



Dipartimento Provinciale di Padova
Dipartimento Provinciale di Treviso

Modellistica di dispersione degli inquinanti atmosferici dal Cementificio Rossi di Pederobba (Treviso)

**sintesi non tecnica del documento prodotto
dall'Osservatorio Regionale Aria ARPAV (prot. n. 126686 del 14/10/2009)**

Realizzato a cura di

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Padova

Dr. A. Benassi (direttore)

Osservatorio Regionale Aria

Dr. S. Patti (dirigente responsabile)

Ufficio Modellistica Aria

Dr.ssa F. Liguori

Dr.ssa S. Pillon, Dr.ssa E. Elvini

Dipartimento Provinciale di Treviso

Ing. L. Tomiato (direttore)

Servizio Sistemi Ambientali

Dr.ssa M. Rosa (dirigente responsabile)

Ufficio Informativo Ambientale

Dr. M. Bressan

Redatto da:

F. Liguori, S. Pillon, E. Elvini

M. Rosa, M. Bressan



ARPAV

**Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto**

Direzione Generale

Via Matteotti, 27

35131 Padova

Tel. + 39 049 8239301

Fax + 39 049 660966

e-mail: urp@arpa.veneto.it

www.arpa.veneto.it

Dipartimento di Padova

Via Ospedale, 22

35121 Padova

Tel. + 39 049 8227801

Fax + 39 049 8227810

e-mail: dappd@arpa.veneto.it

Dipartimento di Treviso

Servizio Sistemi Ambientali

Via Santa Barbara, 5/a

31100 Treviso

Tel. + 39 0422 558541/2

Fax + 39 0422 558516

e-mail: daptv@arpa.veneto.it

Dicembre 2009

2009, ARPA VENETO

La presente relazione tecnica non può essere riprodotta parzialmente salvo l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Treviso. La riproduzione del presente documento è consentita esclusivamente citando la fonte.

Indice

1. Introduzione ed obiettivi	4
1.1 Brevi premesse di carattere metodologico	4
2. Valutazione e discussione dei risultati	6
2.1 Inquinanti, dominio di calcolo e periodo di simulazione	6
2.2 Stima delle concentrazioni e deposizioni al suolo	6
2.2.1 Macroinquinanti: SO ₂ , NO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀	7
2.2.2 Microinquinanti inorganici ed organici: metalli, IPA, diossine	8
3. Conclusioni	18
Riferimenti bibliografici	20

1. Introduzione ed obiettivi

L'obiettivo del presente documento è fornire una sintesi dei principali risultati della simulazione modellistica sul cementificio Rossi di Pederobba svolto dall'Ufficio Modellistica Aria (UMA) dell'Osservatorio Regionale Aria ARPAV (ORAR).

La sintesi qui proposta deriva dalla necessità di fornire una valutazione 'non tecnica' in grado di dare un supporto interpretativo e decisionale alle amministrazioni locali coinvolte a vario titolo nel progetto (Comune, Provincia) e, inoltre, di favorire una più ampia diffusione possibile dei principali risultati nei confronti dei portatori di interessi diffusi a livello locale (popolazione residente, associazioni ambientaliste, singoli cittadini).

La discussione dei risultati sarà incentrata sulla presentazione dei dati relativi alle concentrazioni e deposizioni al suolo degli inquinanti emessi dal cementificio e stimati attraverso la 'configurazione modellistica ottimale' messa a punto al termine di un lungo processo di analisi di sensitività. In estrema sintesi tale processo di 'calibrazione' del modello ha riguardato la valutazione degli effetti di variabilità sulle stime indotti dalla differente descrizione dell'orografia e dall'uso del suolo, della meteorologia e dalle scelte di tipo operativo quali, ad esempio, la trattazione della variabilità emissiva (oraria) di sorgente, la parametrizzazione chimica degli inquinanti reattivi, il tipo di trattazione dei campi di vento e le conseguenti opzioni di dispersione previste dal modello utilizzato. Per maggiori dettagli tecnici relativi a questa lunga e complessa 'fase esplorativa' si rimanda al documento prodotto dall'ORAR (prot. n. 126686 del 14/10/2009).

1.1 Brevi premesse di carattere metodologico

Le simulazioni modellistiche di ricaduta al suolo degli inquinanti emessi dal cementificio Rossi di Pederobba sono state prodotte utilizzando il modello CALPUFF (Scire et al., 2001, v. 5.7) in catena al preprocessore meteorologico CALMET (Scire et al., 2000, v. 5.6).

CALPUFF è un modello che permette la simulazione degli effetti dovuti alla variazione spaziale e temporale delle condizioni meteorologiche che agiscono sul trasporto, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti atmosferici. Le maggiori potenzialità di CALPUFF vengono espresse con l'utilizzo di campi meteorologici tridimensionali generati da CALMET che, a partire da dati meteo al suolo (stazioni a terra), di profilo verticale (radiosondaggi) e dai dati geofisici (orografia e uso del suolo), produce campi orari tridimensionali di vento (direzione e velocità) e bidimensionali delle principali variabili micro-meteorologiche descrittive della turbolenza (altezza dello strato limite, lunghezza di Monin-Obukov, velocità d'attrito, etc.).

CALPUFF è indicato dall'agenzia ambientale americana (EPA) come modello di riferimento per applicazioni nel 'campo lontano' cioè per le applicazioni modellistiche che implicano il trasporto, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti atmosferici su lunghe distanze (da decine a centinaia di chilometri) oppure, in alternativa, nel 'campo vicino' (alcuni chilometri) solo quando risultano significativi gli effetti dovuti alla variabilità delle condizioni meteorologiche, la presenza di orografia complessa, di calme di vento, etc. (per maggiori informazioni su questi aspetti si rimanda al sito: http://www.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm).

L'applicazione della catena modellistica CALMET/CALPUFF al caso studio in oggetto – ovvero la dispersione di inquinanti in una valle ad orografia complessa – è, d'altro canto, conforme alle indicazioni espressamente previste dal DM 261/02, che così recitano:

“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.”

Riguardo all'incertezza propria delle stime modellistiche si rimanda al documento EPA “Guideline on Air Quality Models” (2005) in cui viene espressamente dichiarato che i modelli di ricaduta degli inquinanti sono affidabili per stime di concentrazioni di lungo periodo (medie annuali) mentre per il breve periodo (medie orarie) i valori massimi di concentrazione vanno ritenuti ragionevolmente affidabili solo come ‘ordine di grandezza’. Sovrastime dei valori massimi riferiti a specifici punti del dominio di calcolo sono ritenute tipiche per valori del 10-40%; in modo del tutto analogo, la normativa italiana (DM 60/02) prevede un'incertezza pari ad almeno il 30% per le medie annue e del 50% per quelle orarie e giornaliere.

2. Valutazione e discussione dei risultati

In questo capitolo viene presentata una sintetica descrizione dei principali parametri modellistici e dei risultati delle stime di ricaduta degli inquinanti al suolo emessi dal cementificio Rossi di Pederobba.

2.1 Inquinanti, dominio di calcolo e periodo di simulazione

Il calcolo di dispersione e deposizione degli inquinati atmosferici ha interessato le emissioni a camino del forno (punto di emissione 16) per il biennio 2007-2008.

La stima dei flussi di massa orari e degli altri parametri emissivi per i macroinquinanti (SO₂, NO_x, PM, CO, COT, HCl, HF) è stata ottenuta dall'analisi delle registrazioni in continuo del sistema di monitoraggio alle emissioni (SME) installato e mantenuto dalla ditta. Le polveri (PM) sono state considerate, in termini cautelativi, completamente costituite da polveri PM10 e sulla base di questa assunzione è stata calcolata la relativa concentrazione e deposizione al suolo. Le stime modellistiche relative alle polveri PM10 sono servite anche per valutare le concentrazioni e deposizioni dei microinquinanti organici (IPA, PCDD/PCDF) ed inorganici (metalli) per cui risultavano disponibili misure di concentrazione a camino ottenute da procedure di autocontrollo periodico operate dalla ditta o da verifiche ispettive a camino svolte da ARPAV.

La definizione del dominio di calcolo (estensione dell'area di simulazione e della relativa risoluzione spaziale di griglia) ha visto nella 'configurazione ottimale' del modello (descritta in dettaglio nel documento prodotto da ORAR prot. n. 126686 del 14/10/2009) la definizione di un'area di calcolo con estensione 9 km x 8 km centrata sul cementificio avente una risoluzione di campionamento a griglia di 250 m.

L'arco temporale delle simulazioni ha riguardato il biennio 2007-2008 per i macroinquinanti (SO₂, NO_x, PM, CO, COT, HCl, HF) per cui risultavano disponibili le misurazioni fornite dal sistema di monitoraggio in continuo (SME) mentre ha riguardato il 2008 per i microinquinanti (IPA, PCDD/PCDF, metalli) che sono monitorati in discontinuo tramite autocontrolli o controlli ispettivi ARPAV.

2.2 Stima delle concentrazioni e deposizioni al suolo

Nei paragrafi successivi viene presentata la stima delle concentrazioni e deposizioni al suolo per gli inquinanti emessi a camino del forno del cementificio.

La stima delle concentrazioni al suolo di microinquinanti (IPA, diossine, metalli) è stata ricavata a partire dalle concentrazioni di polveri emesse a camino. Nell'ipotesi che tali microinquinanti siano interamente veicolati dalle polveri è stato ricavato un 'rateo' in base al rapporto tra concentrazioni di IPA, diossine e metalli rispetto alle polveri misurate a camino con autocontrolli e controlli ispettivi ARPAV. Tale rateo (coefficiente moltiplicativo), applicato alle stime modellistiche per le concentrazioni al suolo di polveri, ha permesso di ricavare le corrispondenti stime per IPA, diossine e metalli.

C'è, inoltre, da precisare che mentre per la stima di ricaduta delle polveri fini è stato ipotizzato un diametro aerodinamico avente media geometrica di 0.48 µm per le diossine è stato considerato un diametro aerodinamico con media geometrica pari a 0.84 µm, seguendo la parametrizzazione adottata nel rapporto sugli inquinanti organici persistenti prodotto da *European Monitoring and*

Evaluation Programme (EMEP, 2009).

L'ipotesi che i microinquinanti siano interamente veicolati dalle polveri è una necessaria approssimazione di tipo operativo che non risulta completamente verificata per alcune specie chimiche (es. l'emissione a camino del mercurio avviene prevalentemente in fase gassosa oppure le diossine che hanno 'quota' di emissione anche in forma gassosa). D'altro canto bisogna rilevare che la velocità di deposizione in forma gassosa (in genere molto bassa) è di difficile parametrizzazione modellistica per cui l'ipotesi sopra ricordata (trattazione 'semplificata' dei microinquinanti come polveri fini) è da ritenersi maggiormente cautelativa rispetto alla valutazione delle deposizioni e dei possibili conseguenti effetti ambientali e/o sanitari (la velocità di deposizioni delle polveri è generalmente maggiore rispetto a quella di un gas).

Per maggiori dettagli sulla parametrizzazione modellistica degli inquinanti e su tutte le altre assunzioni di calcolo si rimanda al documento dell'ORAR (prot. n. 126686 del 14/10/2009).

2.2.1 Macroinquinanti: SO₂, NO₂, NO_x, CO, PM₁₀

In questo paragrafo sono discussi relativamente agli inquinanti SO₂, NO₂, NO_x, CO e PM₁₀ i parametri statistici di qualità dell'aria previsti dal DM 60/02 per la tutela della salute umana e della vegetazione:

- biossido di zolfo (SO₂)
 - media annua delle medie orarie, valore limite di 20 µg/m³ per la protezione degli ecosistemi;
 - 99.7° percentile delle medie orarie annuali¹, valore limite orario di 350 µg/m³ per la protezione della salute (consentiti 24 superamenti / anno)
 - 99.2° percentile delle medie giornaliere annuali², valore limite giornaliero di 125 µg/m³ per la protezione della salute (consentiti 3 superamenti / anno);
- biossido di azoto (NO₂)
 - media annua delle medie orarie, valore limite di 40 µg/m³ per la protezione della salute;
 - 99.8° percentile delle medie orarie annuali³, valore limite orario di 200 µg/m³ per la protezione della salute (consentiti 18 superamenti / anno);
- Ossidi di azoto (NO_x)
 - media annua delle medie orarie, valore limite di 30 µg/m³ per la protezione della vegetazione;
- monossido di carbonio (CO)
 - massimo giornaliero media mobile su 8 ore, valore limite di 10 mg/m³ per la protezione della salute;
- polveri PM₁₀
 - media annua delle medie giornaliere, valore limite di 40 µg/m³ per la protezione della salute umana;
 - 90.1° percentile delle medie giornaliere per anno⁴, valore limite giornaliero di 50 µg/m³ (consentiti 35 superamenti / anno).

¹ Coincide con la valutazione del 25° valore più alto della serie annuale di medie orarie

² Coincide con la valutazione del 4° valore più alto della serie annuale di medie giornaliere

³ Coincide con la valutazione del 19° valore più alto della serie annuale di medie orarie

⁴ Coincide con la valutazione del 36° valore più alto della serie annuale di medie giornaliere

Nella tabella seguente sono riportati per il biennio 2007-2008 i ‘valori massimi di dominio’ stimati dal modello per ciascuno dei parametri statistici sopra elencati ed il confronto percentuale con il valore limite (%VL) previsto dalla normativa sulla qualità dell’aria (DM 60/02). Con ‘valori massimi di dominio’ si devono intendere per ciascun anno i valori più alti verificati all’interno del dominio di calcolo della simulazione modellistica; in termini cautelativi tali valori vanno intesi come il ‘caso peggiore’ verificato per quel tale inquinante all’interno del contesto territoriale in esame.

Inquinante e parametro di valutazione	unità misura	valore limite (VL)	2007		2008	
			stima modello	% VL	stima modello	% VL
Biossido di zolfo (SO₂)						
- media anno medie 1h	µg/m ³	20	0.2	1%	0.1	1%
- 99.7 %-tile medie 1h	µg/m ³	350	9.0	3%	8.0	2%
- 99.2 %-tile medie 24h	µg/m ³	125	2.0	2%	1.2	1%
Biossido di azoto (NO₂)						
- media anno medie 1h	µg/m ³	40	3	6%	2	5%
- 99.8 %-tile medie 1h	µg/m ³	200	175	87%	203	101%
Ossidi di azoto (NO_x)						
- media anno medie 1h	µg/m ³	30	7	23%	3	10%
Monossido di carbonio (CO)						
- max giorno media mobile 8h	mg/m ³	10	2	20%	1	10%
Polveri PM₁₀						
- media anno medie 24h	µg/m ³	40	0.1	0.3%	0.02	0.1%
- 90.1 %-tile medie 24h	µg/m ³	50	0.3	0.6%	0.1	0.2%

Tabella 2-1 Massimi di dominio delle concentrazioni stimate dal modello per il 2007-2008 e confronto con i valori limite di qualità dell’aria stabiliti dalla normativa.

Durante biennio 2007-2008 sono state registrate maggiori emissioni nel 2007 e di conseguenza tutti i parametri statistici più alti stimati dal modello si verificano nel 2007. Rispetto ai valori limite previsti dalla normativa appare comunque evidente che, con la sola significativa eccezione del biossido di azoto (NO₂), si tratta sempre di percentuali molto basse del corrispondente valore limite. C’è infatti da rilevare che il biossido di azoto (NO₂) stimato dal modello per il 2007-2008 ha evidenziato un valore di concentrazione prossimo o di poco superiore al valore limite di 200 µg/m³ (DM 60/02). I valori di concentrazione oraria stimati per NO₂ sono risultati senza alcun dubbio quelli che evidenziano l’impatto ambientale più significativo dovuto all’attività del cementificio.

2.2.2 Microinquinanti inorganici ed organici: metalli, IPA, diossine

Nelle tabelle seguenti sono riportati per il 2008 i ‘valori massimi di dominio’ stimati dal modello per ciascuno dei microinquinanti rilevati a camino del forno del cementificio e, ove possibile, il confronto percentuale con il valore limite (%VL) previsto dalla normativa sulla qualità dell’aria (DM 60/02 e DLgs 152/07). In mancanza di una specifica normativa sulla qualità dell’aria per alcuni microinquinanti (es. diossine e molti metalli) il confronto verrà proposto rispetto a valori di riferimento (%VRif) desunti dalla letteratura tecnica di settore (di volta in volta espressamente specificati: WHO, NIOSH, LAI, etc..).

In Tabella 2-2 sono riportati i valori massimi stimati dal modello per il 2008 per i microinquinanti (As, Cd, Ni, Pb, IPA) che hanno uno specifico riferimento normativo sulla qualità dell’aria ambiente (DM 60/02, DLgs 152/07).

Inquinante e parametro di valutazione	unità misura	valore limite (VL)	2008	
			stima modello	% VL
Cadmio (Cd)	ng/m3	5	0.013	0.26%
Arsenico (As)	ng/m3	6	0.029	0.48%
Piombo (Pb)	ng/m3	500	0.130	0.03%
Nichel (Ni)	ng/m3	20	0.018	0.09%
IPA (Benzo(a)pirene)	pg/m3	1000	0.369	0.04%

Tabella 2-2 Massimi di dominio delle concentrazioni medie annue stimate dal modello per il 2008 e confronto con i valori limite di qualità dell'aria stabiliti dalla normativa vigente.

In Tabella 2-3 è proposto un confronto analogo per i microinquinanti che ad oggi non hanno un riferimento normativo cogente ma per i quali è comunque possibile stabilire dei 'valori di riferimento' desunti dalla letteratura tecnica. In particolare, tali valori di riferimento sono stati ricavati dai valori guida o dalle indicazioni precauzionali riportate nelle linee guida di qualità dell'aria del WHO (2000) e, in mancanza di questi, con un centesimo del valore limite su 8 ore per l'esposizione occupazionale, REL-TWA, indicato dal NIOSH-USA (National Institute for Occupational Safety and Health). La scelta di riferirsi ad un centesimo del valore limite per l'esposizione occupazionale è stata effettuata in analogia ai fattori di precauzione che il medesimo WHO applica nel momento in cui estende un valore di salvaguardia individuato per i lavoratori (popolazione sana e relativamente giovane ed esposizione limitata a 40 ore settimanali per 44 settimane l'anno) all'intera popolazione (che comprende soggetti meno resistenti e più vulnerabili come bambini, anziani e malati) per l'intero anno (52 settimane).

Inquinante e parametro di valutazione	unità misura	valore di riferimento (VRif)	2008	
			stima modello	% VRif
Σ PCDD/PCDF - cfr .nota ⁽¹⁾	fg/m3 I-TEQ	300	0.03	0.01%
Tallio (Tl) - cfr .nota ⁽²⁾	ng/m3	1000	0.02	0.00%
Mercurio (Hg) - cfr .nota ⁽³⁾	ng/m3	1000	0.13	0.01%
Antimonio (Sb) - cfr .nota ⁽²⁾	ng/m3	5000	0.01	0.00%
Cromo (Cr) - cfr .nota ⁽²⁾	ng/m3	5000	0.04	0.00%
Cobalto (Co) - cfr .nota ⁽²⁾	ng/m3	500	0.01	0.00%
Rame (Cu) - cfr .nota ⁽²⁾	ng/m3	1000	0.06	0.01%
Manganese (Mn) - cfr .nota ⁽³⁾	ng/m3	150	0.56	0.37%
Vanadio (V) - cfr .nota ⁽³⁾	ng/m3	1000	0.01	0.00%
Ferro (Fe) - cfr .nota ⁽²⁾	ng/m3	50000	0.57	0.00%
Selenio cfr .- nota ⁽²⁾	ng/m3	2000	0.01	0.00%
Zinco (Zn) - cfr .nota ⁽²⁾	ng/m3	50000	0.04	0.00%

Note:

(1) WHO, 2000 definisce tale valore di riferimento come "Air concentrations of 0.3 pg/m3 or higher are indications of local emission sources which need to be identified and controlled"

(2) 1/100 del valore limite REL-TWA definito da NIOSH per l'esposizione occupazionale (media su 8h)

(3) WHO, 2000 definisce tali valori come NOAEL "No Observed Adverse Effect Level"

Tabella 2-3 Massimi di dominio delle concentrazioni medie annue stimate dal modello per il 2008 e confronto con i valori di riferimento definiti dalla letteratura tecnica di settore.

Come risulta evidente dai valori riportati in tabella, la stima di concentrazione massima prevista dal modello per il dominio di calcolo nel 2008 non raggiunge mai una percentuale superiore allo

0.5% del valore di riferimento adottato come termine (cautelativo) di confronto.

In Tabella 2-4 per le polveri, i microinquinanti organici ed inorganici sono stati calcolati i valori massimi di dominio dei flussi di deposizione medi giornalieri relativi all'anno 2008 (espressi in flusso di massa per metro quadro giorno - $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{giorno}$ od equivalenti).

Inquinante e parametro di valutazione	unità misura	valore di riferimento (VRif)	2008	
			stima modello	% VRif
PM	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	150	
Cadmio (Cd) - cfr nota ⁽¹⁾	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	2	0.10	5%
Tallio (Tl) - cfr nota ⁽²⁾	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	2	0.15	8%
Mercurio (Hg)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.99	
Antimonio (Sb)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.10	
Arsenico (As) - cfr nota ⁽²⁾	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	4	0.22	6%
Piombo (Pb) - cfr nota ⁽²⁾	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	250	0.99	0.4%
Cromo (Cr)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.31	
Cobalto (Co)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.06	
Rame (Cu)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.45	
Manganese (Mn)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	4.31	
Nichel (Ni) - cfr nota ⁽²⁾	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	15	0.14	1%
Vanadio (V)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.07	
Ferro (Fe)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	4.37	
Selenio (Se)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.05	
Zinco (Zn)	$\mu\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	0.27	
IPA	$\text{ng} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	-	2.81	
Σ PCDD/PCDF - cfr nota ⁽³⁾	$\text{pg I-TEQ} / (\text{m}^2 \cdot \text{gg})$	15	0.257	2%

Note:

(1) Viviano et al., 2006. valore di riferimento per la Germania, l'Austria e la Svizzera

(2) Viviano et al., 2006. valore di riferimento per la Germania

(3) LAI, 2004. valore di riferimento per i Länder tedeschi

Tabella 2-4 Massimi di dominio per i flussi di deposizione medi giornalieri per il 2008 e confronto con i valori di riferimento definiti dalla letteratura tecnica di settore.

In mancanza di limiti nazionali per l'interpretazione delle deposizioni stimati dal modello sono stati utilizzati, ove disponibili, alcuni valori di riferimento internazionali (VRif) desunti dalla letteratura tecnica (Viviano *et al.*, 2006; Luft, 2002; LAI, 2004). L'inquinante per cui è stato stimato il flusso di deposizione medio giornaliero più alto non supera il 10% del corrispondente valore di riferimento. Il valore massimo del flusso di deposizione medio giornaliero stimato per i microinquinanti organici (sommatoria di diossine e furani) è pari a circa il 2% del riferimento adottato dal comitato dei *Länder* tedeschi per la regolamentazione delle immissioni (LAI, 2004).

Nei grafici seguenti (da Figura 2-1 a Figura 2-7) sono presentate le concentrazioni ed i flussi di deposizione medi al suolo stimati dal modello per gli inquinanti di principale interesse e/o rilevanza ambientale-sanitaria (NO₂, NO_x, polveri, diossine). Le mappe di concentrazione o deposizione al suolo presentano i risultati della simulazione sulla griglia definita dal modello senza alcuna successiva interpolazione spaziale. Per ciascun inquinante la cella in cui ricade il valore massimo di concentrazione o di deposizione è stata evidenziata con il colore giallo a cui viene fatto corrispondere una concentrazione o deposizione che coincide con il limite superiore dell'intervallo di riferimento più alto indicato in legenda.

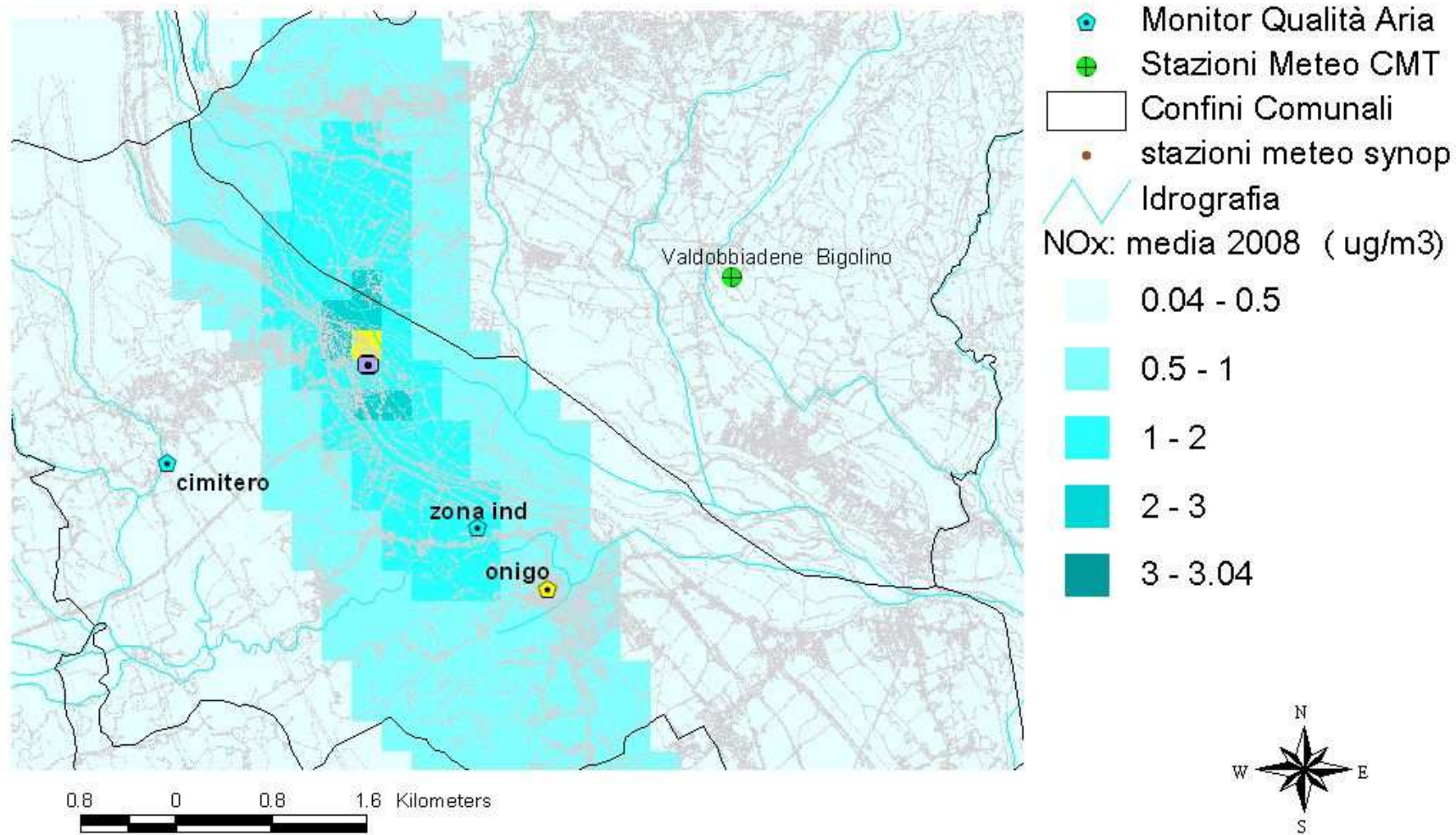


Figura 2-1 Stima modellistica delle concentrazioni medie annuali di NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2008.

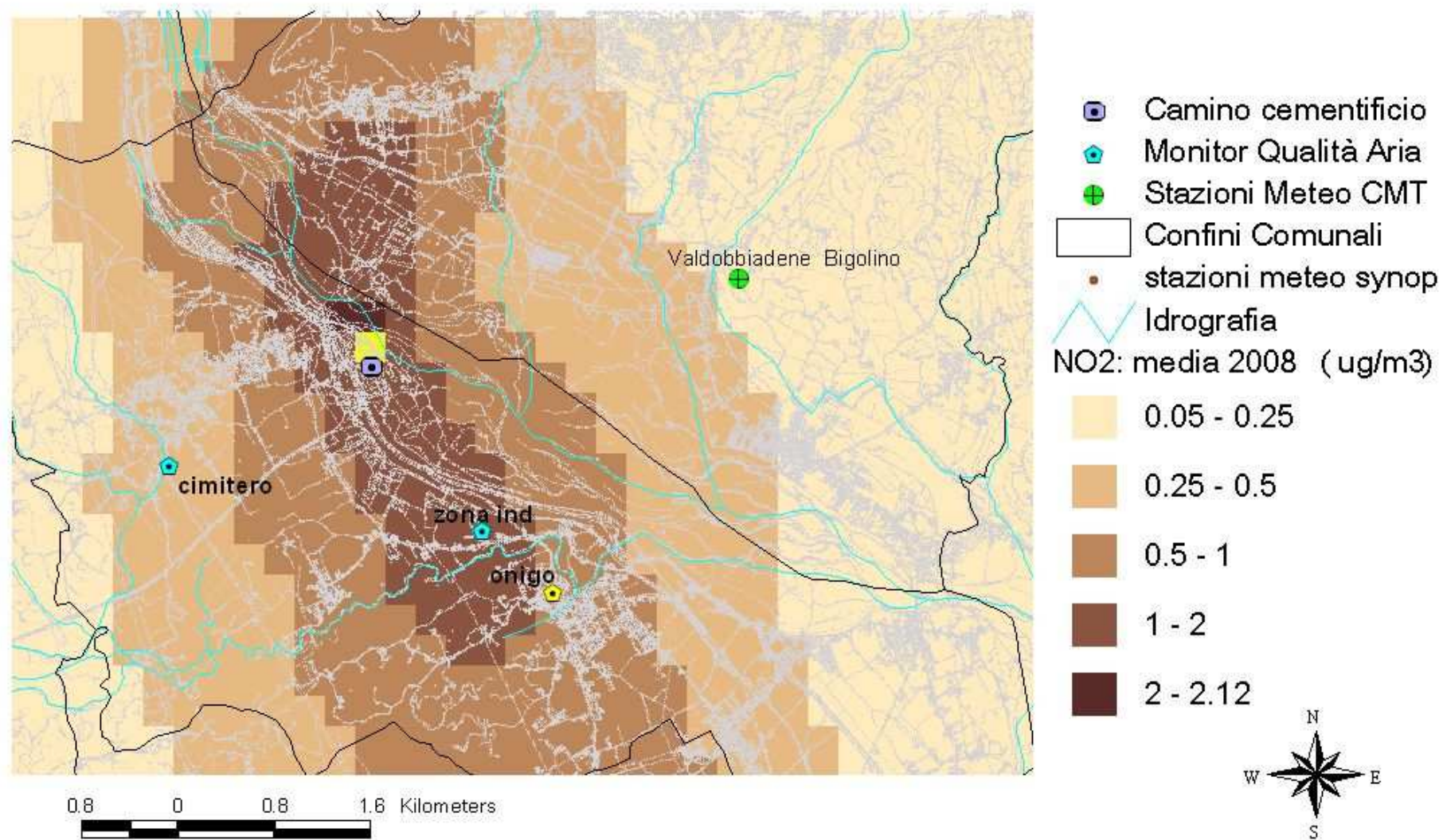


Figura 2-2 Stima modellistica delle concentrazioni medie annuali di NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2008.

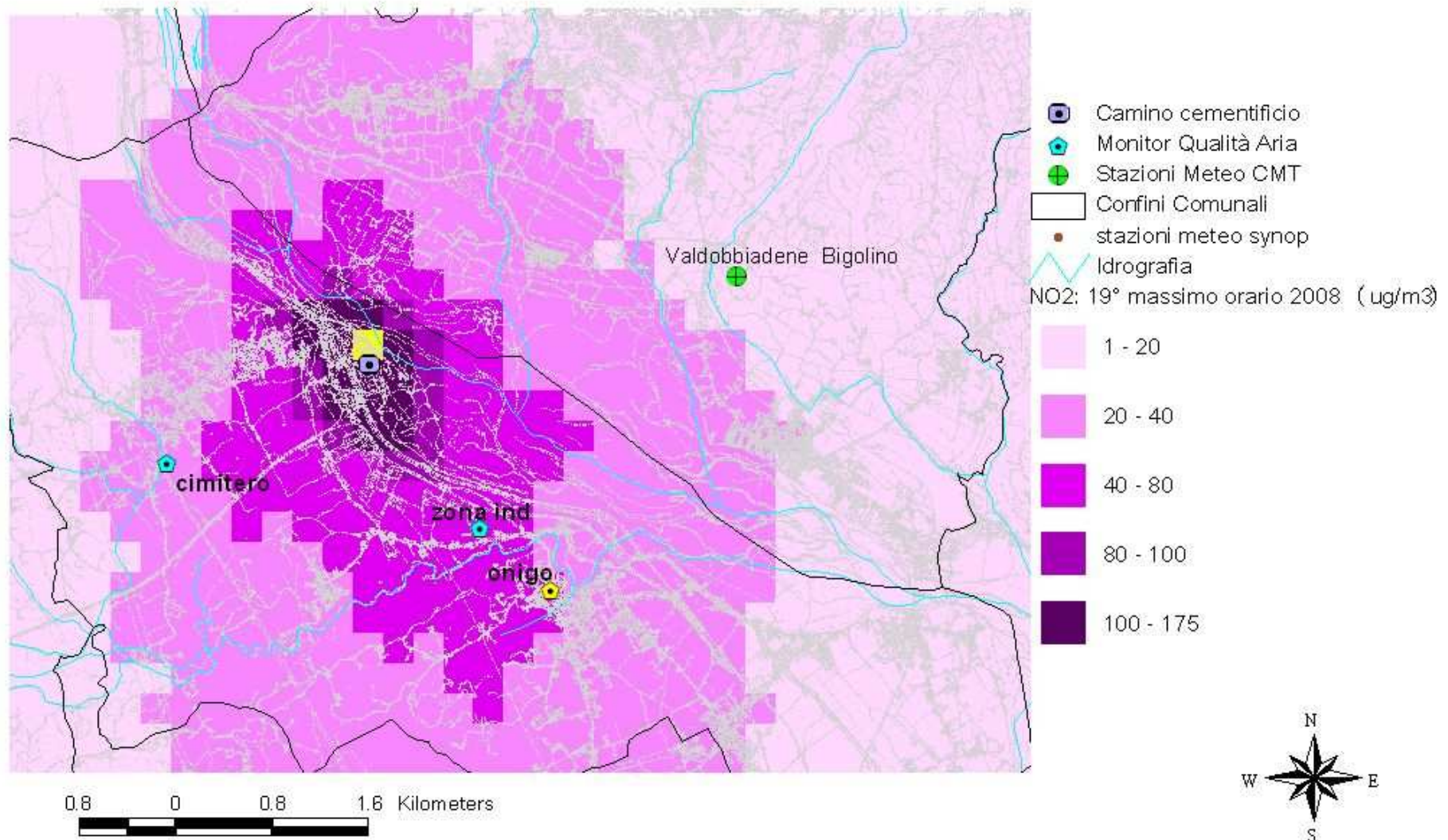


Figura 2-3 Stima modellistica del 19° valore più alto delle concentrazioni medie orarie di NO₂ (µg/m³) per il 2008.

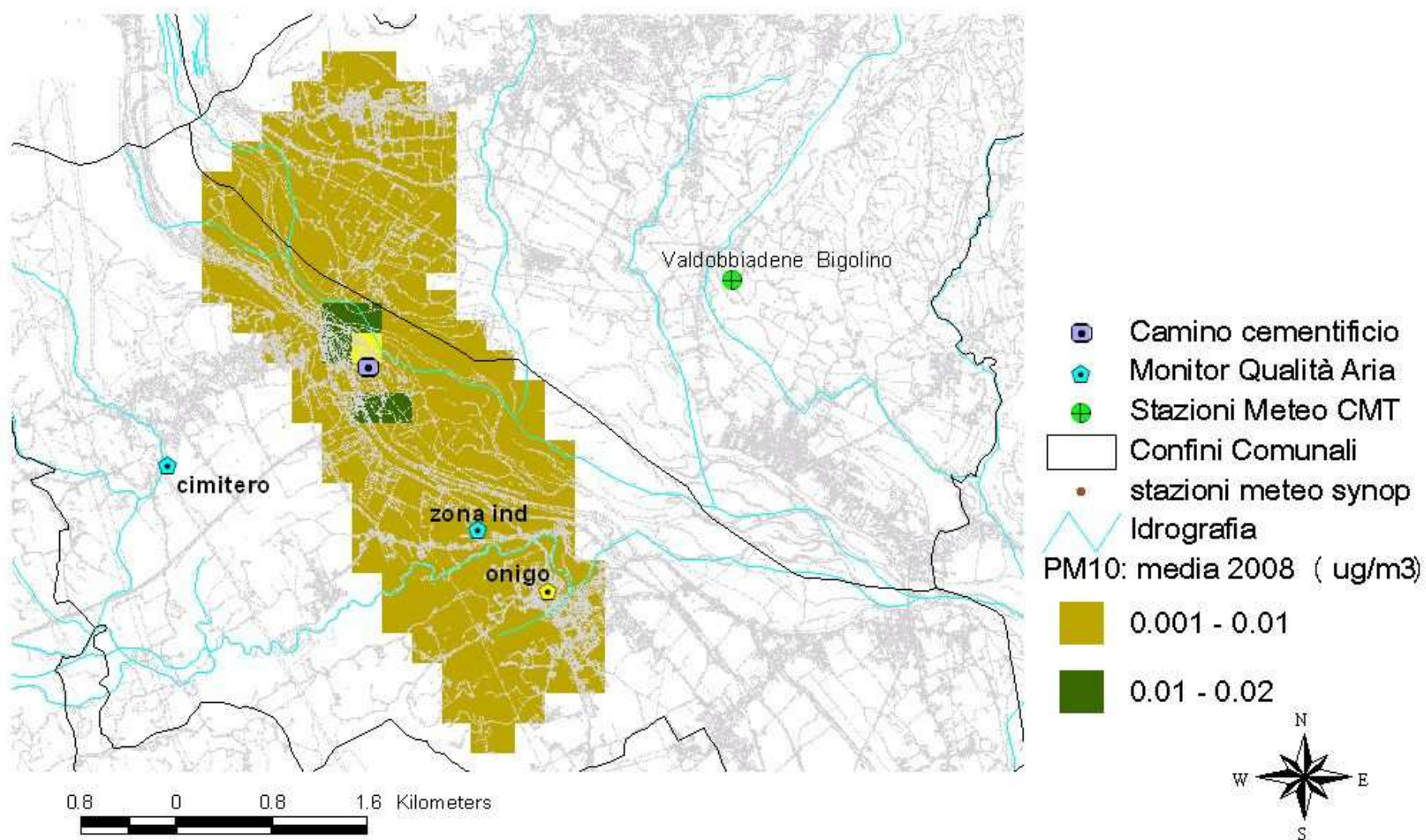


Figura 2-4 Stima modellistica delle concentrazioni medie annali di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2008.

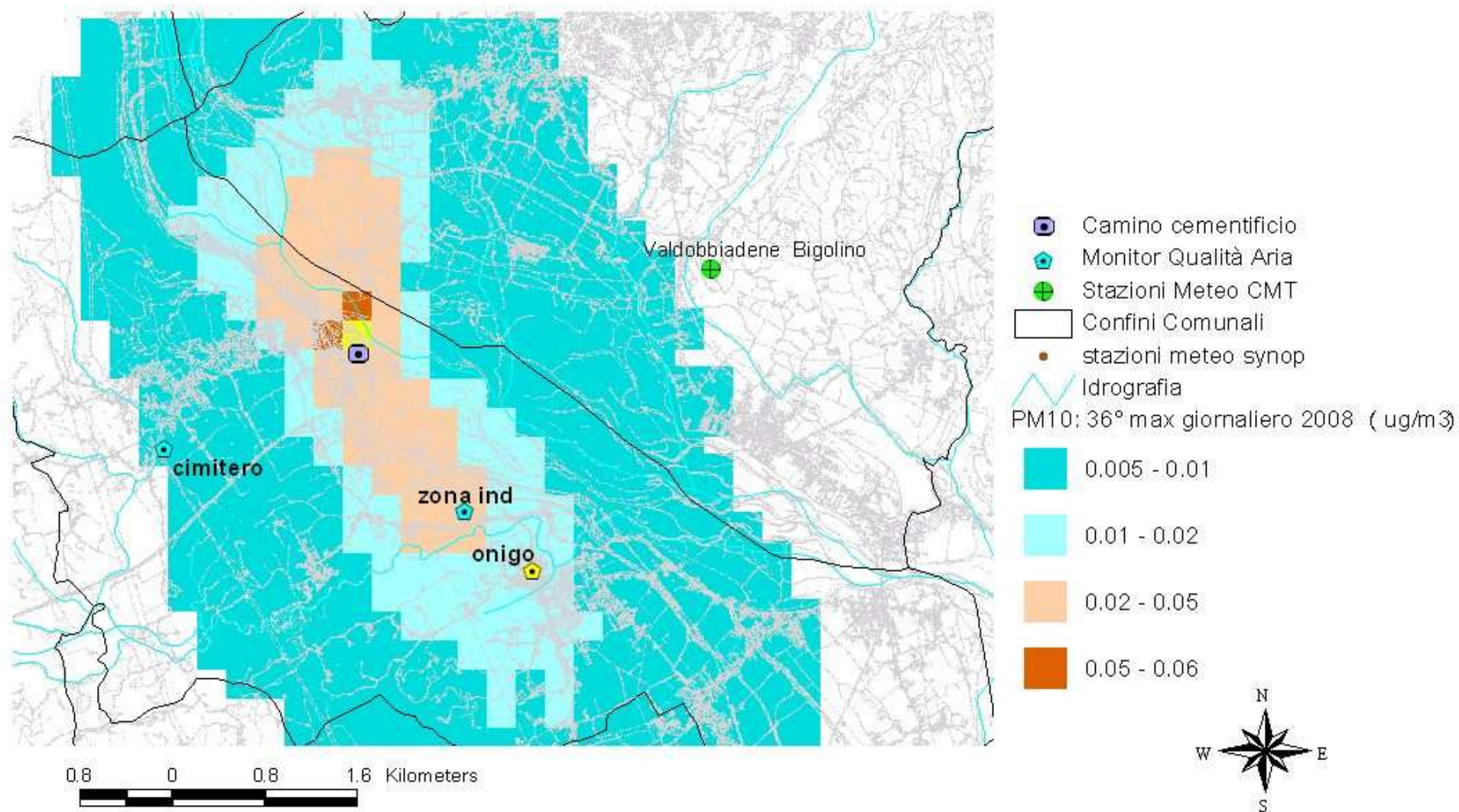


Figura 2-5 Stima modellistica del 36° valore più alto delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per il 2008.

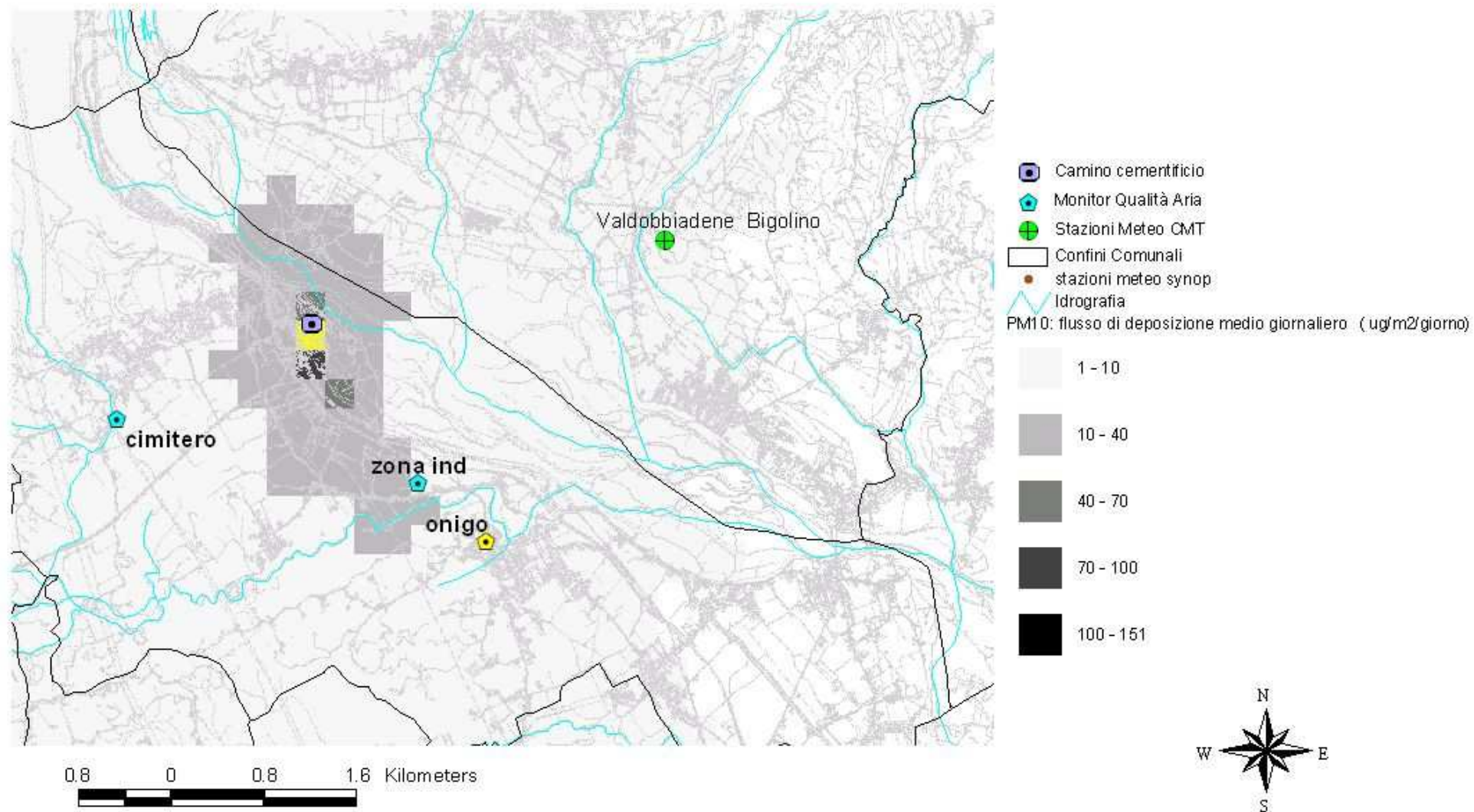


Figura 2-6 Stima modellistica del flusso di deposizione medio giornaliero di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{giorno}$) per il 2008.

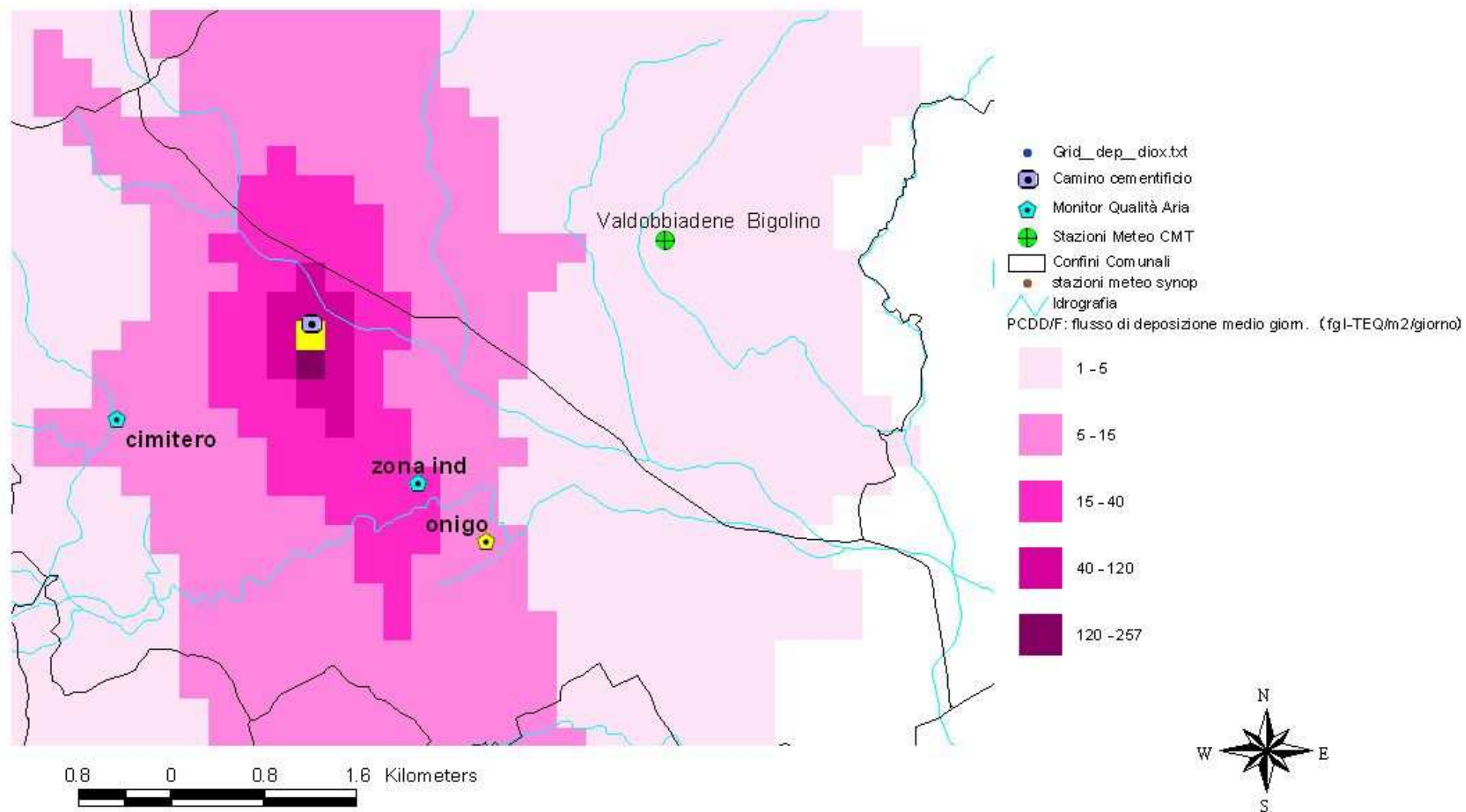


Figura 2-7 Stima modellistica del flusso di deposizione medio giornaliero di PCDD/PCDF (fg I-TEQ/m²/giorno) per il 2008.

3. Conclusioni

L'applicazione modellistica descritta nel presente documento ha trattato le emissioni di macro- e micro-inquinanti provenienti dal camino del forno (punto 16) del cementificio Rossi di Pederobba. La stima dei flussi di emissione dei macro-inquinanti (NO_x, CO, COT, HCL, HF, SO₂, PM) è stata ricavata dalle registrazioni orarie del sistema di monitoraggio in continuo (SME) mantenuto dalla ditta mentre i valori dei micro-inquinanti (metalli, IPA, PCDD/PCDF) sono stati ottenuti dai risultati analitici dei periodici autocontrolli operati dalla ditta e dai monitoraggi ispettivi a camino effettuati da ARPAV.

Il particolato (PM) emesso a camino è stato considerato, in termini cautelativi, interamente costituito da polveri PM₁₀ ipotizzando un diametro aerodinamico con media geometrica 0.48 µm; analogamente, i microinquinanti organici (IPA e diossine) ed inorganici (metalli) sono stati trattati come particolato, cioè ipotizzando che siano veicolati interamente da polveri con un diametro aerodinamico avente media geometrica 0.84 µm. Tale parametrizzazione è stata assunta secondo quanto adottato nel rapporto sugli inquinanti organici persistenti prodotto da *European Monitoring and Evaluation Programme* (EMEP, 2009).

Le simulazioni modellistiche hanno fatto uso del modello CALPUFF in catena al preprocessore meteorologico CALMET, che è indicato da EPA come riferimento per le applicazioni che riguardano il trasporto di inquinanti su lunghe distanze, oppure per applicazioni in 'campo vicino' quando sono importanti gli effetti dovuti alla variabilità meteorologica, alle calme di vento e all'orografia complessa. In questo senso, l'applicazione della catena CALMET/CALPUFF al presente caso studio è coerente con le linee guida stabilite dalla normativa italiana sulla tipologia dei modelli da utilizzare in domini di calcolo con significativa disomogeneità spaziale.

Le simulazioni modellistiche per il biennio 2007-2008 sono riferite alla configurazione modellistica 'ottimale' che prevede la trattazione dei campi meteo tridimensionali con CALMET a 250 m; la stima di concentrazione e deposizione degli inquinanti con CALPUFF a 250 m, l'utilizzo dello schema di dispersione degli inquinanti con parametri micro-meteorologici e 'trasformazione chimica' degli ossidi di azoto e la trattazione della variabilità oraria delle emissioni a camino.

Riassumiamo le principali conclusioni ricavate dall'analisi dei dati di stima ottenuti attraverso la configurazione modellistica 'ottimale' come sopra sinteticamente descritta:

- per tutti gli inquinanti, ad eccezione degli ossidi di azoto (NO₂ e NO_x), le stime di concentrazione stimate dal modello hanno evidenziato valori medi annuali molto bassi rispetto ai limiti normativi sulla qualità dell'aria (max 20% circa del valore limite per NO_x);
- per il biossido di azoto (NO₂) il 19° massimo orario (99.8° percentile della serie annua delle concentrazioni orarie) ha evidenziato un valore prossimo (per l'anno 2008) o di poco superiore (per l'anno 2007) al valore limite di 200 µg/m³ (DM 60/02).
- le stime dei valori massimi di concentrazione di alcuni inquinanti ritenuti critici per l'area in esame (polveri, IPA, diossine, metalli) sono risultate largamente inferiori (<<1%) sia ai valori normativi prescrittivi (ove presenti) che a valori reperiti in linee guida internazionali; analogamente le stime di deposizione non hanno mai superato il 10% dei valori di riferimento individuati;

- per tutti gli inquinanti considerati, le stime dei valori massimi di concentrazione e di deposizione sono riferibili ai punti più prossimi al camino del cementificio; in genere, si tratta di ‘punti di ricaduta’ compresi in un raggio di circa 400-500 metri di distanza dal camino di emissione con una componente direzionale ben individuabile lungo l’asse dell’alveo del fiume Piave.

Riferimenti bibliografici

- ARPAV, 2009. Simulazione modellistica della dispersione di inquinanti dal cementificio Rossi di Pederobba (Treviso). Dipartimento Provinciale di Padova, Osservatorio regionale Aria.
- ARPAV, 2009. La qualità dell'aria nel Comune di Pederobba. Seconda campagna di monitoraggio dal 31/12/08 al 25/02/09 e sintesi finale dei risultati. Dipartimento Provinciale di Treviso.
- ARPAV, 2008. La qualità dell'aria nel Comune di Pederobba. Prima campagna di monitoraggio dal 02/02/08 al 06/05/08. Dipartimento Provinciale di Treviso.
- DLgs 03/08/07, 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. *Suppl. Ord. GU 13/09/07, n. 213*.
- DM 02/04/02 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 benzene e monossido di carbonio. *GU 13/04/02, n. 87*.
- EMEP, 2009. Persistent Organic Pollutants in the Environment. Status Report 3/09. Joint MSC-E & CCC Report. http://www.msceast.org/reps/3_2009.zip
- EPA, 2005, Federal Register/ Vol. 70, No. 216/ Rules and Regulations 68257 (Appendix W), November 2005. http://www.epa.gov/scram001/guidance/guide/appw_05.pdf
- LAI, 2004. Bericht des Länderausschusses für Immissionschutz (LAI). Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe. <http://www.lanuv.nrw.de/gesundheit/pdf/LAI2004.pdf>
- Luft T.A., 2002. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Versione inglese (draft) http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft_engl.pdf
- NIOSH, Pocket Guide To Chemical Hazards. National Institute for Occupational Safety and Health. <http://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html>
- Scire J.S., D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, 2001. A user's Guide for the CALPUFF Dispersion Model, Earth Tech, Concord, MA.
- Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E., and Yamartino R.J., 2000. A User's Guide for the CALMET Meteorological Model. Earth Tech, Inc., Concord, M.
- SEPA, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Environmental Assessment and Appraisal of BAT. Horizontal Guidance Note IPPC H1 Version 6 July 2003, Scottish Environmental Protection Agency. Bristol.
- Viviano G., Mazzoli P. e Settimo G., 2006. Microinquinanti organici e inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali. Rapporto ISTISAN 06/43.
- WHO, 2000. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, World Health Organization, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen. http://www.euro.who.int/air/activities/20050223_4



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TREVISO

Via Santa Barbara, 5/a, 35100 Treviso, Italy

tel.: +39 0422 558502 - fax: +39 0422 558516

e-mail: daptv@arpa.veneto.it