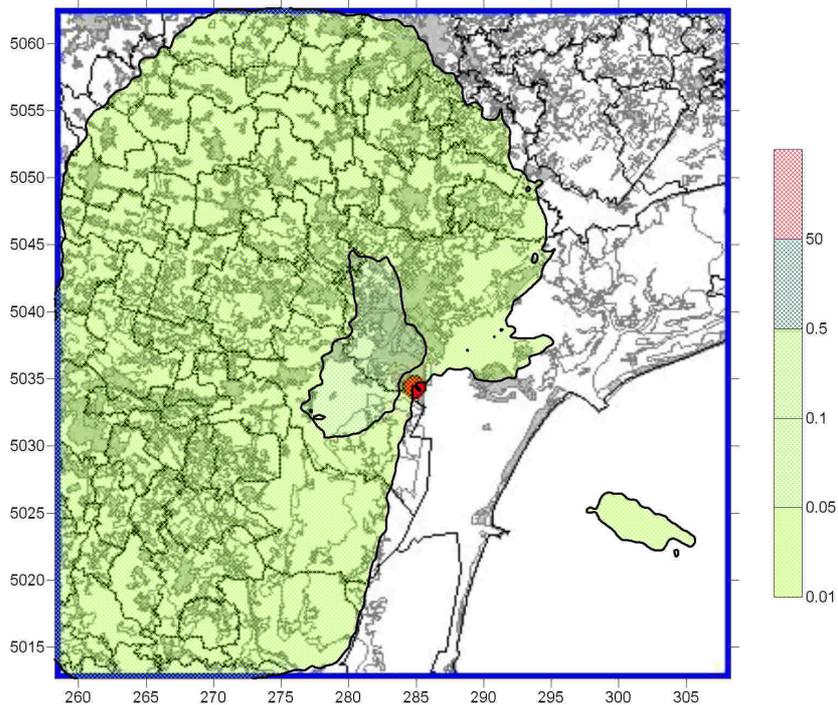


Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
PM10 - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.020  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - Limite di legge 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

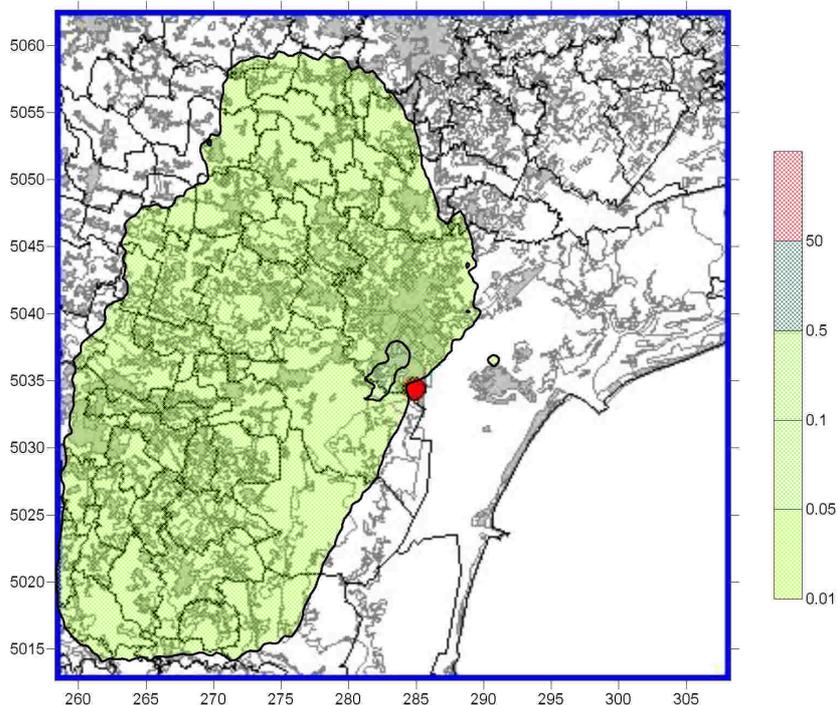


**Figura 6 – Concentrazione media annuale di PM<sub>10</sub>  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
PM10 - Concentrazione media giornaliera superata per 35 giorni/anno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Valore massimo  $0.098 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - Limite di legge  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
PM10 - Concentrazione media giornaliera superata per 35 giorni/anno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Valore massimo  $0.060 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - Limite di legge  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

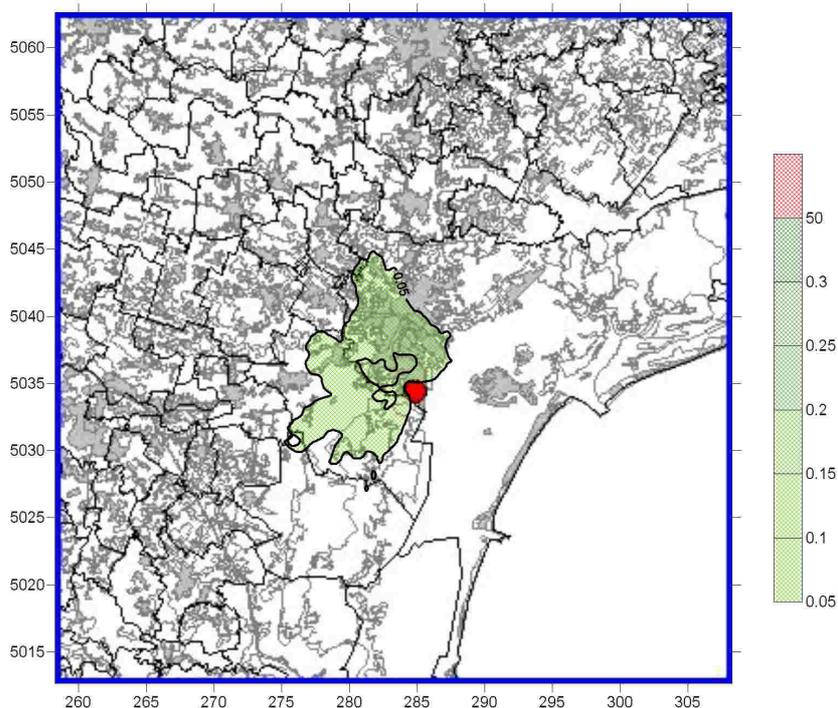


**Figura 14 – Concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> superata per 35 giorni/anno  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
PM10 - Concentrazione media giornaliera superata per 7 giorni/anno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Valore massimo 0.228  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - Limite di legge 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

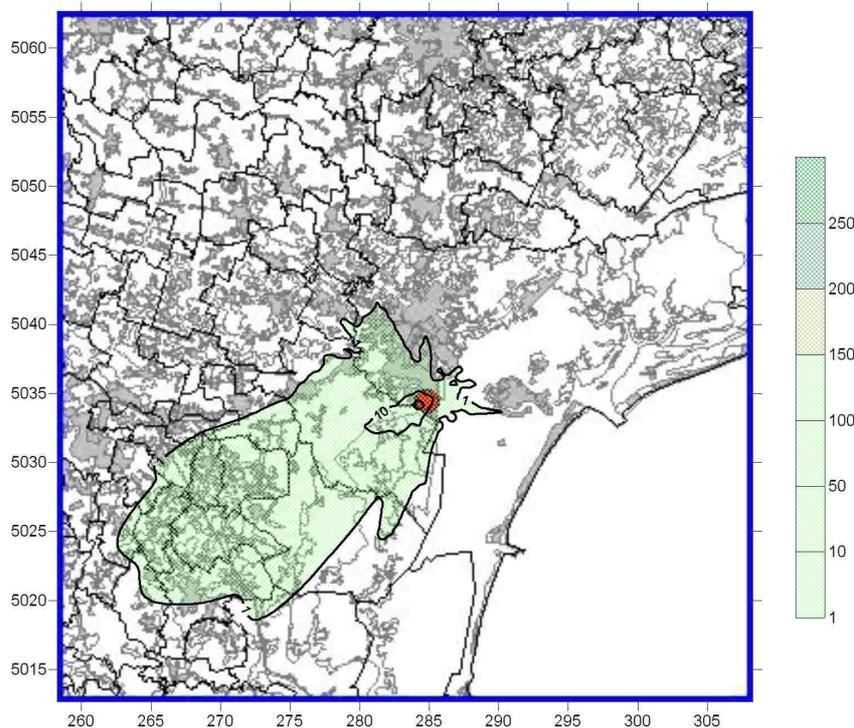


Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
PM10 - Concentrazione media giornaliera superata per 7 giorni/anno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Valore massimo 0.136  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  - Limite di legge 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

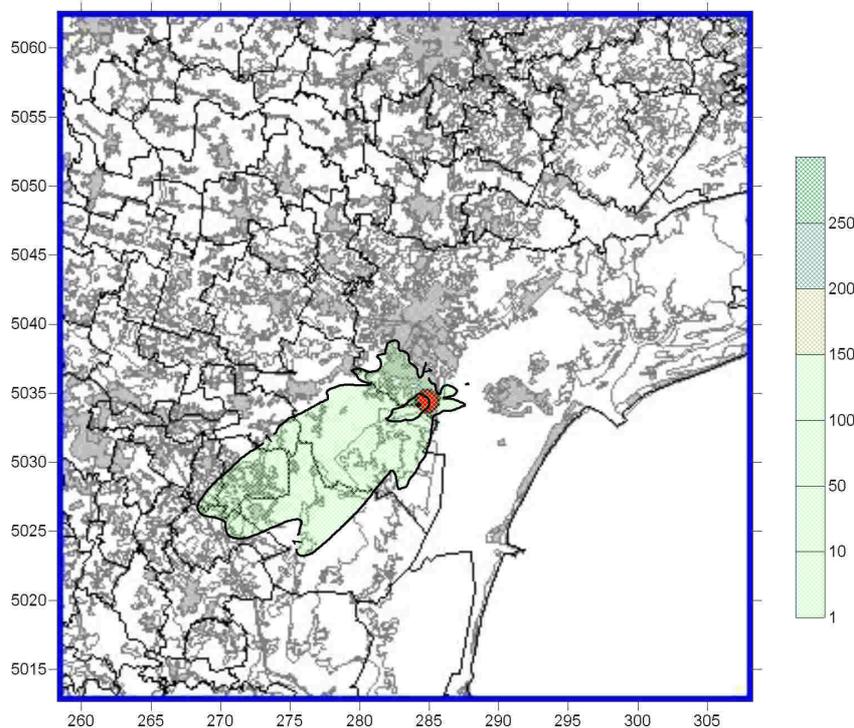


**Figura 15 – Concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> superata per 7 giorni/anno  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

*Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione 100% carbone*  
 PTS - Deposizione totale annuale  
 Valore massimo 95.280 mg/m<sup>2</sup>



*Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone*  
 PTS - deposizione totale annuale  
 Valore massimo 58.52 mg/m<sup>2</sup>



**Figura 9 – Deposizione totale annuale al suolo di PM<sub>10</sub>**  
**Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

#### **4.5.4 Concentrazioni in atmosfera di CO**

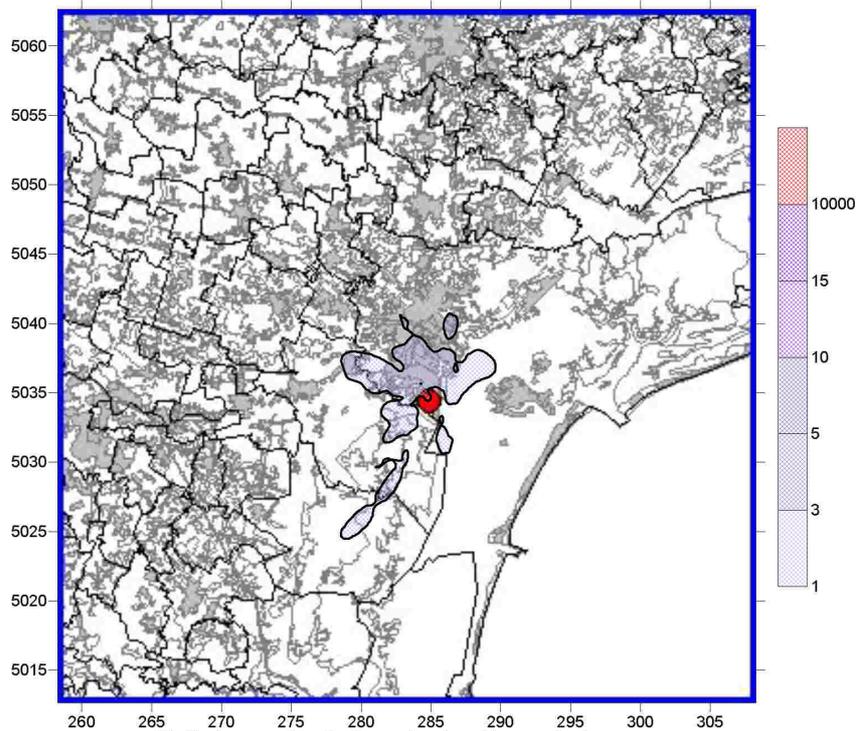
Nello studio in esame, il monossido di carbonio (CO) emesso dai gruppi 1 e 2, aumenta con l'introduzione in combustione della biomassa.

Il limite di legge previsto dal D.M. del 2 Aprile 2002 n.60, per questo inquinante è quello di  $10 \text{ mg/m}^3$ , riferito al valore massimo sulla media mobile di 8 ore.

In Figura 17 sono riportate le mappe relative alle stime delle ricadute, per quanto concerne questo parametro statistico, che nonostante l'aumento alle emissioni, rimane assolutamente sotto il limite di legge per tutte le configurazioni analizzate raggiungendo al massimo  $11 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

Le mappe mostrano, per i valori della media mobile su 8 ore, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. I valori massimi si riscontrano a circa 0.5 km W e 3.1 km N dall'impianto.

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
CO<sub>2</sub> - Concentrazione massima media mobile su 8 ore  
Valore massimo 2.431 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 10000 µg/m<sup>3</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
CO<sub>2</sub> - Concentrazione massima media mobile su 8 ore  
Valore massimo 11.03 µg/m<sup>3</sup> - Limite di legge 10000 µg/m<sup>3</sup>

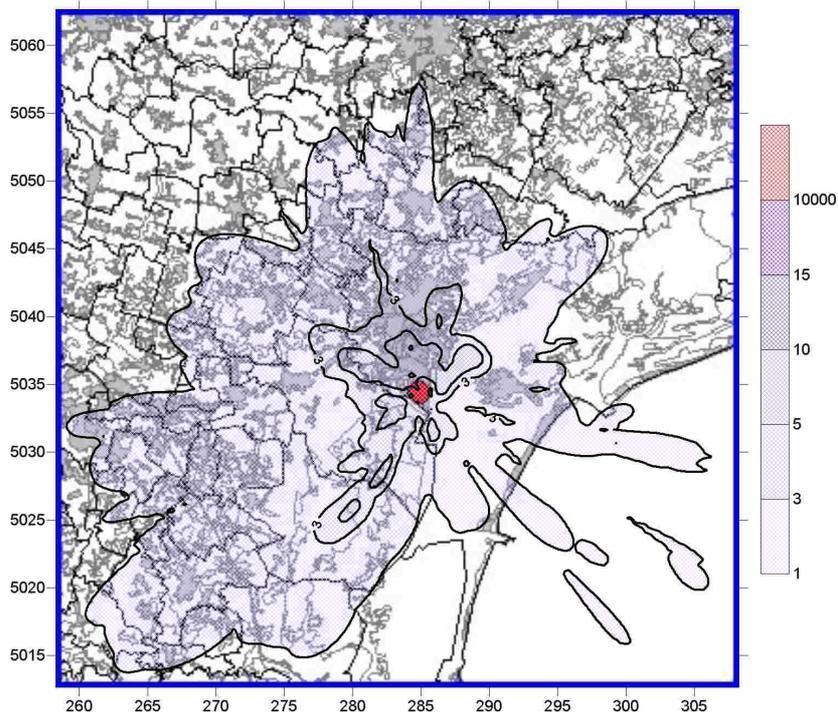


Figura 17 – Concentrazione massima sulla media mobile di 8 ore per la CO  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone

#### ***4.5.5 Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di COT***

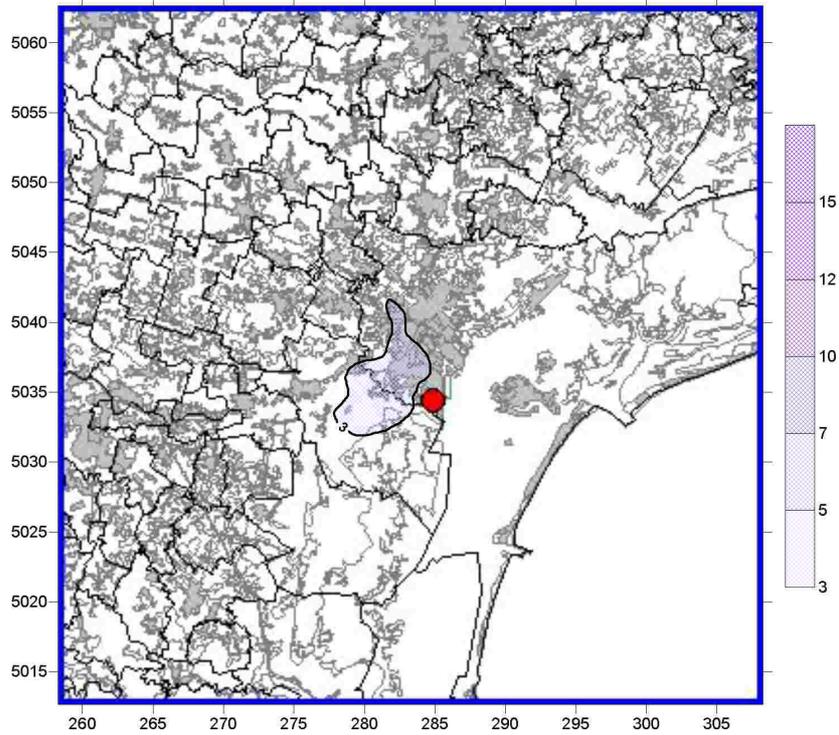
Nello studio in esame, i composti organici totali (COT) emessi dai gruppi 1 e 2, tendono ad aumentare con l'introduzione in combustione della biomassa.

In Figura 18 ed in Figura 19 sono riportate rispettivamente le mappe relative al valore medio annuo di concentrazione e alla deposizione totale annua. I valori massimi riscontrano nella configurazione futura, dove si prevede la co-combustione Biomasse-Carbone sono rispettivamente di  $10.3 \text{ ng/m}^3$  e  $29.6 \text{ mg/m}^2$ .

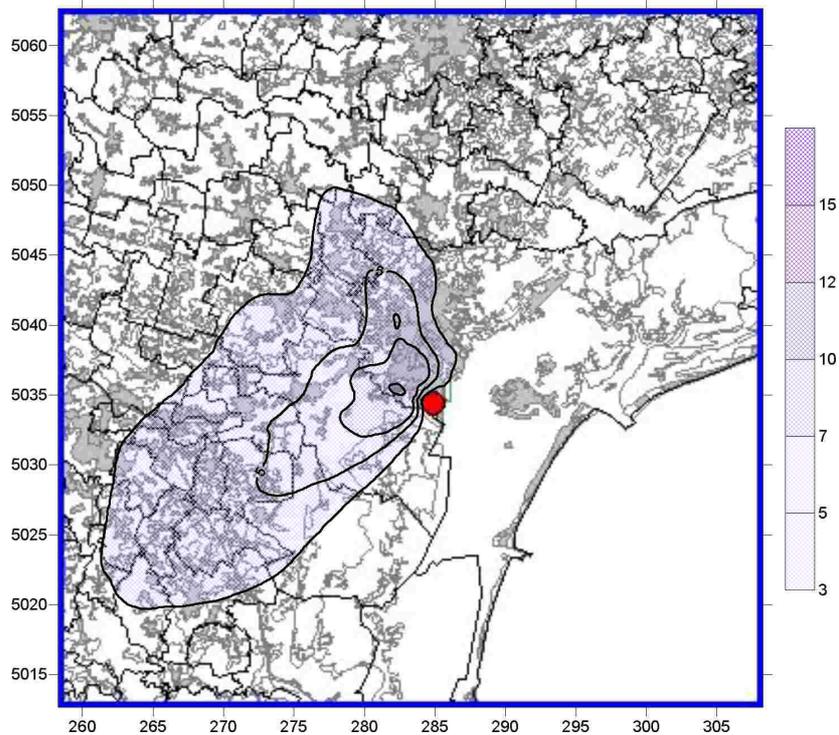
Le mappe delle concentrazioni mostrano, per i valori medi annui, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Il valore massimo assoluto si riscontra a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N dall'impianto.

Le mappe di deposizione totale al suolo invece, così come messo in evidenza già dalle mappe di deposizione del  $\text{PM}_{10}$ , mostrano come la maggiore influenza legata alle deposizioni umide, porti ad avere le maggiori deposizioni nelle immediate vicinanze dell'impianto e con un orientamento delle aree interessate ruotato verso W-SW, influenzato dalla provenienza delle masse d'aria durante il verificarsi dei fenomeni di precipitazione.

Cle Fusina gruppi 1 e 2- Combustione 100% carbone  
COT - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 4.60 ng/m<sup>3</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2- Co-combustione biomasse/carbone  
COT - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 10.29 ng/m<sup>3</sup>

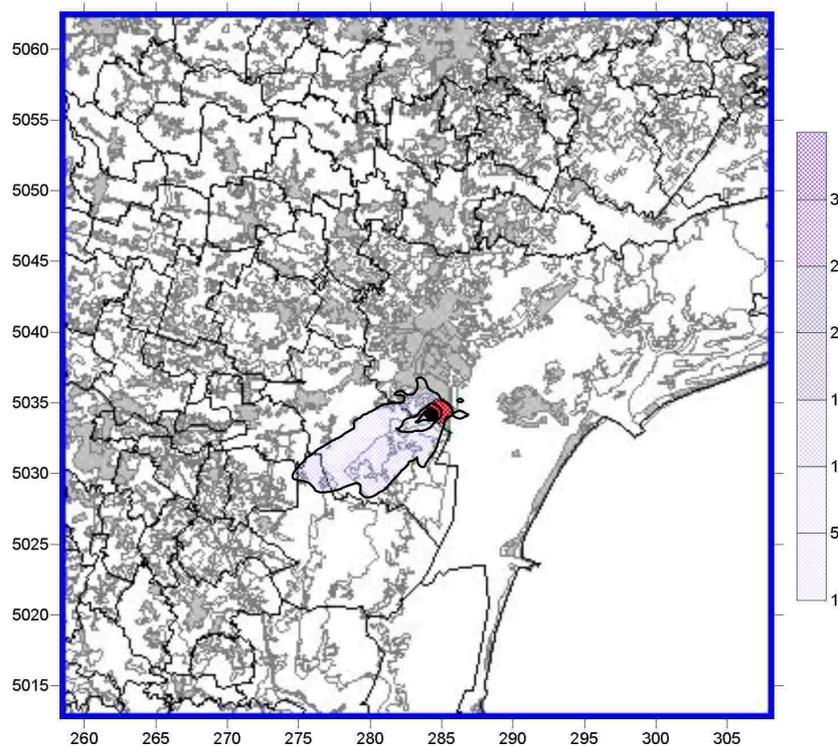


**Figura 18 – Concentrazione media annua di COT  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2- Combustione 100% carbone  
COT - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 13.013 mg/m<sup>2</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2- Co-combustione biomasse/carbone  
COT - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 29.553 mg/m<sup>2</sup>



**Figura 19 – Deposizione totale annua al suolo di COT  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

#### ***4.5.6 Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di HCL***

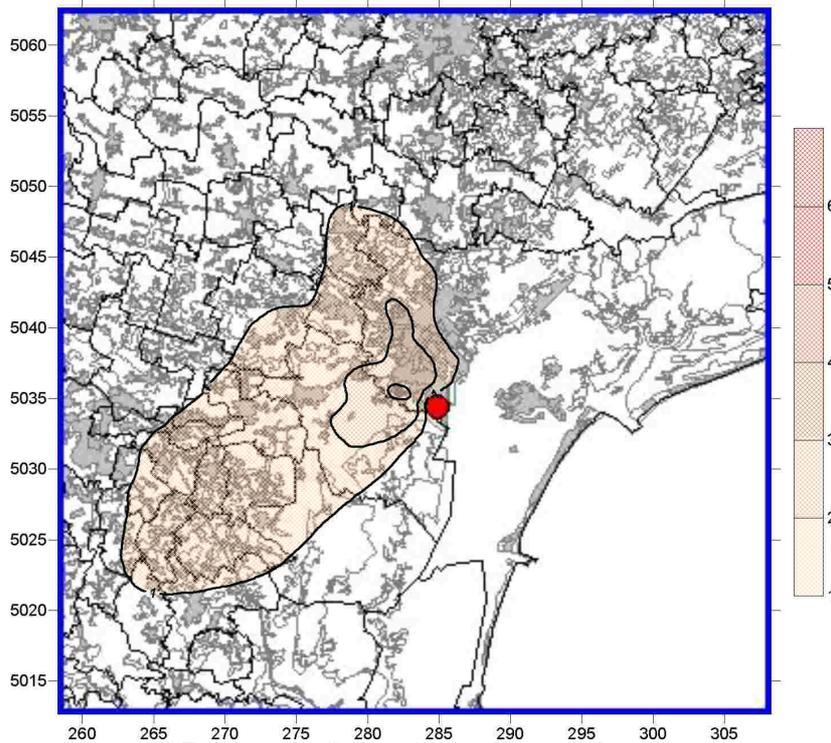
Nello studio in esame, l'acido cloridrico (HCL) emesso dai gruppi 1 e 2, mostra un andamento che rimane sostanzialmente costante con l'introduzione in combustione della biomassa.

In Figura 20 ed in Figura 21 sono riportate rispettivamente le mappe relative al valore medio annuo di concentrazione e alla deposizione totale annua. I valori massimi si riscontrano nella configurazione dove si prevede la co-combustione Biomasse-Carbone e sono rispettivamente di  $5.2 \text{ ng/m}^3$  e  $14.8 \text{ mg/m}^2$ .

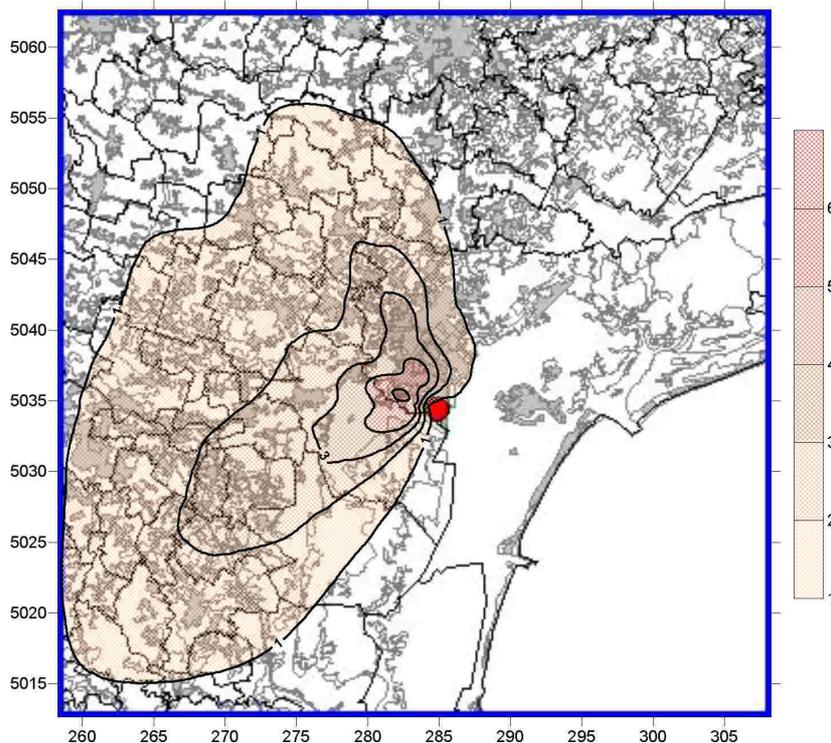
Le mappe delle concentrazioni, così come messo in evidenza già dalle mappe di concentrazione del COT, mostrano, per i valori massimi orari, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Il valore massimo assoluto si riscontra a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N dall'impianto.

Le mappe di deposizione totale al suolo invece, così come messo in evidenza già dalle mappe di deposizione del  $\text{PM}_{10}$ , mostrano come la maggiore influenza legata alle deposizioni umide, porti ad avere le maggiori deposizioni nelle immediate vicinanze dell'impianto e con un orientamento delle aree interessate ruotato verso W-SW, influenzato dalla provenienza delle masse d'aria durante il verificarsi dei fenomeni di precipitazione.

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
HCL - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 3.19 ng/m<sup>3</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
HCL - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 5.18 ng/m<sup>3</sup>

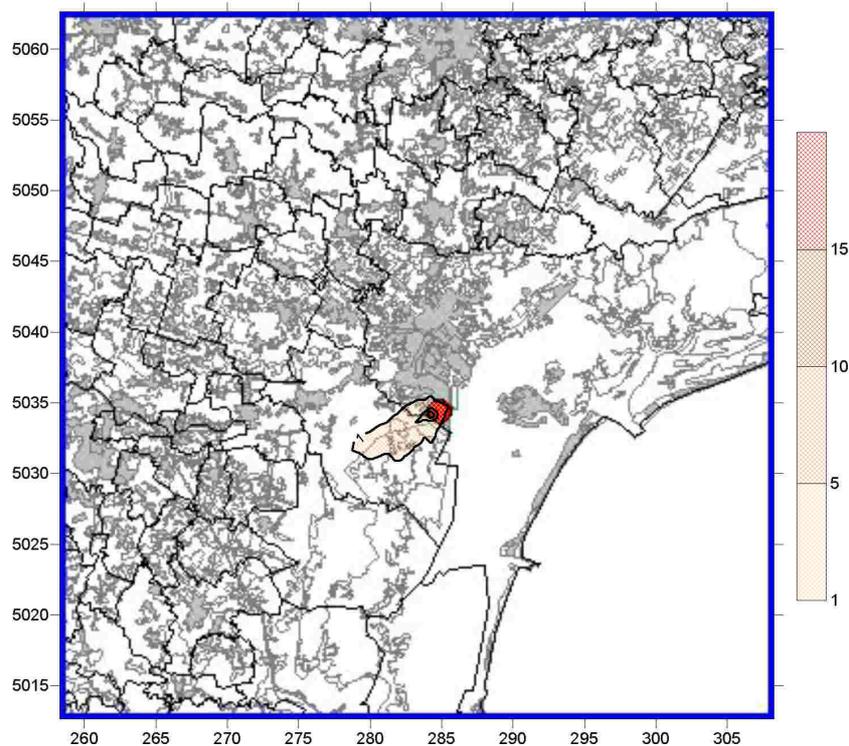


**Figura 20 – Concentrazione massima oraria di HCL  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
HCL - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 9,016 mg/m<sup>2</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
HCL - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 14,835 mg/m<sup>2</sup>



**Figura 21 – Deposizione totale annuale al suolo di HCL  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

#### **4.5.7 Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di HF**

Nello studio in esame, l'acido fluoridrico (HF) emesso dai gruppi 1 e 2, diminuisce in modo netto con l'introduzione in combustione della biomassa.

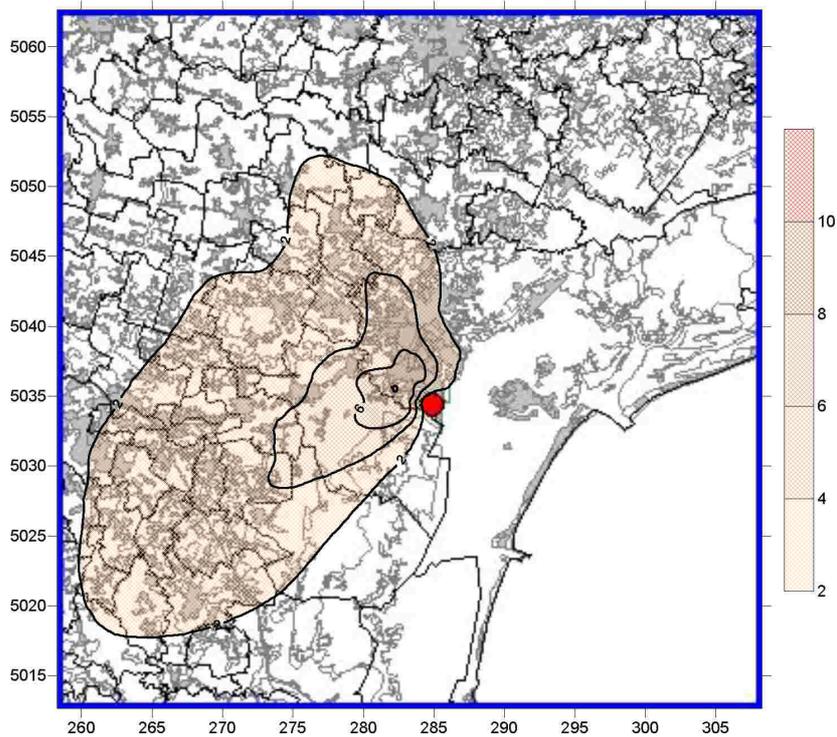
In Figura 22 ed in Figura 23 sono riportate rispettivamente le mappe relative al valore medio annuo di concentrazione e alla deposizione totale annua. I valori massimi si riscontrano nella configurazione dove si prevede la combustione di solo carbone e sono rispettivamente  $8.1 \text{ ng/m}^3$  e  $22.9 \text{ mg/m}^2$ .

La netta differenza delle emissioni di questo parametro tra le due configurazioni analizzate, si ripercuote sostanzialmente in modo lineare sulle mappe di concentrazioni. Al fine di mettere in evidenza tali variazioni e per uniformità con tutte le mappe redatte, anche in questo caso non abbiamo utilizzato scale diverse, ne consegue che una delle due mappe risulti vuota e riporti quindi solo l'informazione relativa al valore massimo riscontrato nel titolo.

Le mappe delle concentrazioni, così come messo in evidenza già dalle mappe di concentrazione del COT, mostrano, per i valori massimi orari, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Il valore massimo assoluto si riscontra a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N dall'impianto.

Le mappe di deposizione totale al suolo invece, così come messo in evidenza già dalle mappe di deposizione del  $\text{PM}_{10}$ , mostrano come la maggiore influenza legata alle deposizioni umide, porti ad avere le maggiori deposizioni nelle immediate vicinanze dell'impianto e con un orientamento delle aree interessate ruotato verso W-SW, influenzato dalla provenienza delle masse d'aria durante il verificarsi dei fenomeni di precipitazione.

*Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
HF - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 8.10 ng/m<sup>3</sup>*

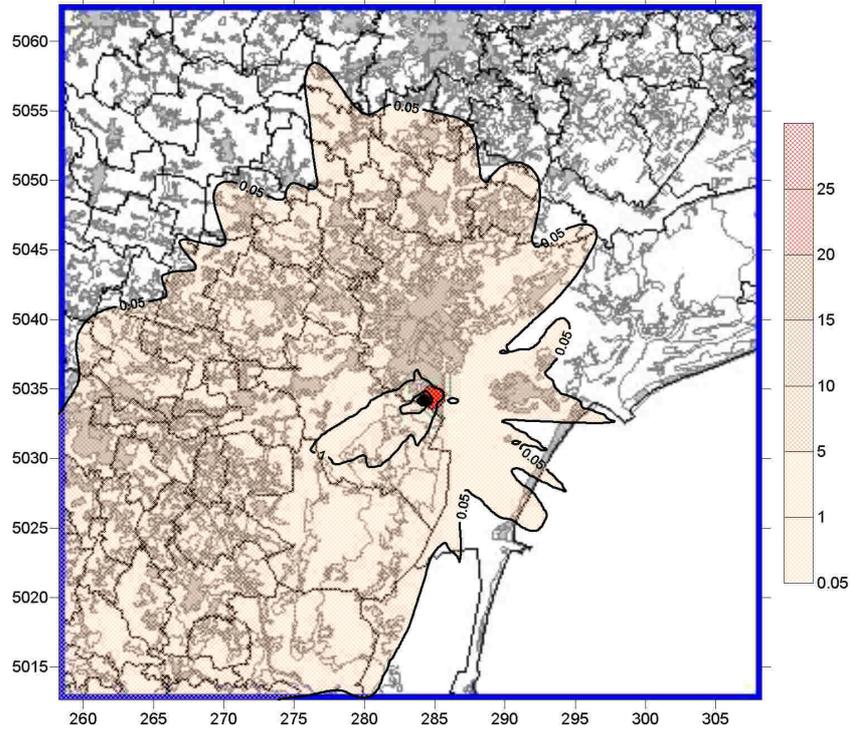


*Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
HF - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.33 ng/m<sup>3</sup>*



**Figura 22 – Concentrazione media annua di HF  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
HF - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 22.920 mg/m<sup>2</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
HF - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 0.916 mg/m<sup>2</sup>



**Figura 23 – Deposizione totale annuale al suolo di HF**  
**Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

#### 4.5.8 Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di metalli

Nello studio in esame, i metalli emessi dai gruppi 1 e 4, presi in esame sono cromo (Cr), manganese (Mn), mercurio (Hg), nichel (Ni), piombo (Pb) e vanadio (V). I tassi di concentrazioni alle emissioni dei metalli con valori più alti (Ni e Mn), diminuiscono notevolmente mentre gli altri rimangono sostanzialmente costanti.

In Tabella 23 sono riportati i valori massimi delle concentrazioni medie annue e dei di deposizione totale annua al suolo, calcolati dal modello, che rispondono in modo lineare all'andamento riscontrato sui tassi di emissione. Si osserva che le ricadute di metalli sono, per quasi tutti, sostanzialmente stazionarie al variare dell'assetto di combustibili impiegato con l'eccezione del Nichel, che diminuisce con la co-combustione Biomassa-Carbone. I valori medi annui sono sempre inferiori ad 1 ng/m<sup>3</sup> e sono tutti al disotto dei valori delle linee guida redatte dall'organizzazione mondiale della sanità.

| Metalli          | Concentrazioni medie annua        |                                   |                      |                  | Deposizioni totali annue |                  |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|------------------|
|                  | Linee guida                       |                                   | Solo Carbone         | Biomasse Carbone | Solo Carbone             | Biomasse Carbone |
|                  | Area Rurale                       | Area Urbana                       | (ng/m <sup>3</sup> ) |                  | (mg/m <sup>2</sup> )     |                  |
| <b>Cromo</b>     | <b>5-200 ng/m<sup>3</sup></b>     |                                   | 0.012                | 0.015            | 0.033                    | 0.044            |
| <b>Manganese</b> | <b>0.01-0.07 µg/m<sup>3</sup></b> | <b>0.01-0.07 µg/m<sup>3</sup></b> | 0.439                | 0.302            | 1.244                    | 0.866            |
| <b>Mercurio</b>  | <b>2-4 ng/m<sup>3</sup></b>       | <b>10 ng/m<sup>3</sup></b>        | 0.023                | 0.002            | 0.065                    | 0.006            |
| <b>Nichel</b>    |                                   | <b>1-10 ng/m<sup>3</sup></b>      | 0.721                | 0.041            | 2.046                    | 0.119            |
| <b>Piombo</b>    | <b>0.15 µg/m<sup>3</sup></b>      | <b>0.15-0.5 µg/m<sup>3</sup></b>  | 0.017                | 0.056            | 0.049                    | 0.160            |
| <b>Vanadio</b>   | <b>0.02-1.9 ng/m<sup>3</sup></b>  | <b>50-200 ng/m<sup>3</sup></b>    | 0.006                | 0.007            | 0.016                    | 0.020            |

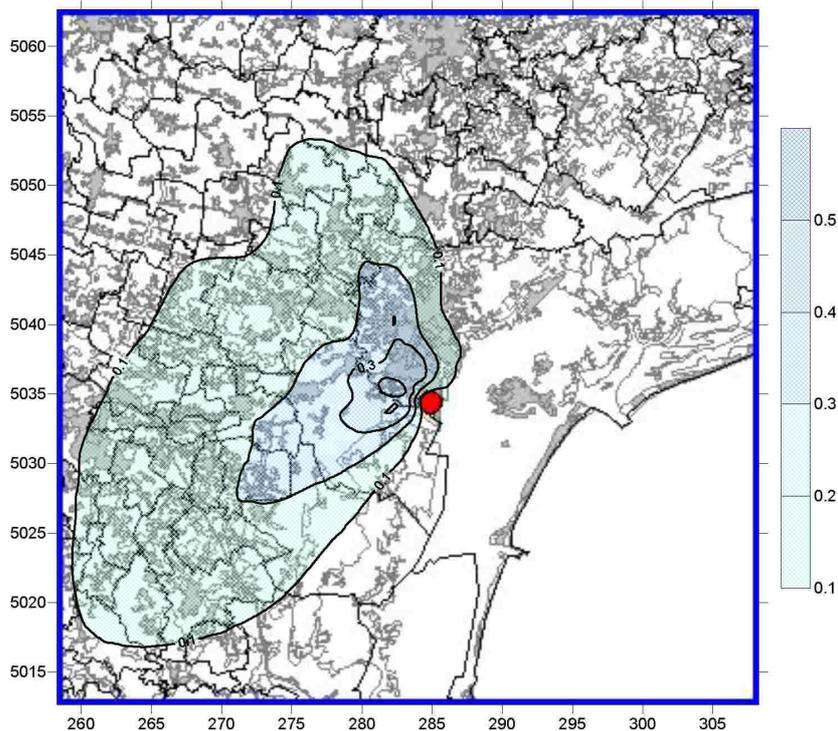
**Tabella 23 – Metalli – Concentrazioni medie annue e Deposizioni totali al suolo massime annue calcolati dal modello**

In Figura 24 ed in Figura 25, al fine di localizzare le aree di ricaduta in termini di concentrazione e deposizione, che risultano identiche per tutti i metalli, sono riportate le mappe relative al manganese, che risultano essere quelle con i valori più elevati nella configurazione futura, con la co-combustione Biomasse-Carbone.

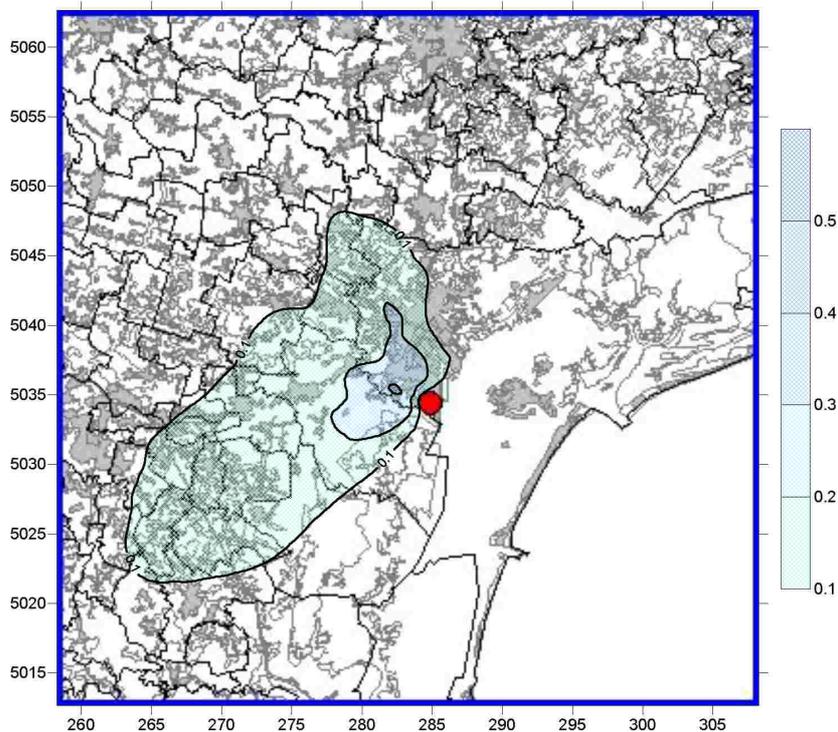
Le mappe delle concentrazioni, così come messo in evidenza già dalle mappe di concentrazione del COT, mostrano, per i valori massimi orari, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Il valore massimo assoluto si riscontra a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N dall'impianto.

Le mappe di deposizione totale al suolo invece, così come messo in evidenza già dalle mappe di deposizione del PM<sub>10</sub>, mostrano come la maggiore influenza legata alle deposizioni umide, porti ad avere le maggiori deposizioni nelle immediate vicinanze dell'impianto e con un orientamento delle aree interessate ruotato verso W-SW, influenzato dalla provenienza delle masse d'aria durante il verificarsi dei fenomeni di precipitazione.

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
Mn - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.44 ng/m<sup>3</sup>

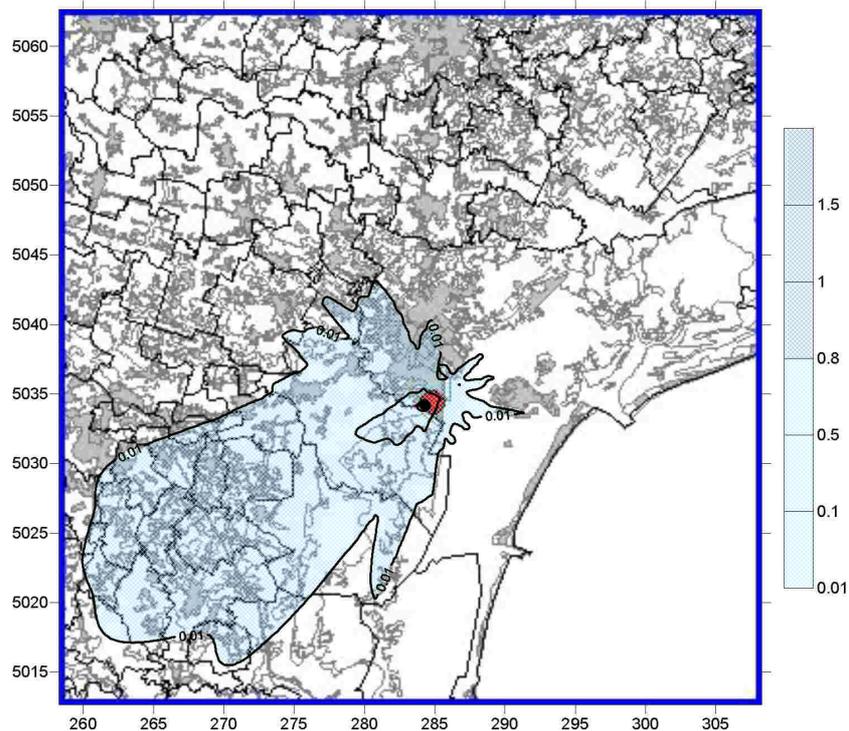


Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
Mn - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.31 ng/m<sup>3</sup>

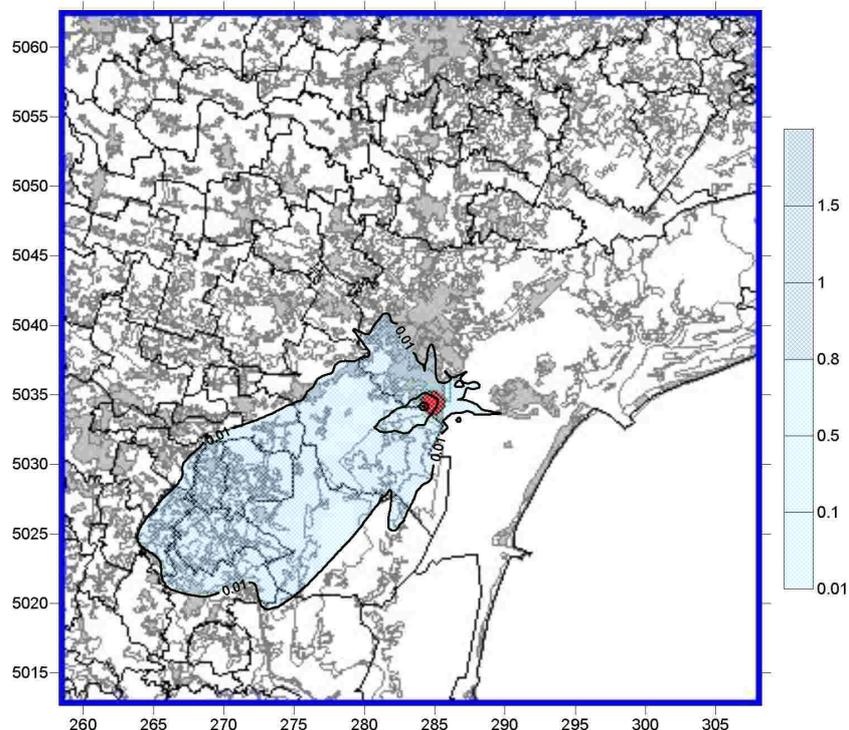


**Figura 24 – Concentrazione media annua di Mn  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
Mn - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 1.244 mg/m<sup>2</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
Mn - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 0.866 mg/m<sup>2</sup>



**Figura 25 – Deposizione totale annua al suolo di Mn**  
Solo carbone - CDR/Carbone 35000 t/a - CDR/Carbone 70000 t/a

#### **4.5.9 Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di PCDD/PCDF**

Nello studio in esame, l'emissione dai gruppi 1 e 2 di policlorodibenzo-p-diossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF), aumenta con l'introduzione in combustione della biomassa.

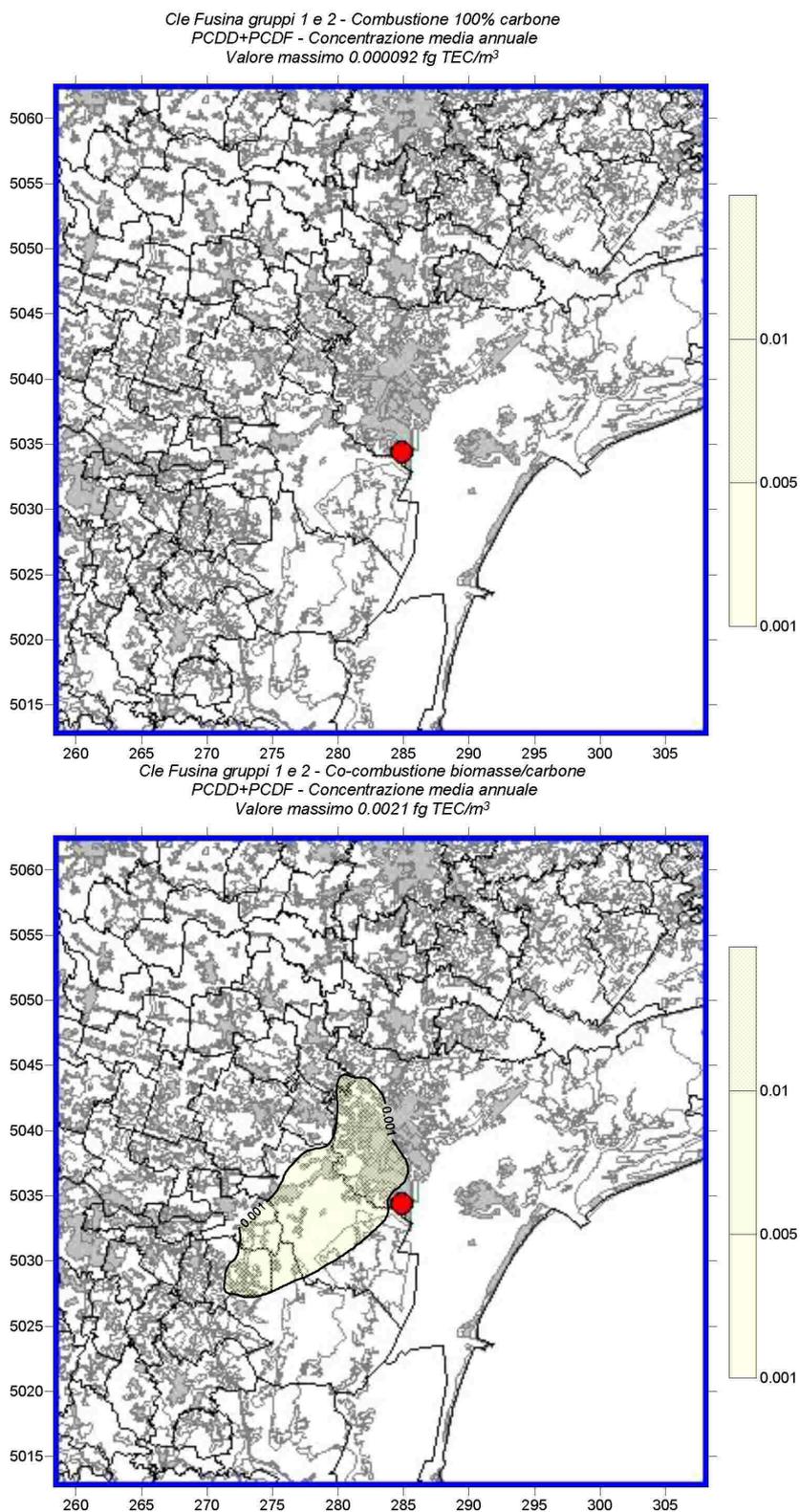
I valori di concentrazione alle emissioni raggiungono però al massimo i 0.2 pg TEQ/m<sup>3</sup>, valori che comunque sono ampiamente sotto i limiti di legge previsti per gli inceneritori (100 pg TEQ/m<sup>3</sup>).

In Figura 26 ed in Figura 27 sono riportate rispettivamente le mappe relative al valore medio annuo di concentrazione e alla deposizione totale annua. I valori massimi raggiunti nella configurazione che prevede la co-combustione di Biomasse-Carbone, sono di 0.002 fg TEQ/m<sup>3</sup> per le concentrazioni in atmosfera, decisamente al di sotto del valore riportato nelle linee guida redatte dall'organizzazione mondiale della sanità di 0.1 pg TEQ/m<sup>3</sup>, e di 6.1 pg TEQ/m<sup>2</sup> annui per le deposizioni al suolo.

La netta differenza delle emissioni di questo parametro tra le due configurazioni analizzate, si ripercuote sostanzialmente in modo lineare sulle mappe di concentrazioni. Al fine di mettere in evidenza tali variazioni e per uniformità con tutte le mappe redatte, anche in questo caso non abbiamo utilizzato scale diverse, ne consegue che una delle due mappe risulti vuota e riporti quindi solo l'informazione relativa al valore massimo riscontrato nel titolo.

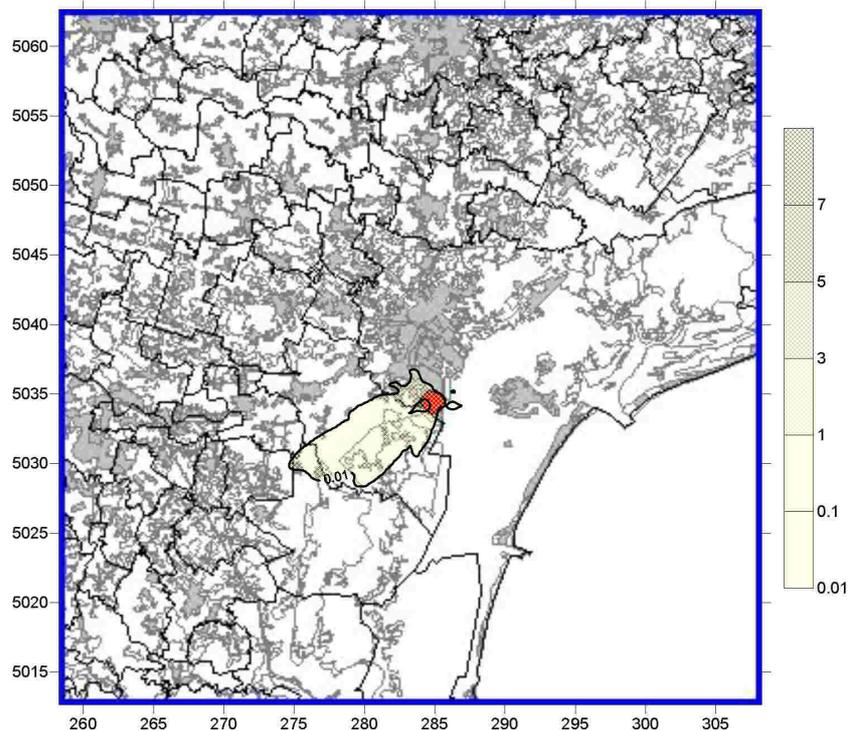
Le mappe delle concentrazioni, così come messo in evidenza già dalle mappe di concentrazione del COT, mostrano, per i valori massimi orari, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Il valore massimo assoluto si riscontra a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N dall'impianto.

Le mappe di deposizione totale al suolo invece, così come messo in evidenza già dalle mappe di deposizione del PM<sub>10</sub>, mostrano come la maggiore influenza legata alle deposizioni umide, porti ad avere le maggiori deposizioni nelle immediate vicinanze dell'impianto e con un orientamento delle aree interessate ruotato verso W-SW, influenzato dalla provenienza delle masse d'aria durante il verificarsi dei fenomeni di precipitazione.

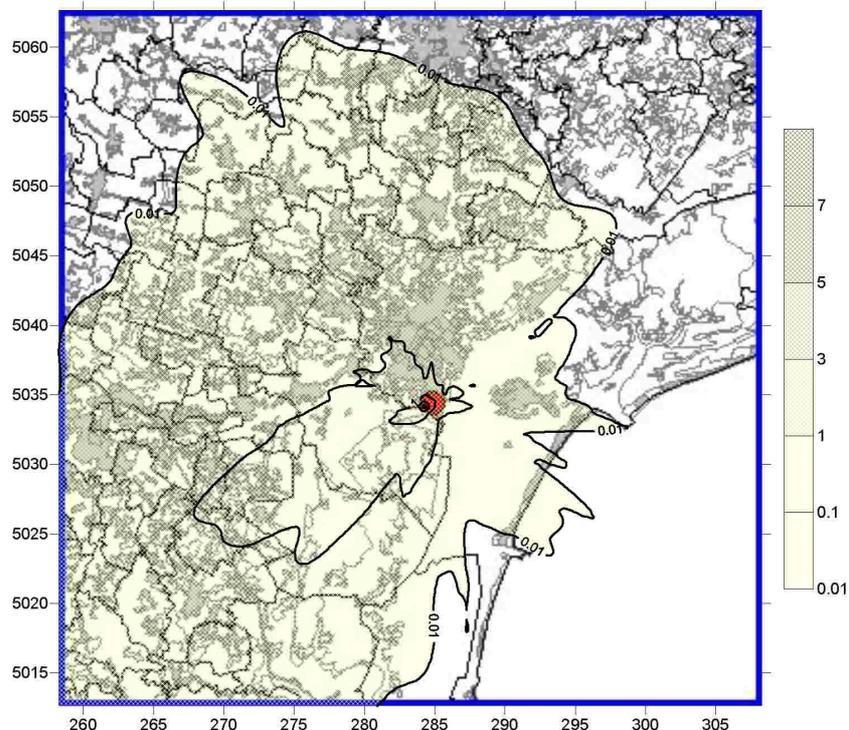


**Figura 26 – Concentrazione media annua di PCDD/PCDF  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
PCDD+PCDF - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 0.262 pg TEC/m<sup>2</sup>



Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
PCDD+PCDF - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 6.115 pg TEC/m<sup>2</sup>



**Figura 27 – Deposizione totale annua al suolo di PCDD/PCDF  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

#### ***4.5.10 Concentrazioni in atmosfera e deposizioni totali al suolo di IPA***

Nello studio in esame, gli idrocarburi policiclici aromatici totali (IPA), emessi dai gruppi 1 e 2, tendono a diminuire con l'introduzione in combustione della biomassa.

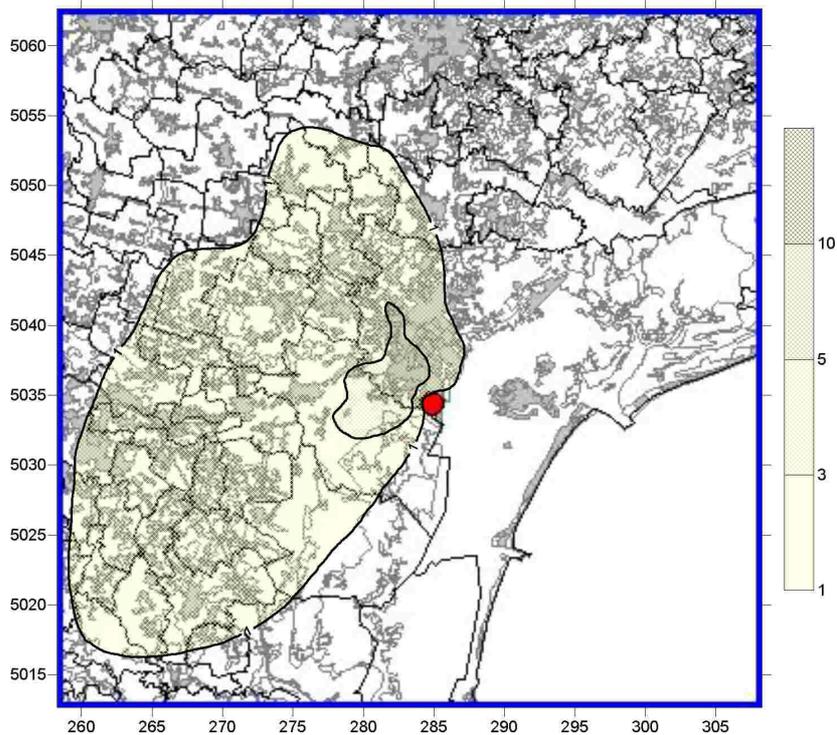
In Figura 28 ed in Figura 29 sono riportate rispettivamente le mappe relative al valore medio annuo di concentrazione e alla deposizione totale annua. I valori massimi si riscontrano nella configurazione dove si prevede la combustione del solo carbone e sono di  $4.6 \text{ pg/m}^3$  per le concentrazioni e  $13.1 \text{ } \mu\text{g/m}^2$  per le deposizioni. I valori massimi di concentrazione riscontrati risultano ampiamente al disotto dei valori delle linee guida redatte dall'organizzazione mondiale della sanità, che riportano valori inferiori a  $1 \text{ ng/m}^3$  nelle zone rurali e valori compresi tra 1 e  $10 \text{ ng/m}^3$  nelle aree urbane.

La netta differenza delle emissioni di questo parametro tra le due configurazioni analizzate, si ripercuote sostanzialmente in modo lineare sia sulle mappe di concentrazioni che in quelle di deposizione. Al fine di mettere in evidenza tali variazioni e per uniformità con tutte le mappe redatte, anche in questo caso non abbiamo utilizzato scale diverse, ne consegue che una delle due mappe risulti vuota e riporti quindi solo l'informazione relativa al valore massimo riscontrato nel titolo.

Le mappe delle concentrazioni, così come messo in evidenza già dalle mappe di concentrazione del COT, mostrano, per i valori massimi orari, aree di ricaduta a NW dell'impianto in accordo con le direzioni prevalenti dei venti diurni. Il valore massimo assoluto si riscontra a circa 2.5 km a W e 1.1 km a N dall'impianto.

Le mappe di deposizione totale al suolo invece, così come messo in evidenza già dalle mappe di deposizione del  $\text{PM}_{10}$ , mostrano come la maggiore influenza legata alle deposizioni umide, porti ad avere le maggiori deposizioni nelle immediate vicinanze dell'impianto e con un orientamento delle aree interessate ruotato verso W-SW, influenzato dalla provenienza delle masse d'aria durante il verificarsi dei fenomeni di precipitazione.

Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
IPA - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 4.60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

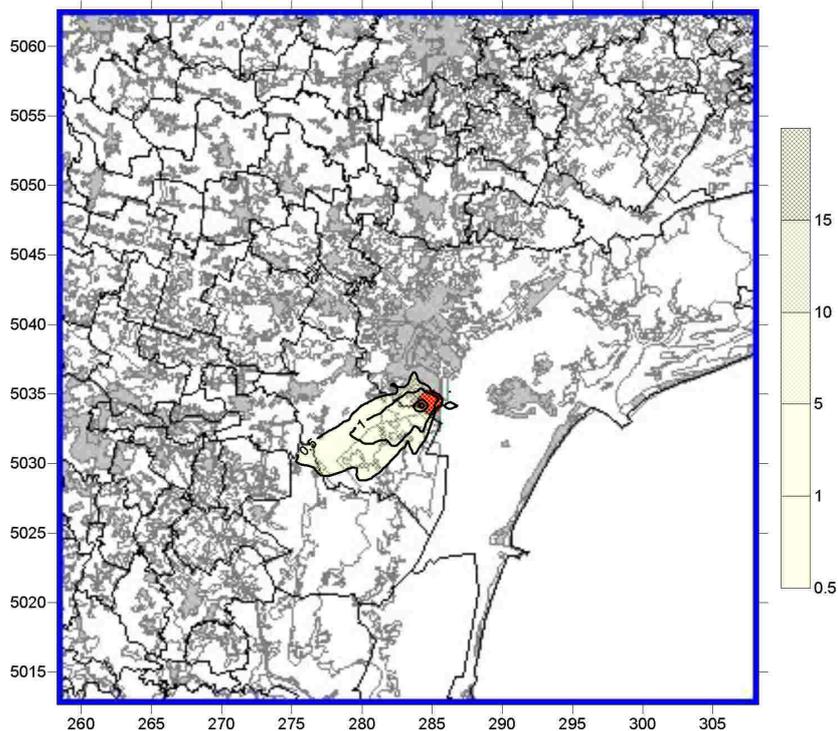


Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
IPA - Concentrazione media annuale  
Valore massimo 0.10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



**Figura 28 – Concentrazione media annua di IPA  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

*Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Combustione 100% carbone  
IPA - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 13.055 ug/m<sup>2</sup>*



*Cle Fusina gruppi 1 e 2 - Co-combustione biomasse/carbone  
IPA - Deposizione totale annuale  
Valore massimo 0.280 ug/m<sup>2</sup>*



**Figura 29 – Deposizione totale annua al suolo di IPA  
Solo carbone – Co-combustione Biomassa/Carbone**

## 5 CONCLUSIONI

L'impatto ambientale prodotto dall'avvio di un impianto di co-combustione biomasse-carbone che prevede di avviare alla combustione presso le sezioni 1 e 2 della Centrale Termoelettrica "Andrea Palladio" di Fusina (VE), una quantità di biomasse fino al 10% dell'input termico in sostituzione di quota parte del carbone senza incremento di potenza termica ed elettrica dell'impianto, come proposto da ENEL (Nota tecnica ENEL FS\_C6\_2, gennaio 2007), è stato opportunamente studiato attraverso adeguati strumenti modellistici.

La caratterizzazione meteorologica è stata condotta per l'intero anno 2007 mediante il modello CALMET alimentato con i dati forniti dalla rete meteorologica dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera.

La valutazione delle emissioni per la configurazione attuale, che prevede la combustione di solo carbone, è stata effettuata analizzando per SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, COT e HCL i dati forniti dal Sistema di monitoraggio delle Emissioni SME della centrale di Fusina sempre per l'anno 2007, mentre i dati riferiti a HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb, e V), IPA e PCDD/PCDF, sono stati dedotti da analisi effettuate da ARPAV su campioni di bianco (funzionamento solo a carbone), durante la fase di sperimentazione sul sistema di co-combustione CDR-Carbone condotta tra il 2004 e 2005.

Per la configurazione futura, che prevede la co-combustione Biomassa-Carbone, le emissioni sono state dedotte dalle misure SME della centrale di Sulcis per quanto concerne SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO e COT, e da analisi effettuate da CESI, su campioni prelevati sempre presso la centrale di Sulcis, per HCL, HF, metalli (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb, e V), IPA e PCDD/PCDF, nel periodo di giugno 2007.

La co-combustione Biomasse-Carbone per un input termico pari al 10%, porta ad un risparmio in termini di CO<sub>2</sub> pari a circa 33.8 t/h, senza introdurre alcun problema, in nessuna delle configurazioni analizzate, sia per quanto concerne il rispetto dei limiti previsti dal DM n° 60, del 2 aprile 2002, per gli inquinanti tradizionali (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e CO), che per quanto riguarda il confronto con i valori delle linee guida redatte dall'organizzazione mondiale della sanità, per i composti organici (IPA, e PCDD/PCDF), e quelli inorganici (Cr, Mn, Hg, Ni, Pb, e V).

In particolar modo, l'analisi dettagliata dei singoli inquinanti trattati, mette in evidenza come la variazione della miscela in combustione con l'utilizzo della Biomassa, non comporta nessun problema in termini di livelli di rischio, con stime che rimangono per tutti gli inquinanti al di sotto dei limiti di legge e/o dei valori guida, mostrando solo dei moderati aumenti per le immissioni di CO, COT, Pb e PCDD/PCDF, una sostanziale invariabilità per le immissioni di NO<sub>2</sub>, HCL, Cr, Hg, e V e una diminuzioni per le immissioni di SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e Mn intorno al 30-40%, e di oltre il 90% per HF, Ni e IPA.

## **6 BIBLIOGRAFIA**

Countess Environmental, 2004. *“WRAP fugitive Dust Handbook”*. Countess Environmental, Westlake Village CA 91361, WGA contract n° 30204-83, novembre 2004.

EC, 2006. *“Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage”*. European Commission, July 2006.

ENEL, 2005. *“Unità di Business di Fusina - Impianto Andrea Palladio di Fusina. Dichiarazione ambientale anno 2005”*

ENEL, 2007 *“Centrale Termoelettrica Andrea Palladio di Fusina. Interventi di ambientalizzazione della logistica carbone”*. Nota tecnica FS\_C\_6\_3, gennaio 2007.

US-EPA *“AP 42, Fifth Edition - Compilation of Air Pollutant Emission Factors”*