

6. Risultati

Di seguito si riportano i risultati relativi alle diverse simulazioni di diffusione atmosferica degli inquinanti effettuate. In particolare sono riportati i risultati sotto forma di:

- Concentrazione media al suolo su un dominio esteso di 20x20 km².
- Concentrazione media al suolo su un dominio ristretto di 8x8 km².
- Mappe del numero di superamenti di livelli di concentrazione al suolo impostati per ogni singolo inquinante calcolati su entrambi i domini.
- Confronti situazione attuale – situazione futura
- Mappe di confronto tra le diverse tipologie di classi di sorgenti inquinanti presenti nell'area di studio, rielaborate in termini di peso relativo tra le concentrazioni medie prodotte al suolo.

6.1. Risultati simulazioni termovalorizzatore “Osmannoro2000”

6.1.1. Introduzione

La metodologia utilizzata per l'analisi dei risultati delle varie simulazioni di diffusione degli inquinanti è analoga a quella usata per la definizione dell'area di interesse. Sono stati presi in considerazione, cioè, i valori di concentrazione medi su un anno rappresentativo ed i valori delle concentrazioni massime (valori di picco) per ogni inquinante considerato, calcolati in termini di ore di superamenti annue di soglie di concentrazioni medie orarie.

Le impostazioni dei modelli utilizzati sono evidenziate nel paragrafo dedicato alla predisposizione dei dati di input.

Rispetto alle simulazioni effettuate per la definizione dell'area di interesse, oltre all'impiego di un diverso codice di calcolo diffusionale in grado di simulare adeguatamente le diverse condizioni sia del territorio che delle sorgenti emissive, si è anche raggiunto un maggiore dettaglio ed una migliore accuratezza dei parametri utilizzati, in termini di dati di ingresso forniti al modello di calcolo.

Le principali differenze tra la metodologia applicata per la simulazione preliminare eseguita per la definizione dell'area di interesse (o area sensibile) e la metodologia applicata per lo studio di dettaglio della ricaduta di inquinanti atmosferici, all'interno dell'area sensibile, sono le seguenti:

- Utilizzo di una griglia orografica formato DTM (Data Terrain Model) a maggiore accuratezza (passo di 200 m anziché di 1000m per il dominio 20 km x 20 km, passo di 100m per il dominio 8 km x 8 km, anziché la griglia a 250 m utilizzata per il dominio di dettaglio di 4 x 4 km per la definizione dell'area di interesse).
- Utilizzo del modello in modalità climatologica con l'uso delle JFF in luogo della serie temporale meteorologica completa. Questo ha permesso di utilizzare dati meteorologici medi rappresentativi dell'area di studio, in quanto i dati climatologici impiegati sono ricavati da una serie temporale di circa 10 anni. La serie temporale meteorologica utilizzata per la definizione dell'area di interesse, oltre ad essere riferita ad un'altra stazione di misura, è invece relativa al solo anno 2000 e quindi ha una rappresentatività dell'area molto inferiore. La suddivisione delle caratteristiche meteorologiche in classi ha



inoltre reso i risultati meno continui spazialmente, e questo risulta maggiormente evidente nelle concentrazioni calcolate lontano dalla sorgente. In questo caso, infatti, si ottiene il tipico andamento a “stella” delle mappe di concentrazione dovuto alla suddivisione in classi della direzione del vento. Tale effetto provoca una sovrastima delle concentrazioni lungo le direzioni individuate dalle varie classi di direzione del vento ed una sottostima lungo le direzioni intermedie. Il fenomeno risulta comunque mitigato dal fatto di aver preso in considerazione ben 16 classi di direzione del vento, in contrapposizione alle 8 utilizzate nei modelli classici di dispersione, e la sovrastima/sottostima delle concentrazioni avviene soprattutto a distanze rilevanti dalla sorgente dove i livelli di concentrazione sono meno critici.

- Utilizzo di diversi dati di emissione per i vari inquinanti, come indicato nel paragrafo relativo alla predisposizione degli input, a causa dell’assunzione di valori di concentrazione al camino maggiormente affinati, rispetto alle finalità di valutazione quantitativa dei carichi ambientali prodotti. La differenza risulta particolarmente evidente, in termini di risultati ottenuti, per le simulazioni relative al piombo e, in misura minore, al PM_{10} .

In via preliminare, al fine di comprendere la condizione media di ripartizione del carico ambientale sull’intera area sottoposta a studio, è stata eseguita una simulazione sul dominio esteso di $20 \times 20 \text{ km}^2$. I risultati sono mostrati in figura 6.1.

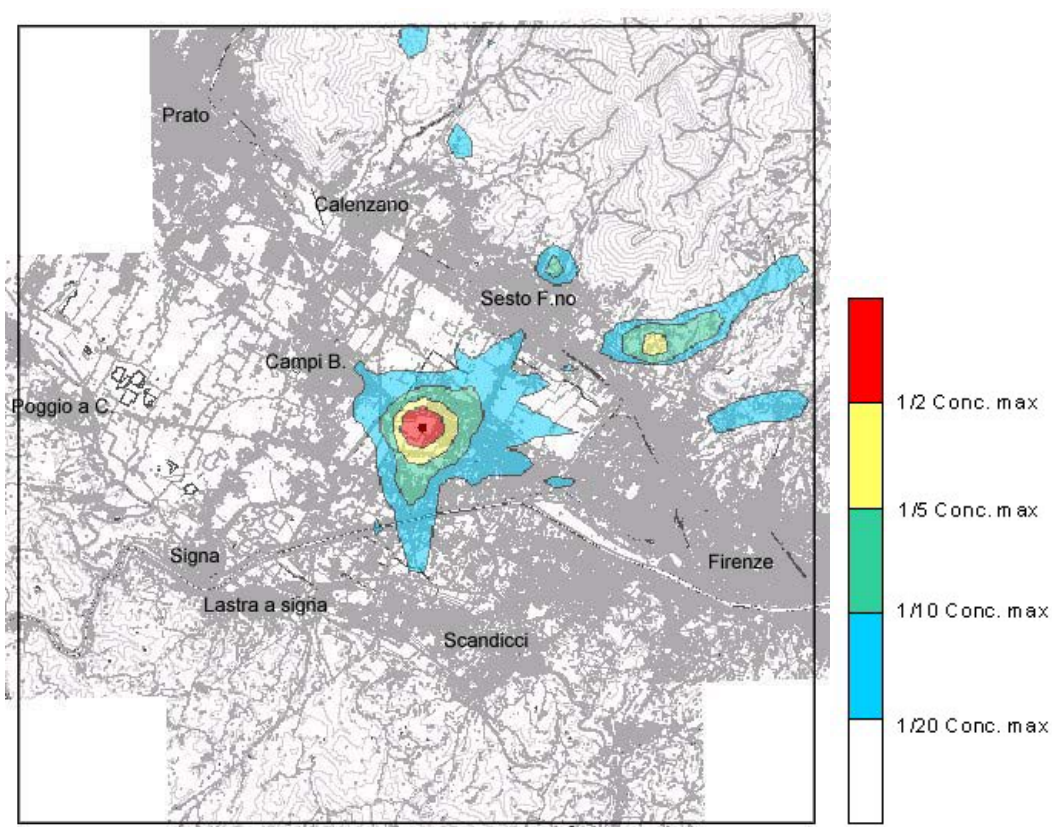


Figura 6.1. Visualizzazione della mappa di concentrazione sul dominio esteso $20 \times 20 \text{ km}^2$.

La mappa visualizzata conferma i risultati ottenuti nel capitolo relativo alla definizione dell’area di interesse. Come si vede già a pochi chilometri di distanza dal camino la concentrazione al suolo si riduce di 10 volte rispetto al valore massimo ottenuto in corrispondenza delle vicinanze dell’impianto. Tale valore massimo, in ogni caso, risulta di

entità non rilevante rispetto ai limiti di legge; ad esempio per gli ossidi di azoto si ha una concentrazione media annuale massima di circa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (contro un valore limite normativo per la qualità dell'aria pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per tale motivo nei seguenti paragrafi, per la presentazione dei risultati relativi ai diversi inquinanti considerati nello studio, si sono utilizzate solo le risultanze delle simulazioni diffusionali effettuate sul dominio più ristretto ($8 \times 8 \text{ km}^2$), dove cioè si hanno le massime ricadute al suolo.

6.1.2. Ossidi di azoto (NO_x)

Nei grafici successivi vengono visualizzati i risultati relativi alle simulazioni diffusionali effettuate. Nell'analisi dei picchi, analogamente al paragrafo relativo alla definizione dell'area di interesse, vengono presi in considerazione le ore di superamento rispetto ad alcune soglie prefissate. Per una visualizzazione più immediata ad ogni valore di percentile è stato associato un valore corrispondente all'intervallo temporale (espresso in ore/anno) di permanenza dei livelli di concentrazione al di sopra della soglia fissata per il calcolo del percentile.

Per gli ossidi di azoto, tenendo presente il limite normativo vigente per la qualità dell'aria (pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come media oraria, dal D.M. 2 aprile 2002, n. 60, valore in vigore dal 01/01/2010), si sono considerate tre diverse soglie limite pari a 100, 50 e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nei grafici relativi ai risultati si sono evidenziati il 2°, il 5°, il 10° e il 15° percentile, corrispondenti rispettivamente a 175, 438, 876 e 1314 h/anno.

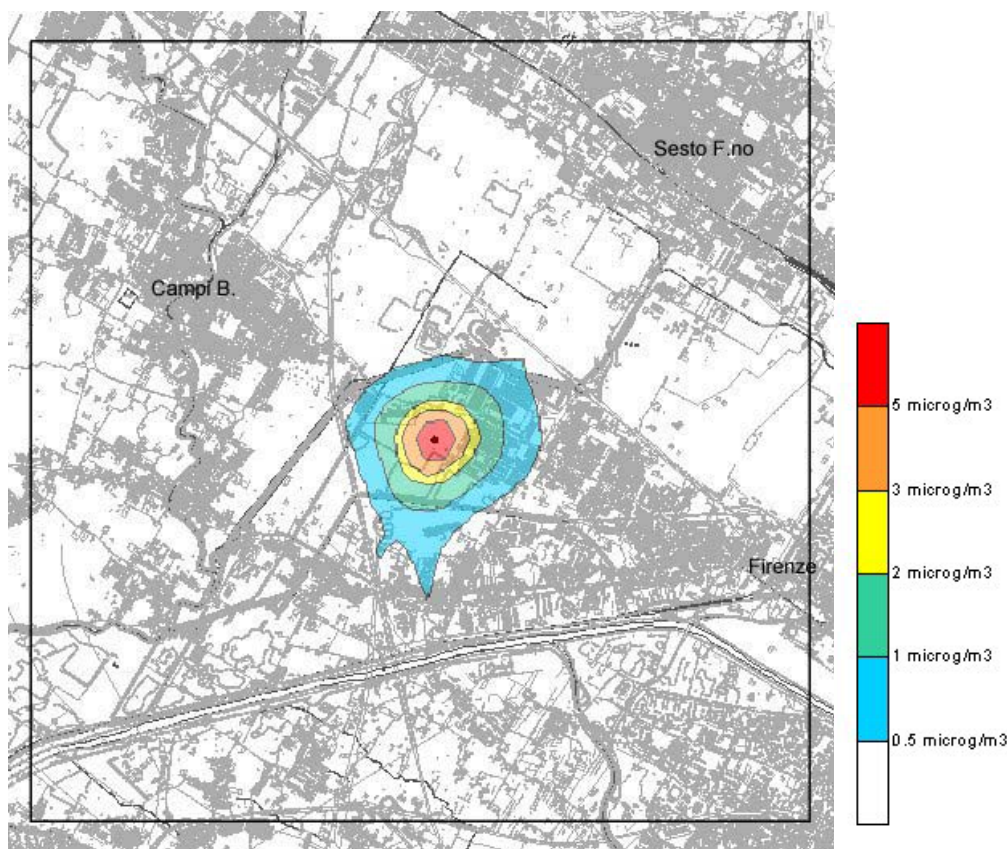


Figura 6.2. Visualizzazione della mappa di concentrazione media annua di NO_x .

La mappa visualizzata nella figura 6.2 evidenzia una certa prevalenza delle condizioni meteorologiche di calma di vento che provocano un andamento concentrico e sostanzialmente circolare delle isolinee di concentrazione nelle vicinanze della sorgente (tipico dei modelli a puff). I valori massimi riscontrati sono dell'ordine dei $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi otto volte al di sotto del valore limite per la qualità dell'aria (D.M. 2 aprile 2002, n. 60: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, come media annuale, valore in vigore dal 01/01/2010) e si rilevano solo nelle immediate vicinanze del camino. Allontanandosi dal camino i valori trovati ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risultano essere di due ordini di grandezza inferiori rispetto ai valori limite per la qualità dell'aria. Per quello che riguarda l'analisi dei picchi, risultano trascurabili i superamenti della soglia di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che avvengono per poche ore/anno e nelle immediate vicinanze dell'impianto. I superamenti di 50 e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono evidenziati nelle figure 6.3 – 6.4.

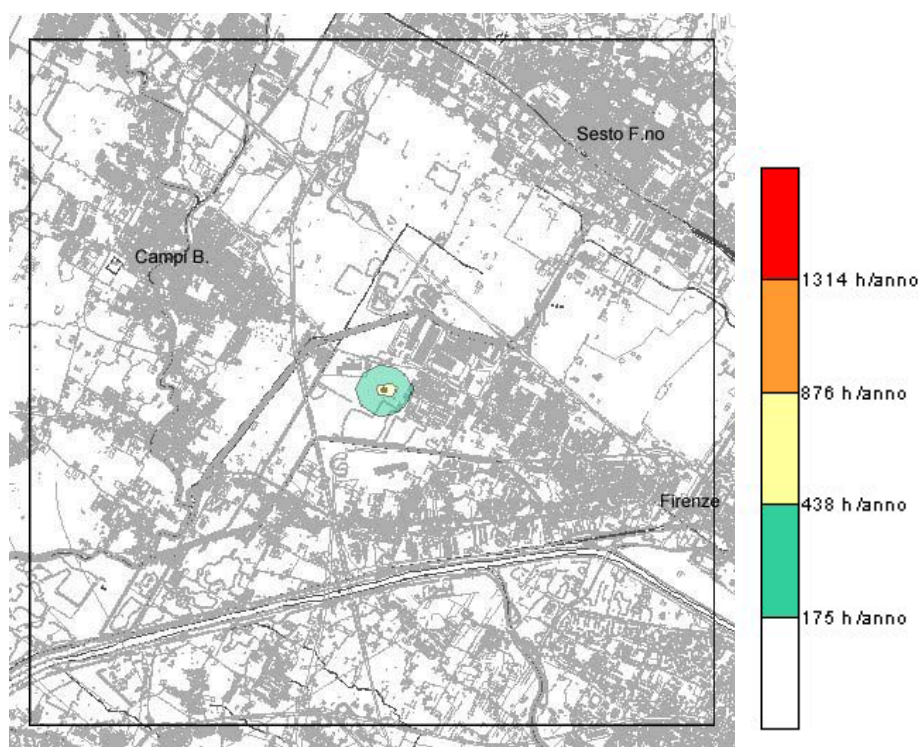


Figura 6.3. Superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentrazione media oraria) di NO_x .

La soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ viene superata per un numero di ore annue molto limitate rispetto al totale delle ore complessive di un anno (8760 ore), e comunque sempre all'interno di un'area estremamente ristretta nell'intorno del camino.

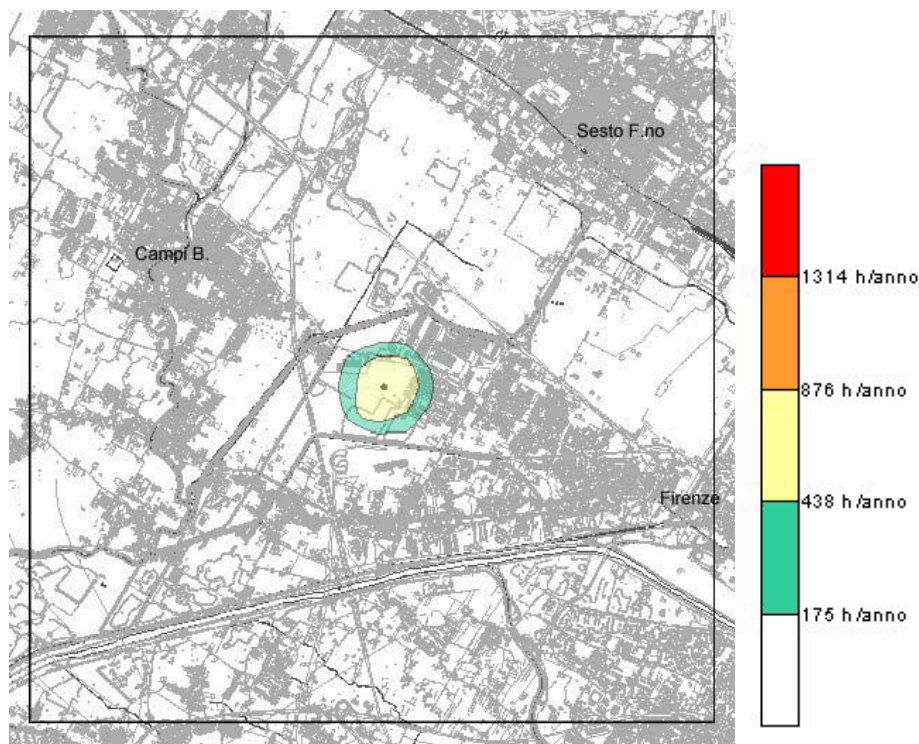


Figura 6.4. Superamenti della soglia di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentrazione media oraria) di NO_x .

Analogamente la soglia dei $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pur essendo inferiore, viene superata per un numero di ore annue sempre molto limitate rispetto al totale delle ore dell'anno. Tali superamenti restano ancora confinati ad un'area estremamente ristretta nell'intorno del camino.

6.1.3. Altri inquinanti

Come per gli ossidi di azoto (NO_x) anche per gli altri inquinanti regolati dalle normative relative alla qualità dell'aria sono stati scelti tre diversi valori di soglia per l'analisi dei superamenti annuali rispetto al limite di legge vigente. Per gli inquinanti non normati, invece, sono stati scelti due valori arbitrari individuati rispetto a condizioni di riferimento ambientali definite per ambienti di lavoro (v. tabella 6.1).

Inquinante	Valori soglia	
Ossidi di azoto	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ossidi di zolfo	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Polveri fini	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Piombo	100 ng/m^3 1 ng/m^3	50 ng/m^3
Benzene	500 ng/m^3 50 ng/m^3	100 ng/m^3
Cadmio	1 ng/m^3	0,5 ng/m^3
Mercurio	1 ng/m^3	0,5 ng/m^3
Toluene	500 ng/m^3	100 ng/m^3
Xilene	500 ng/m^3	100 ng/m^3
IPA	10 pg/m^3	2 pg/m^3
Diossine (TE)	50 fg/m^3	10 fg/m^3

Tabella 6.1. Valori soglia scelti per l'analisi dei picchi per i vari inquinanti.

Nei paragrafi successivi sono visualizzati i risultati relativi ai vari inquinanti considerati.

6.1.4. Ossidi di zolfo (SO_2)

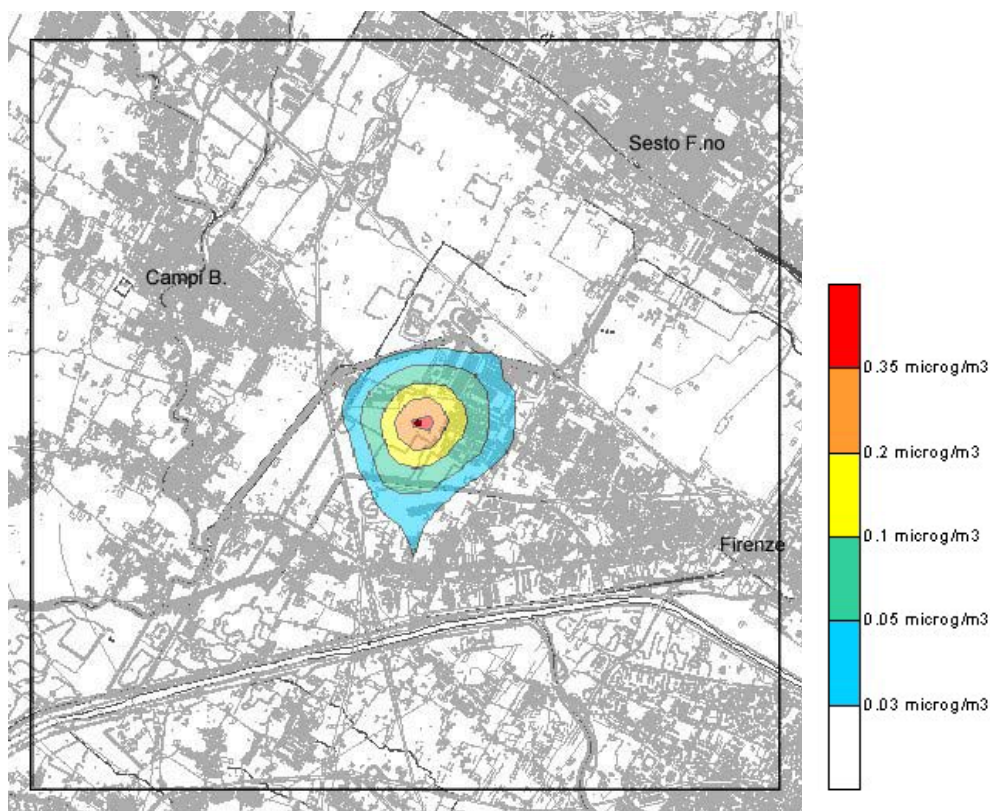


Figura 6.5. Visualizzazione della mappa di concentrazione media annua di SO_2 .

I valori massimi di concentrazione di SO_2 che si ottengono dalle simulazioni sono dell'ordine dei $0,03\text{--}0,35\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, che rispetto al valore limite per la qualità dell'aria dal D.M. 2 aprile 2002, n. 60 ($350\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria da non superarsi più di ventiquattro volte per anno civile, e $125\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media giornaliera da non superarsi più di tre volte per anno civile), risultano evidentemente del tutto insignificanti.

Le soglie di concentrazione di 100 e di $50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ non vengono mai superate, secondo le simulazioni eseguite, mentre la soglia di $5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ viene superata per poche ore/anno e solo nelle immediate vicinanze dell'impianto.

Per tale inquinante è possibile quindi evidenziare uno stato di carico ambientale generato del tutto irrilevante.

6.1.5. Analisi trasformazioni chimiche

Come indicato nel paragrafo 5.10, sulla base delle impostazioni definite per il modello, il considerare inerti gli inquinanti analizzati non influisce in maniera apprezzabile sui risultati. A dimostrazione di tale affermazione è stata effettuata una simulazione relativa all' SO_2 , considerando una trasformazione chimica in atmosfera con cinetica di trasformazione pari ad un tempo di dimezzamento (parametro di half-life) pari a 4 ore, generalmente accettata per tale inquinante in condizioni atmosferiche medie.

Nelle figure 6.6 e 6.7 si possono confrontare graficamente i risultati relativi all' SO_2 sul dominio ristretto con e senza trasformazione chimica.

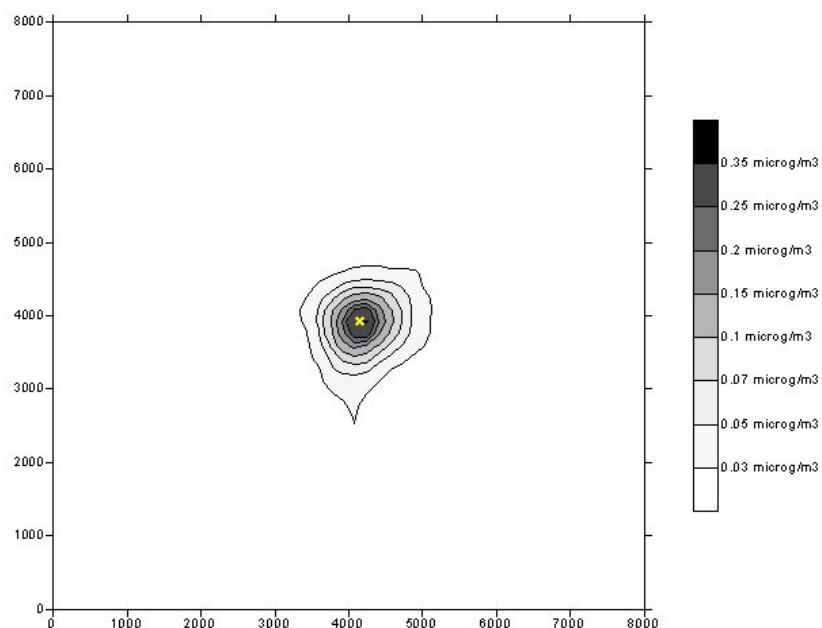


Figura 6.6. Concentrazioni medie di SO_2 sul dominio ristretto con chimica.

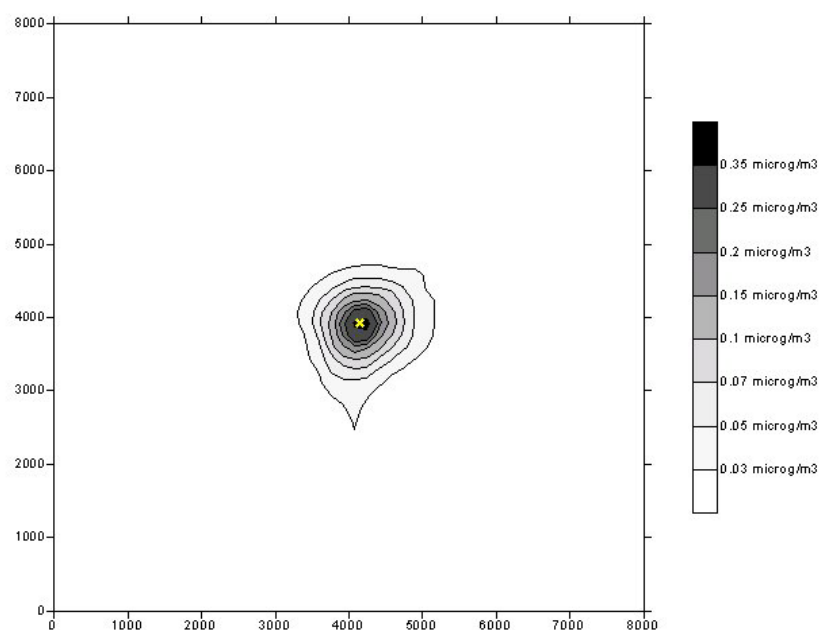


Figura 6.7. Concentrazioni medie di SO_2 sul dominio ristretto senza chimica.

Come si può apprezzare anche qualitativamente le due mappe risultano essere praticamente uguali. Per un confronto di tipo quantitativo sono stati applicati gli indicatori statistici già visti nel capitolo 5. I risultati di tale confronto statistico sulle concentrazioni al suolo, visualizzati in tabella 6.2, permettono di apprezzare l'evidente scarsa variazione.

	FB	FS	FA2	NMSE	WNNR	NNR
Con chimica	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Senza chimica	-0.07	-0.09	1.00	0.05	0.04	0.00

Tabella 6.2. Comparazione tra i dati forniti tra i due modelli.

6.1.6. Polveri fini (PM₁₀)

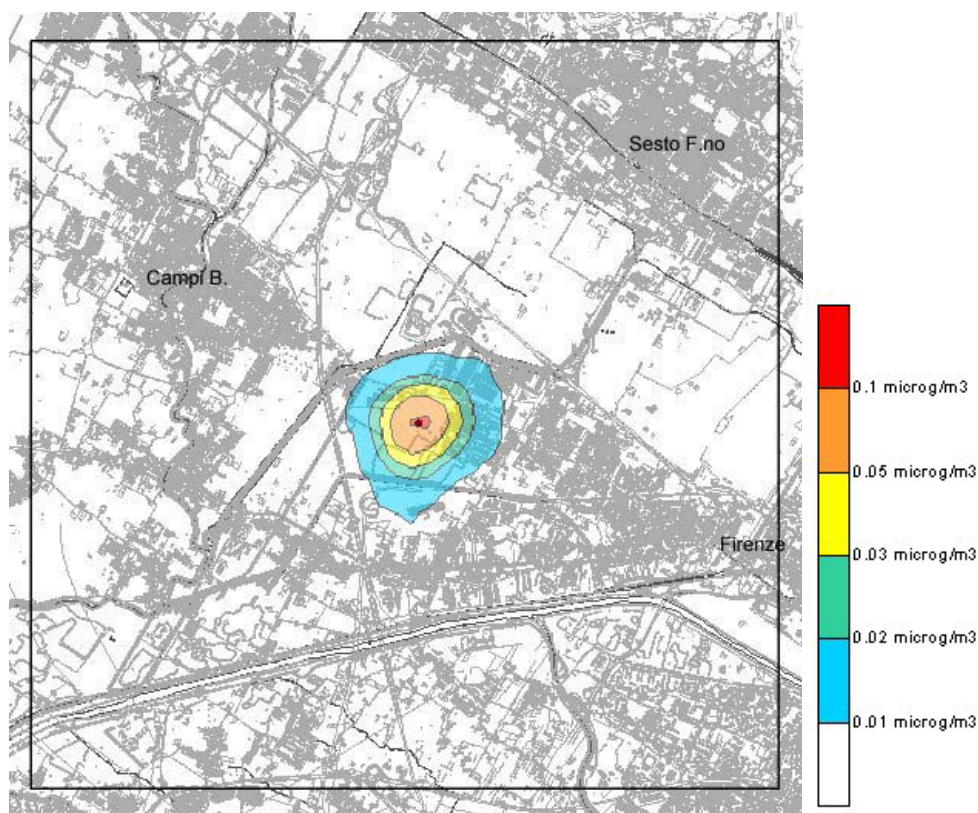


Figura 6.8. Visualizzazione della mappa di concentrazione media annua di PM₁₀.

La figura 6.8 mostra i risultati in termini di concentrazione prodotta dalle sole emissioni al camino del termovalorizzatore per il PM₁₀. I valori della concentrazione risultano inferiori a 0,1 µg/m³, che è il valore massimo trovato ai piedi del camino stesso. Tali valori ottenuti risultano essere, se confrontati con i valori limite per la qualità dell'aria (D.M. 2 aprile 2002, n. 60, 50 µg/m³ come media oraria e 40 µg/m³ come media annuale), del tutto irrilevanti in termini di incremento delle concentrazioni al suolo.

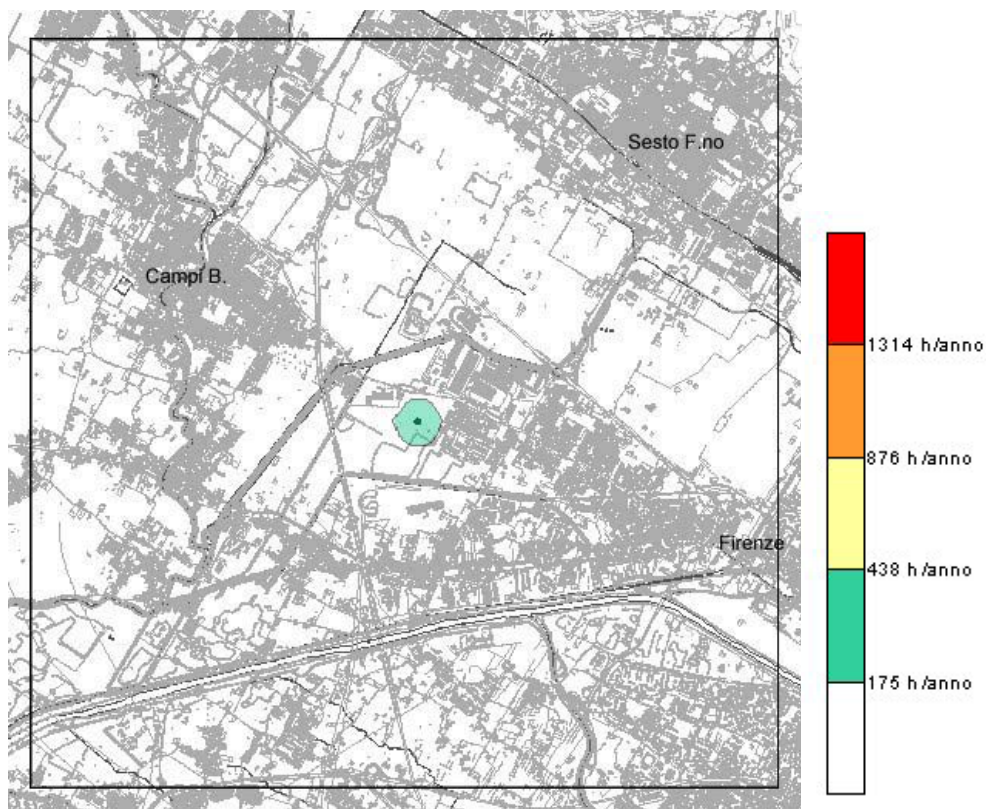


Figura 6.9. Superamenti della soglia di 1 µg/m³ (concentrazione media oraria) di PM₁₀.

Non risultano superamenti delle soglie di concentrazione poste a 10 e 5 µg/m³. I superamenti della soglia di 1 µg/m³ (comunque ben inferiore alle condizioni limite) sono visualizzati in figura 6.9, ed appaiono comunque trascurabili, interessando un'area di evidente prossimità all'impianto per un numero di ore annue molto limitate (circa il 2% delle ore totali di un anno).

Per questo inquinante si può quindi affermare che gli effetti al suolo risultano essere estremamente limitati e ben al di sotto di qualsiasi soglia di attenzione ambientale.