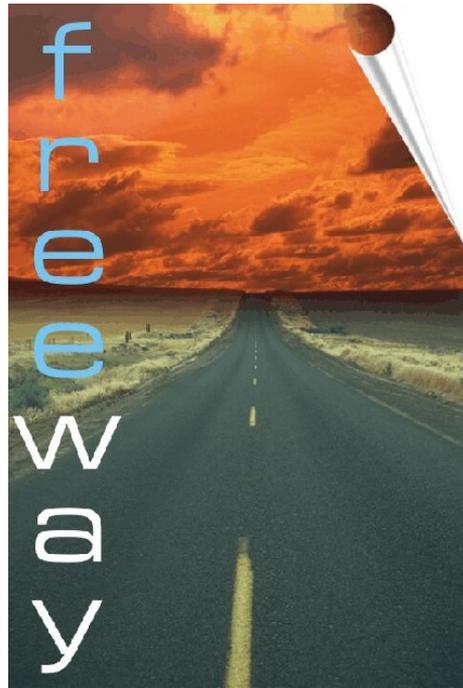


Acronimo progetto: **FREEWAY**

Numero: LIFE04 ENV/IT/000547



Titolo: Dimostrare la riduzione di emissioni dei gas serra e dei livelli di inquinamento atmosferico attraverso una pianificazione **omeostatica** della viabilità volta al bilanciamento del traffico stradale.

Linda Passoni, Vanes Poluzzi  
Eccellenza Ecosistemi Urbani e Industriali  
Sezione Provinciale di Bologna

30 giugno 2007



## *Indice*

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ANALISI DEI DATI CON IL MODELLO ADMS-URBAN</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Simulazioni relative al trimestre Ottobre – Dicembre 2006</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Interpretazioni e valutazioni dei dati</b>	<b>9</b>
<b>2.3</b>	<b>Simulazioni relative al 1 - 15 marzo 2007 e al 16 - 31 maggio 2007</b>	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b>Interpretazioni e valutazioni dei dati</b>	<b>18</b>
<b>3.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>23</b>

## 1. Introduzione

Il problema del traffico in città, come l'area metropolitana di Bologna, è rilevante e richiede interventi strutturali per una sua soluzione. L'area oggetto di studio (la SP3 – Trasversale di pianura) può costituire un importante sito di sperimentazione di soluzioni innovative di gestione del traffico che apportino un beneficio ambientale sostenibile. Il consorzio Freeway è costituito da 4 partecipanti: Provincia di Bologna (Settore Viabilità) in qualità di beneficiario, Sintra S.p.A., Famas System S.p.A. e Arpa in qualità di partner. In progetto Freeway, della durata di 30 mesi, mira a determinare la correlazione, ancora non chiara, tra condizioni del traffico e concentrazioni di inquinanti in atmosfera e sperimentare soluzioni di razionalizzazione sostenibile del traffico, che non richiedano il blocco della circolazione o il rinnovo del parco autoveicoli circolante.

Una diminuzione sensibile delle emissioni da traffico può essere ottenuta sia diminuendo la domanda di traffico, sia introducendo mezzi di trasporto non inquinanti, ma una soluzione ottimale a costi minimi può essere raggiunta gestendo in modo sostenibile i flussi di traffico riducendo i tempi di percorrenza in una area delimitata di studio.

Freeway, inoltre, ha studiato come dimostrare la trasferibilità della gestione dei flussi di traffico in altre aree analoghe, sulla base dell'astrazione del modello di reticolo stradale e sulla conseguente composizione semantica dei contenuti dei messaggi che indicano sempre e soltanto una strada alternativa. In questo modo ha dimostrato che tale approccio è fattibile, anche se una azione di contestualizzazione andrebbe sempre fatta per suggerire in modo sintetico il migliore percorso.

L'infrastruttura implementata per la dimostrazione ha interessato 18 centraline di monitoraggio, di cui tre ambientali e una meteo, l'integrazione di 8 pannelli a messaggio variabile per le deviazioni del traffico e un centro di controllo Freeway (FWCC), gestito dal personale specializzato del Settore viabilità della Provincia di Bologna.

Il centro di controllo è stato espressamente progettato per la raccolta dei dati dalle centraline di monitoraggio, attraverso rete privata di comunicazione mobile GPRS, per le successive elaborazioni e per la selezione del messaggio appropriato da mostrare sul pannello a messaggio variabile di pertinenza. I messaggi esposti sui pannelli vengono automaticamente attivati sulla base delle condizioni di flusso rilevate nei periodi di riferimento, definiti di 15 minuti. Tali periodi sono stati scelti perché meglio consentono di caratterizzare le condizioni di flusso e quindi di esporre i messaggi più indicati. Il tempo di ritardo tra acquisizione dei dati ed invio del messaggio è di 15 minuti, per cui si può affermare che l'intero sistema opera in modalità "*quasi tempo reale*". Il sistema pilota coinvolge operatori pubblici addetti alla viabilità come cantonieri e polizia stradale, per aiutare il rapporto con l'utenza. Nella figura 1 è riportata la mappa della zona di interesse dove sono indicate le centraline di monitoraggio dei flussi di traffico e ambientali e i pannelli a messaggio variabile.

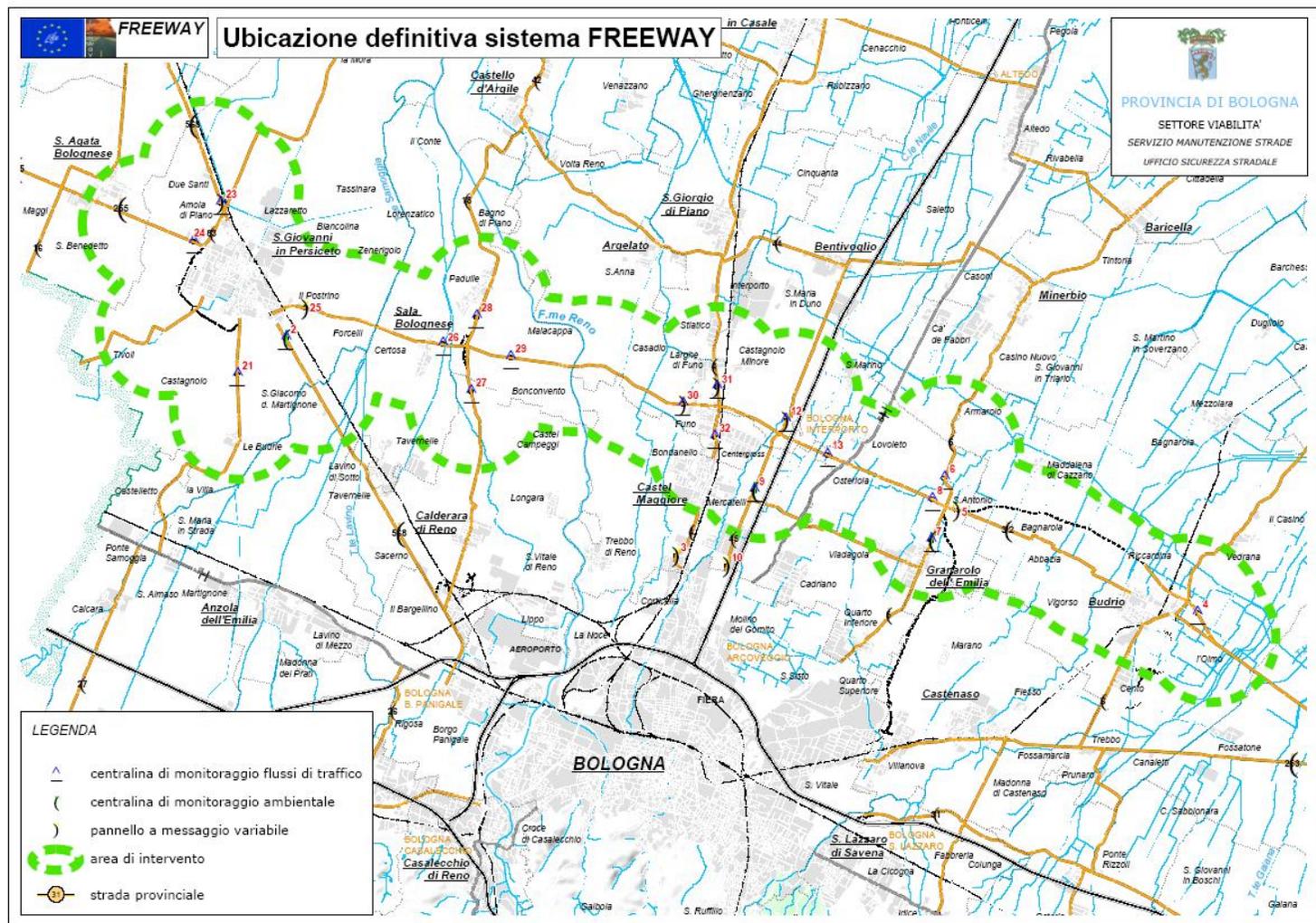


Fig. 1 Mappa della zona di interesse dove sono indicate le centraline di monitoraggio sia dei flussi di traffico che ambientali e i pannelli a messaggio variabile.

Il sistema di gestione delle misurazioni provenienti dalle centraline calcola la quantità di veicoli circolanti per ogni tratto e determina l'accensione del pannello medesimo, il messaggio trasmesso dipende dalle condizioni di traffico verificate e dal senso di marcia (corsia) in cui tale evento si è verificato. Nella tabella 1 sono forniti i messaggi del pannello 3. Sono stati preconfigurati 4 messaggi, per 4 differenti condizioni del traffico. Ogni condizione può essere relativa ad uno o più centraline di monitoraggio.

Per esempio il messaggio 3a, cioè il primo messaggio del pannello 3, *si accende* quando le centraline 32 e 9 per un particolare senso di marcia (corsia) misurano un volume di autoveicoli rispettivamente superiore a 225 e minore a 150 nei 15 minuti di misurazione. Viene acceso invece il messaggio 3c quando sono le centraline 12 e 31 a segnalare rispettivamente il superamento e il non superamento della condizione limite. Il numero assegnato alle centraline è chiaramente visibile nella figura 10 a pagina 15.

PANNELLO NUMERO 3		
	caratteri	condizioni
SP4 TRAFF. INTENSO PER SAN GIORGIO SEGUIRE SP45-SP44	18 15 17	se 32 dir. S.Giorgio (1) >225veicoli/15' e 9 dir Bentivoglio (1) <150 veic/15'
3a		OPPURE se 31 dir. S.Giorgio (1) >225veicolii in 15' e 12 dir Bentivoglio (1) <150 veic/15'
SP45 TRAFF.INTENSO PER SP3 SI CONSIGLIA SP4	18 10 13	se 9 dir Bentivoglio (1) >225 veic/15' e 32 dir. S.Giorgio (1) <150 veicolii in 15'
3b		
SP45 TRAFF.INTENSO PER BENTIVOGLIO CONSIGLIA SP4	18 15 13	se 12 dir Bentivoglio (1) >225 veic/15' e 31 dir. S.Giorgio (1) <150veicolii in 15'
3c		
SP3 TRAFF. INTENSO PER BUDRIO SI CON_ SIGLIA SP46-SP5	18 18 15	se 13 Dir Budrio (1) >225veic/15' e 7 dir Minerbio (1) <150veic/15'
3d		OPPURE se 9 dir Bentivoglio (1) >225 veic/15' e 7 dir Minerbio (1) <150veic/15'

Tab. 1 Messaggi del pannello 3.

L'obiettivo specifico di Freeway è stato quello di stabilire una correlazione tra concentrazioni di inquinanti in atmosfera e condizioni di traffico, utilizzando il modello di simulazione ambientale ADMS-Urban, sviluppato dal CERC (Cambridge Environmental Research Consultants Ltd), in particolare simulando i valori medi di NO<sub>2</sub> sia con pannelli accesi che spenti.

Dal punto di vista ambientale è stato interessante analizzare come le varie tipologie di condizioni di traffico: code, velocità media, velocità di punta, accelerazioni si

riflettano sull'inquinamento atmosferico a livello stradale.

Il principale risultato atteso era la riduzione dell'inquinamento complessivo in misura del 5-10% durante la messa a regime dell'intero sistema. Una campagna di sensibilizzazione degli automobilisti ha avuto un ruolo fondamentale nell'esperimento pilota; inoltre il colloquio coordinato con i funzionari pubblici dei Comuni oggetto della dimostrazione ha costituito un altro risultato importante del progetto. I dati raccolti nella fase di sperimentazione non hanno purtroppo fornito indicazioni in tal senso, ma per avere delle stime significative è necessario che il sistema funzioni a regime ancora per 12 mesi, unitamente alla collaborazione con i sindaci dei Comuni interessati dal sistema Freeway per emettere ordinanze sulla circolazione stradale in linea con le indicazioni provenienti dalle misure di campo.

Il sito web del progetto è visibile al seguente indirizzo: [www.freeway-life.com](http://www.freeway-life.com). ed è stato inoltre realizzato un video digitale che evidenzia tutte le fasi del progetto, in particolare "il sistema Freeway" funzionante direttamente nell'area di sperimentazione.

## **2. Analisi dei dati con il modello ADMS-Urban**

L'Eccellenza Ecosistemi Urbani e Industriali dell'Arpa Emilia-Romagna ha effettuato le simulazioni delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>, parametro normato dal DM60/2002, sull'area di intervento con il modello Gaussiano avanzato ADMS-Urban sviluppato dal CERC (Cambridge Environmental Research Consultants Ltd).

I dati meteorologici orari del periodo di simulazioni sono forniti dal modello meteorologico LAMI, versione italiana del modello non-idrostatico ad area limitata Lokal Modell. Implementato e gestito da ARPA – SIM (Servizio IdroMeteorologico), il modello LAMI produce due volte al giorno previsioni meteorologiche per tutta l'Italia, con una risoluzione orizzontale di 7 Km.

Sono stati utilizzati i valori medi orari delle seguenti grandezze meteorologiche: velocità del vento (m/s), direzione del vento (°), radiazione solare incidente (W/m<sup>2</sup>) e flusso di calore sensibile (W/m<sup>2</sup>).

A partire da tali flussi si è proceduto alla disaggregazione del parco veicolare tramite la classificazione Copert dell'anno 2005 fornita dall'ACI per la provincia di Bologna. Sono stati utilizzati i fattori di emissione Corinair 2000 per il calcolo delle emissioni di NO<sub>x</sub>.

Le concentrazioni dei valori orari di fondo dell'inquinante NO<sub>2</sub>, intendendo con tale terminologia le concentrazioni attribuibili sia al trasporto dell'inquinante dall'esterno all'interno del dominio che ad altre fonti di emissioni non prese in considerazione dal modello, sono state fornite dal sistema modellistico NINFA (Network dell'Italia del Nord per previsioni di smog Fotochimico e Aerosol). Tale sistema si basa sulla versione regionale del modello di trasporto chimico Chimere, abbinata al modello meteorologico LAMI. Il sistema, implementato e gestito da ARPA-SIM, produce ogni giorno mappe di concentrazione di PM10, Ozono e NO<sub>2</sub>, per il giorno precedente

(analisi) e le successive 72 ore (previsione).

A partire dalle emissioni calcolate di NO<sub>x</sub> si è ricavato il valore medio orario di NO<sub>2</sub> del periodo simulato applicando, durante la simulazione, lo schema chimico GRS (Generic Reaction Set) costituito da otto reazioni chimiche che descrivono il ciclo fotochimico dell'Ozono.

## 2.1 Simulazioni relative al trimestre Ottobre – Dicembre 2006

Nella figura 2 è riportata in rosso la zona di intervento del progetto che racchiude le strade, evidenziate in verde e in giallo, coinvolte nel progetto stesso. Le strade in giallo rappresentano le tre direttrici per le quali si effettua la simulazione relativa al trimestre Ottobre – Dicembre 2006, utilizzando i dati di flusso di traffico misurati dalle centraline indicate con il triangolo azzurro (S. Giovanni in P., Castel Maggiore e Granarolo) nella figura 2. Le due simulazioni, oggetto di questo rapporto, prendono in considerazione sole le tre strade monitorate, senza contemplare il contributo, relativo all'impatto sull'atmosfera, delle strade limitrofe, per le quali non sono disponibili i dati di flusso.

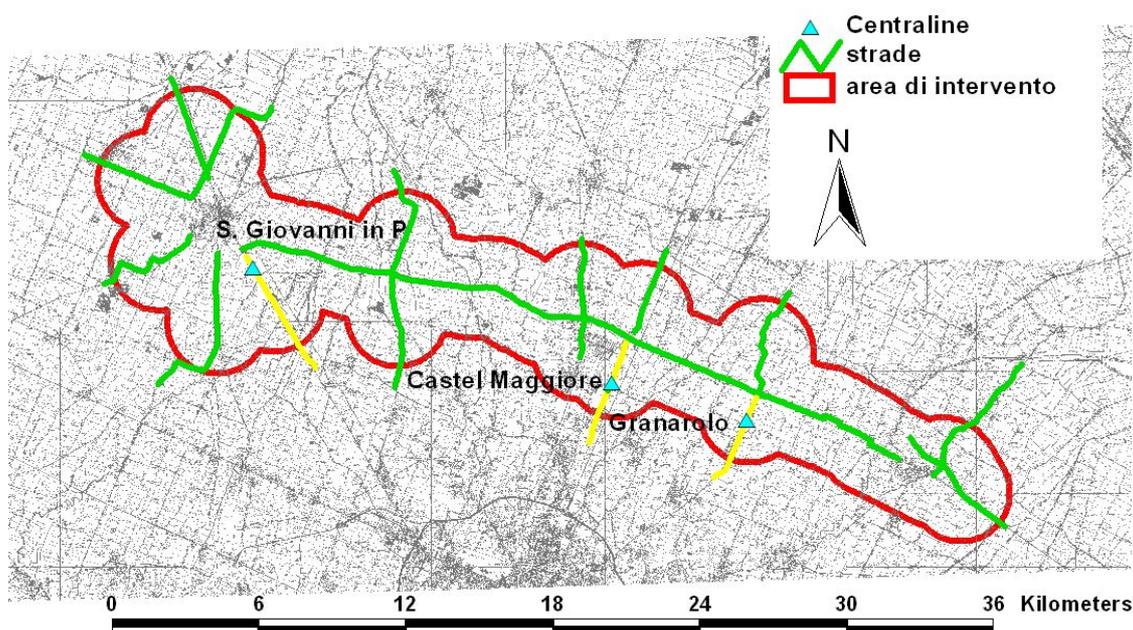


Fig. 2 Zona di intervento dove in verde e giallo sono riportate tutte strade coinvolte nel progetto.

Nella prima simulazione, le emissioni delle tre strade sono state calcolate considerando le singole direttrici come costituite ciascuna da un unico arco. Nella figura 3 si nota come l'emissione maggiore proviene dalla strada di San Giovanni in Persiceto con 24

t/a di NOx, segue poi la strada di Castel Maggiore con 21 t/a di NOx e infine la strada di Granarolo con 14 t/a di NOx. Le emissioni risultano proporzionali alla lunghezza della strada e al flusso medio giornaliero misurato nel periodo di interesse come si può vedere nella tabella 2.

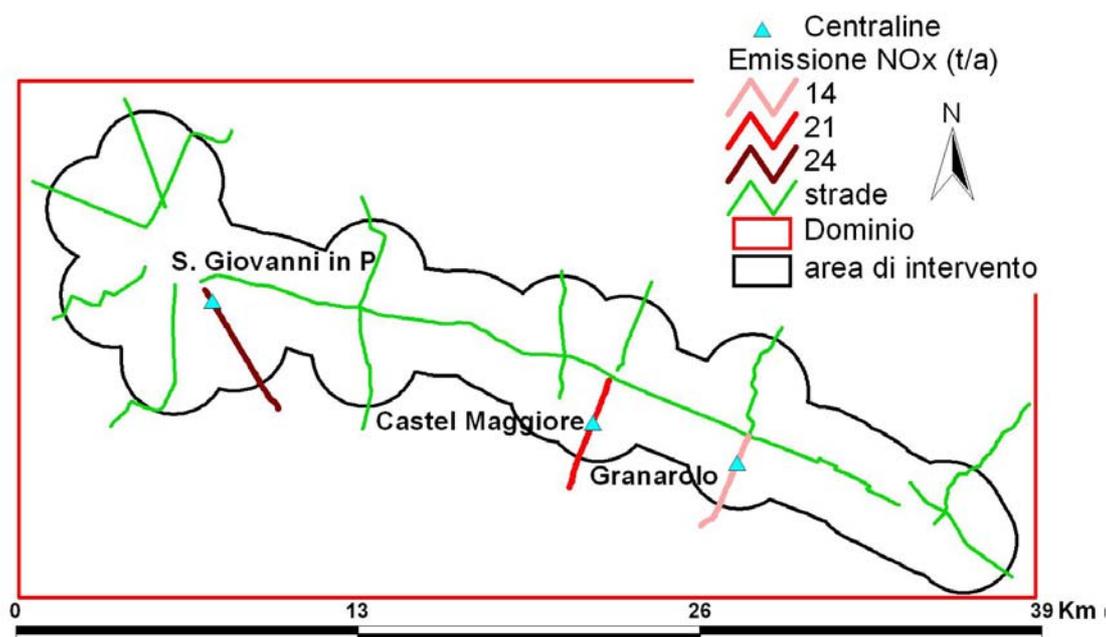


Fig. 3 Dominio della simulazione della zona d'interesse.

Nome strada	NOx (t/a)	Lunghezza della strada (km)	Valore medio giornaliero del flusso di traffico nel trimestre Ottobre-Dicembre
<i>San Giovanni in P.</i>	24	5.4	17934
<i>Castel Maggiore</i>	21	4.7	17302
<i>Granarolo</i>	14	4	14203

Tab. 2 Emissioni, lunghezza e flussi di traffico delle tre strade considerate.

Il run del modello è stato effettuato nel trimestre che va dal 1 Ottobre al 31 Dicembre 2006 per il quale sono disponibili i dati dei flussi orari di traffico misurati dalle tre

centraline. Il dominio di simulazione del modello, evidenziato in rosso nella figura 3, è di 39 km x 20 Km con un passo griglia di 1300m x 660m in modo tale che tutta l'area di intervento cada nel dominio di calcolo.

## 2.2 Interpretazioni e valutazioni dei dati

Per il calcolo delle concentrazioni il modello richiede di suddividere l'emissione calcolata per una singola strada nei singoli archi che costituiscono la strada stessa. Quindi, ad esempio, l'emissione di 24 t/a di NO<sub>x</sub> della strada di S. Giovanni è stata suddivisa in 0.50 t/a per ciascuno dei 47 archi che costituiscono la strada stessa. Nella prima simulazione tali suddivisioni sono state dunque effettuate senza tener conto della lunghezza di ciascun arco, associando così valori di emissioni costanti indipendentemente dalla lunghezza.

Nella figura 4 vengono riportate le isoconcentrazioni del valore medio orario trimestrale (Ottobre – Dicembre) di NO<sub>2</sub>.

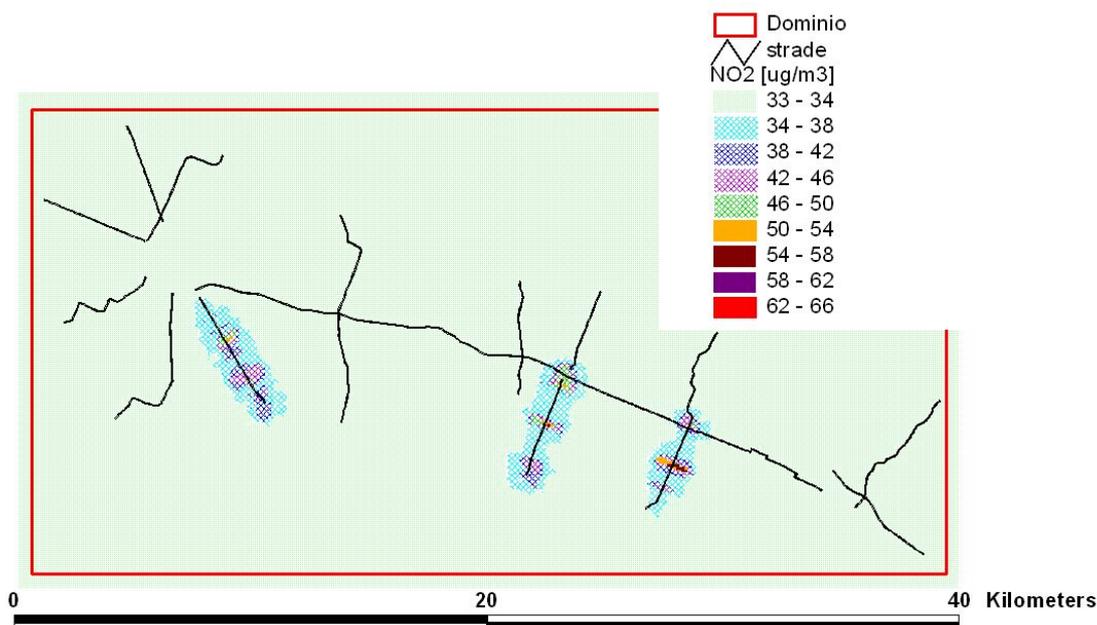


Fig. 4 Mappa delle isoconcentrazioni del valore medio trimestrale di NO<sub>2</sub> in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I risultati ottenuti da questa prima simulazione sono da considerarsi ancora non esaustivi poiché il modello deve essere testato nelle sue potenzialità al fine di avere la migliore rappresentazione possibile. Tuttavia i risultati ottenuti, che variano dai 33 ai 66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , risultano di poco inferiori ai dati ottenuti per lo stesso periodo temporale nelle due centraline di qualità dell'aria di ARPA presenti nelle aree urbane dei comuni di Castel Maggiore e Granarolo, i cui valori medi risultano rispettivamente 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tale motivo è da ricercarsi nel fatto che le aree dei centri urbani sono normalmente più interessate da valori di NO<sub>2</sub> più alti rispetto alle aree rurali poste nelle immediate vicinanze. Inoltre è da ricordare che nell'area di interesse mancano i contributi di emissione di tutte le strade, ad eccezione di quelle analizzate, alcune delle quali presentano un grande impatto ambientale, come ad esempio l'autostrada e la strada statale 64 (Porrettana).

La seconda simulazione è stata poi effettuata calcolando direttamente le emissioni in funzione delle lunghezze dei singoli archi stradali che costituiscono le tre strade considerate. Nella figura 5 sono riportate le emissioni calcolate per ciascun arco.

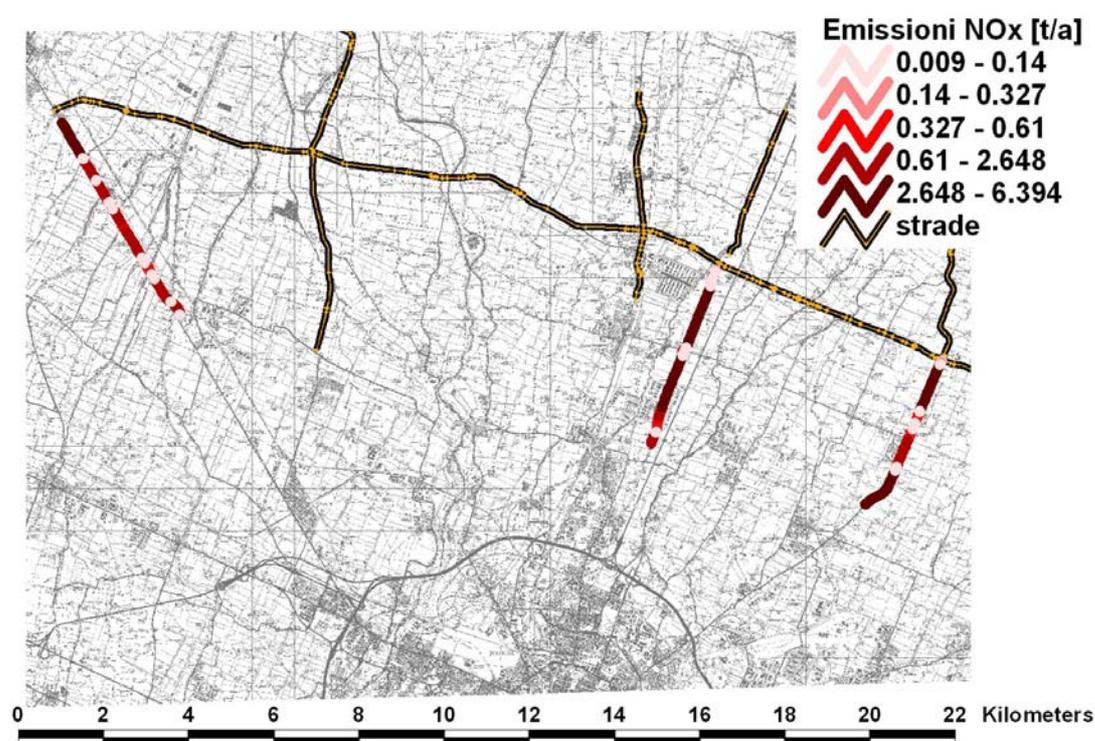


Fig. 5 Emissioni di NOx (t/a) calcolate per ogni singolo arco stradale.

Le nuove isoconcentrazioni di NO<sub>2</sub> calcolate sono riportate in figura 6. Si può notare come le nuove concentrazioni siano distribuite lungo la strada in modo più omogeneo rispetto alle prime simulazioni (figura 4). Infatti le vecchie concentrazioni presentavano dei punti di accumulo negli archi di corta lunghezza.

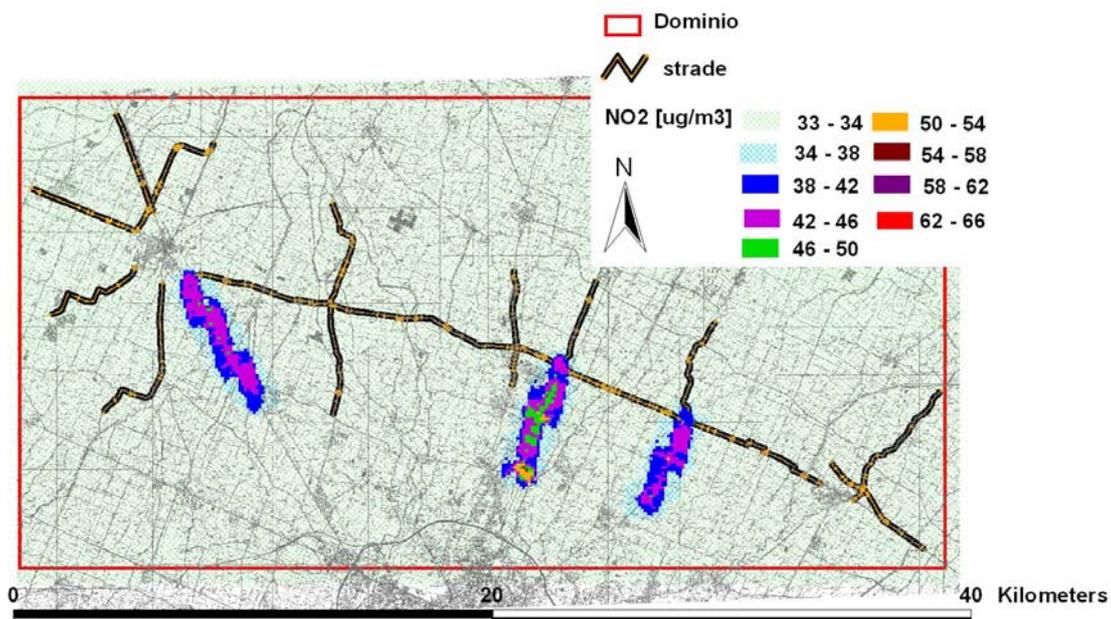


Fig. 6 Mappa delle nuove isoconcentrazioni del valore medio trimestrale di NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>).

Inoltre sono state effettuate delle simulazioni considerando una sola strada alla volta, andando così a zoomare le concentrazioni simulate delle singole direttrici.

Nella figura 7 sono riportate le isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> della strada di San Giovanni, calcolate in un dominio di 5.7 Km x 6.6 Km con un passo griglia di 58 m x 66 m.

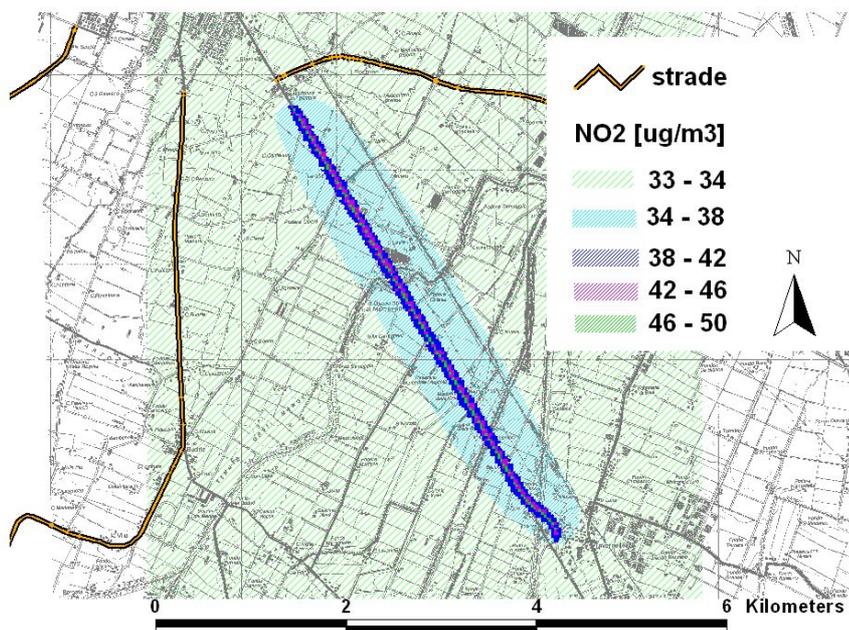


Fig. 7 Isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>) della strada di San Giovanni

Nella figura 8 sono riportate le isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> della strada di Castel Maggiore, calcolate in un dominio di 2 Km x 4.5 Km con un passo griglia di 20 m x 45 m.

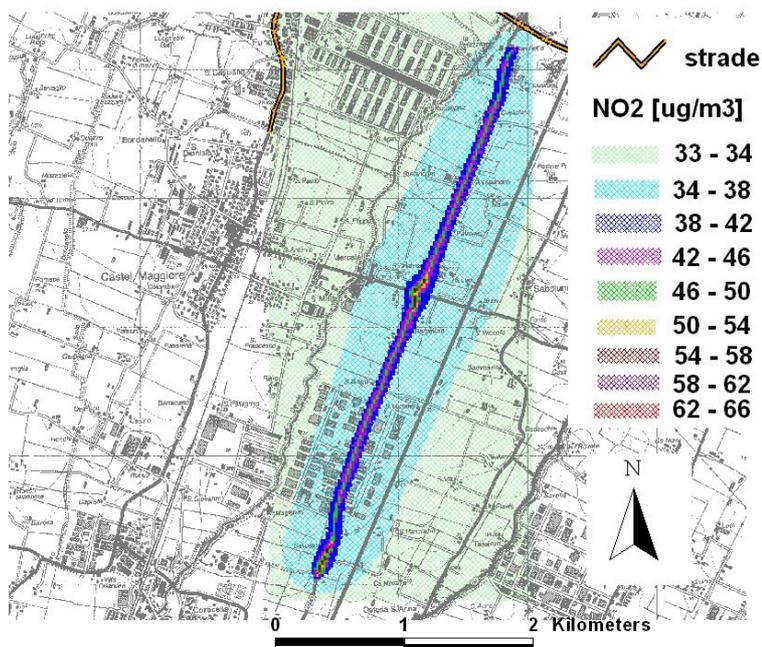


Fig. 8 Isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>) della strada di Castel Maggiore

Nella figura 9 sono riportate le isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> della strada di Granarolo calcolate in un dominio di circa 4 Km x 5.4 Km con un passo griglia di 42 m x 54 m.

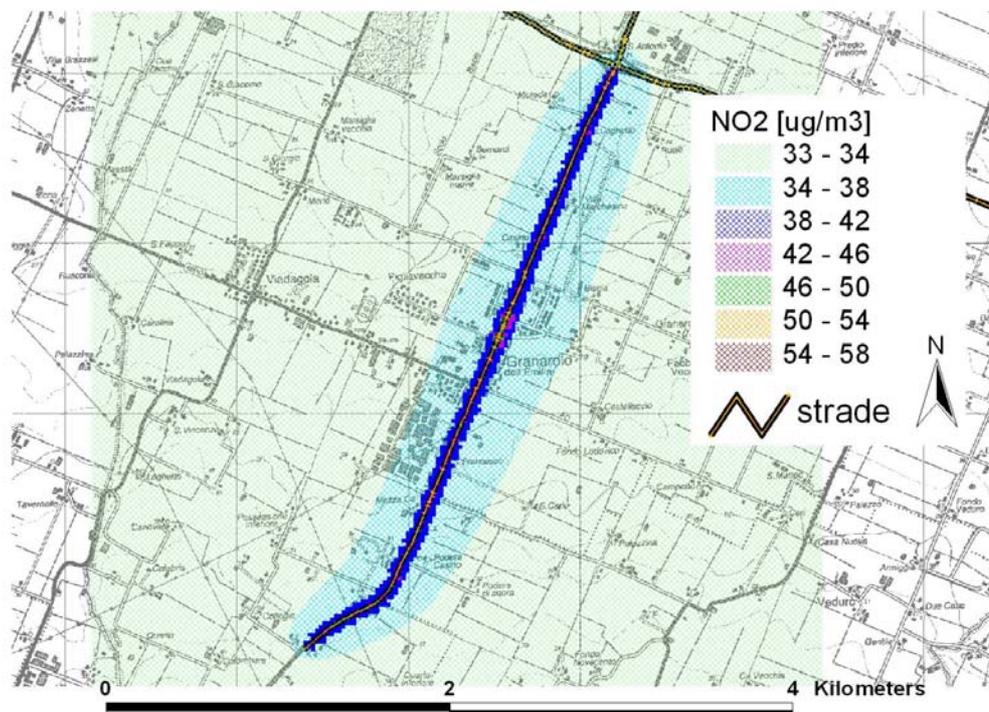


Fig. 9 Isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>) della strada di Granarolo.

### 2.3 Simulazioni relative al 1 - 15 marzo 2007 e al 16 - 31 maggio 2007

Nella figura 10 è riportata in rosso la zona di intervento del progetto che racchiude le strade, evidenziate in nero, coinvolte nel progetto stesso. Le strade rappresentano le direttrici per le quali si effettua la simulazione relativa ai primi 15 giorni di marzo e agli ultimi 15 giorni di maggio con i pannelli a messaggio variabile rispettivamente spenti ed accesi, utilizzando i dati di flusso di traffico misurati dalle 18 centraline indicate con il pallino rosso nella figura 10.

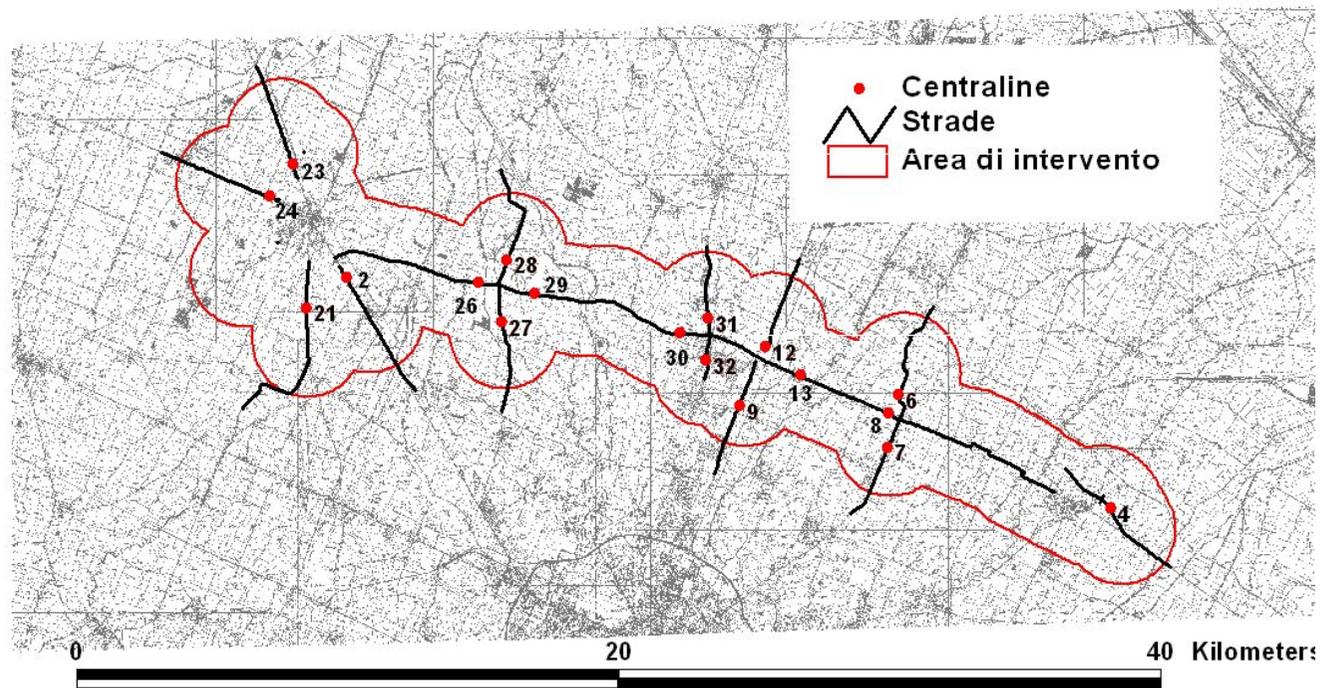


Fig. 10 Zona di intervento dove in nero sono riportate le strade coinvolte nel progetto.

Nella tabella 3 vengono riportate le emissioni di NO<sub>x</sub> in tonnellate annue calcolate per ciascuna strada nei 15 giorni con pannelli spenti e nei 15 giorni con pannelli accesi.

	Nome strada	Lunghezza della strada (km)	1 – 15 marzo 2007 pannelli <b>spenti</b>				16 – 31 maggio 2007 pannelli <b>accesi</b>				Differenza % traffico	Differenza % veicoli pesanti	<b>Differenza % emissioni</b>
			Valore medio del flusso di traffico giornaliero	Veicoli pesanti	% veicoli pesanti	NOx (t/a)	Valore medio del flusso di traffico giornaliero	Veicoli pesanti	% veicoli pesanti	NOx (t/a)			
1	02_sp568_San Giovanni in P.	5.4	17981	1671	9	35	18342	1687	9	35	2	1	0
2	09_sp45_Castel Maggiore	4.7	18386	2177	12	33	19092	2251	12	35	4	3	6
3	07_sp5_Granarolo	4.1	14624	1363	9	21	14794	1333	9	21	1	-2	0
4	23_sp568_Amola di Piano	4.1	11443	1397	12	18	11807	1427	12	18	3	2	0
5	30_sp3_Funo_Ovest (trasversale di pianura)	4.6	18344	3450	19	37							
6	12_sp45_Bologna Interporto	2.8	10150	688	7	9	10432	714	7	9	3	4	0
7	06_sp5_S. Antonio Nord	4.5	8149	649	8	13	8409	655	8	13	3	1	0
8	24_sp255_S. Giovanni P. Ovest	4.3	14716	2135	15	28	15876	2283	14	30	7	6	7
9	29_sp3_Sala Bolognese Est (trasversale di pianura)	3.6	17736	3285	19	28	19319	3583	19	31	8	8	10
10	28_sp18_Padulle	4.7	8044	835	10	13	8115	823	10	13	1	-1	0
11	32_sp4_Funo	2	24061	1222	5	15	25113	1387	6	16	4	12	6
12	27_sp18_Sala Bolognese Sud	3.9	10588	1696	16	17	11130	1832	16	17	5	7	0
13	21_sp2_S. Giovanni P.	5.5	7826	764	10	11	8367	819	10	12	6	7	8
14	08_sp3_S. Antonio Ovest (trasversale di pianura)	10.1	13373	2054	15	53	14137	2137	15	55	5	4	4
15	4_sp3_Budrio (trasversale di pianura)	5	4547	705	16	9	4791	721	15	10	5	2	10
16	26_sp3_Sala Bolognese (trasversale di pianura)	7.1	14890	2428	16	44	15727	2565	16	46	5	5	4
17	13_sp3_Lovoleto (trasversale di pianura)	4.1	17948	3061	17	33	17927	2941	16	32	0	-4	-3
18	31_sp4_Funo Nord	3.3	22771	2093	9	27	22321	2064	9	26	-2	-1	-4

Tab. 3 Emissioni, flussi di traffico delle 18 strade considerate con i corrispondenti aumenti o diminuzioni di emissioni nei due periodi di studio.

I nomi delle strade riportati in tabella sono preceduti dal corrispondente numero della centralina dalla quale sono stati presi i flussi di traffico. Si può osservare come i tratti di strada con maggiori emissioni sono due tratti della trasversale di pianura: S. Antonio Ovest in corrispondenza della centralina n. 8 e Sala Bolognese in corrispondenza della centralina n. 26.

I flussi di massa emessi dal traffico risultano non solo proporzionali alla lunghezza della strada e al flusso medio giornaliero misurato nel periodo di interesse ma anche alla componente di traffico pesante: ad esempio il tratto sp3 di Funo Ovest, in corrispondenza della centralina n. 30, risulta avere una emissione di 37 t/a contro le 33 t/a del tratto sp45 di Castel Maggiore, il quale presenta sia una lunghezza che un flusso giornaliero leggermente superiore al tratto sp3 di Funo Ovest stesso.

Non è stato possibile calcolare le emissioni del tratto sp3 di Funo Ovest, in corrispondenza della centralina n. 30 per il periodo dei pannelli accesi per problemi tecnici alla centralina.

Nella tabella sono riportate anche le percentuali dell'eventuale aumento o diminuzione del traffico, dei veicoli pesanti e delle emissioni nei due periodi d'interesse. Le differenze in percentuale di emissioni nel periodo fra pannelli spenti e accesi vengono riportate anche nella figura 11.

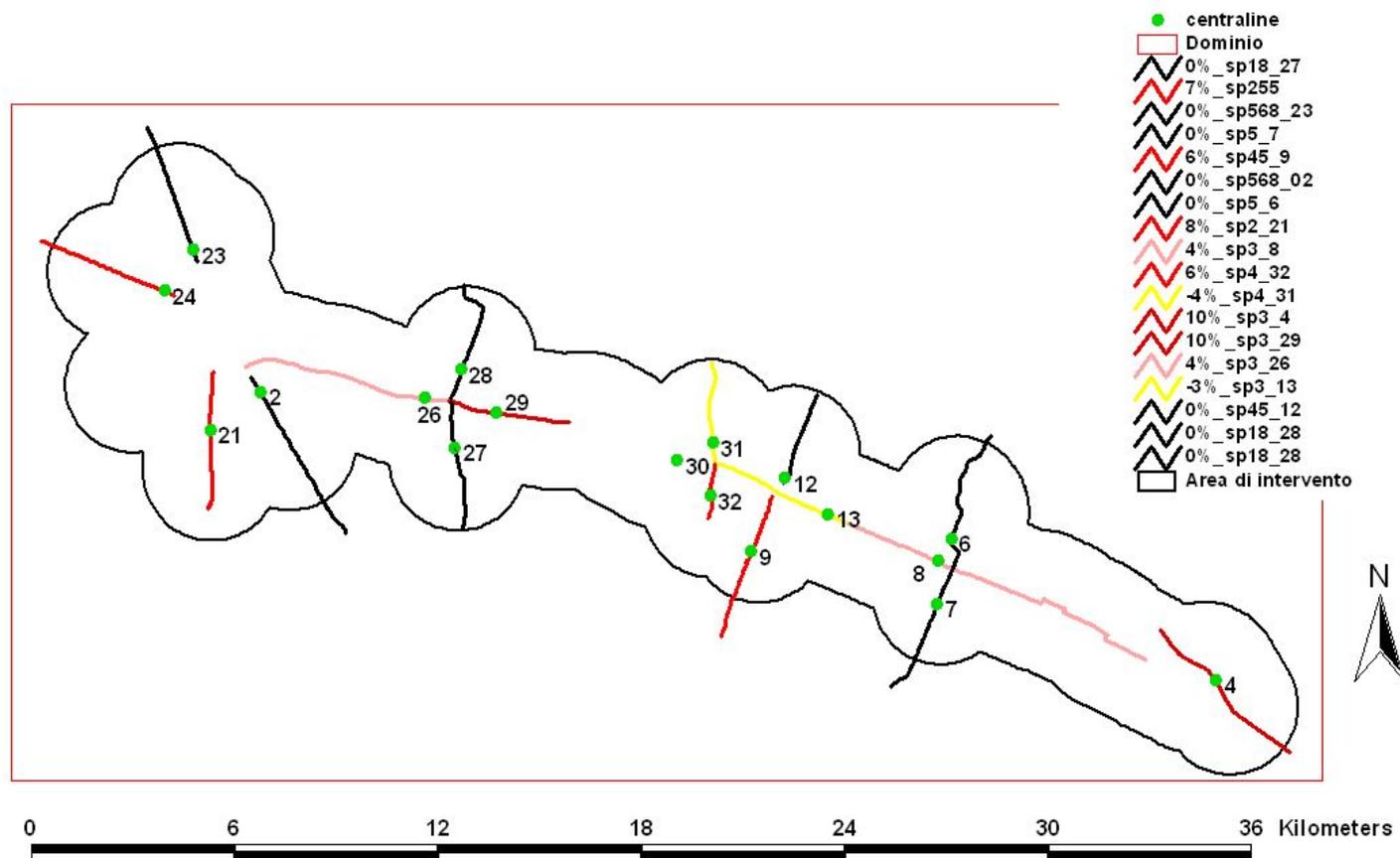


Fig. 11 Differenze in percentuali delle emissioni nel periodo con pannelli spenti e accesi.

Il dominio di simulazione del modello, evidenziato in rosso nella figura 11, è di 39 km x 20 Km con un passo griglia di 1300m x 660m in modo tale che tutta l'area di intervento cada nel dominio di calcolo.

Il run del modello è stato effettuato per i primi 15 giorni di marzo e per gli ultimi 15 giorni di maggio 2007 per i quali sono disponibili i dati dei flussi orari di traffico a pannelli rispettivamente spenti e accesi misurati dalle 18 centraline. Per i due periodi di simulazione è stata utilizzata la stessa meteorologia e gli stessi valori di concentrazioni di "fondo" in modo tale che l'eventuale differenza di qualità dell'aria è da attribuire solo alla variazione dei flussi di traffico. I dati sia della meteorologia che dei valori di fondo si riferiscono ai primi 15 giorni di marzo.

#### **2.4 Interpretazioni e valutazioni dei dati**

La simulazione è stata poi effettuata calcolando direttamente le emissioni in funzione delle lunghezze dei singoli archi stradali che costituiscono le 18 strade considerate.

Le isoconcentrazioni di NO<sub>2</sub> calcolate per i primi 15 giorni di marzo sono riportate in figura 12.

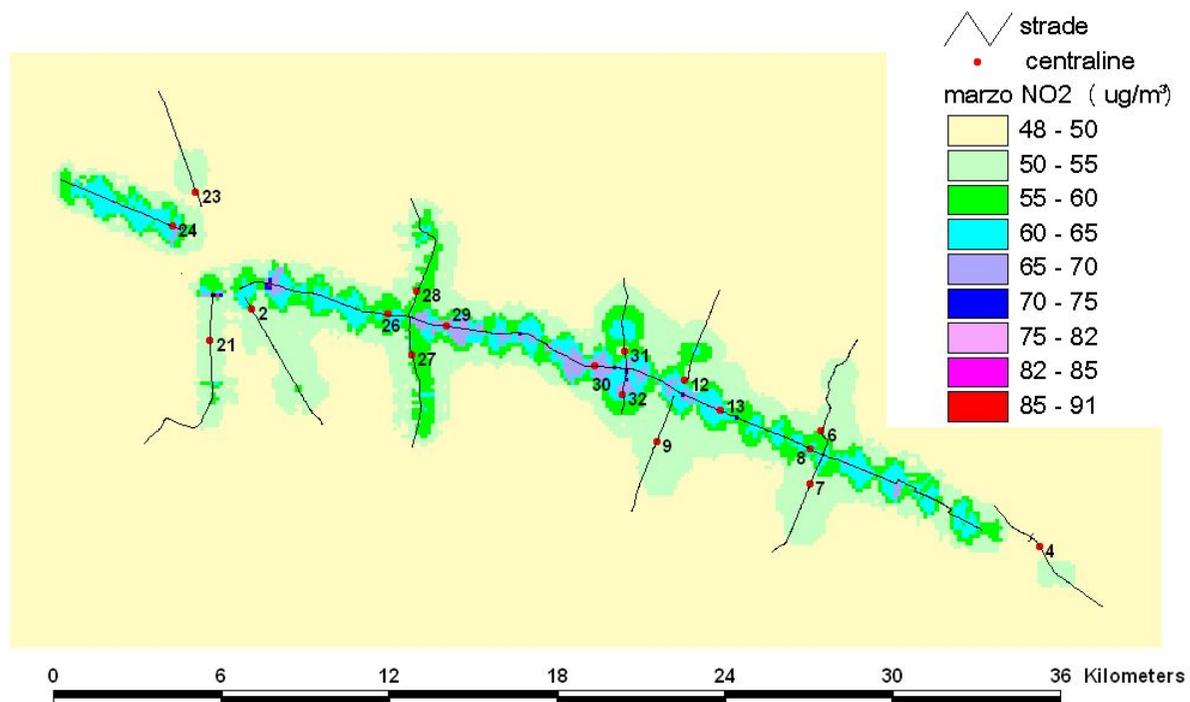


Fig.12 Mappa delle isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>) nei primi 15 giorni di marzo, con pannelli spenti

Nella figura 13 sono riportate le isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> negli ultimi 15 giorni di maggio.

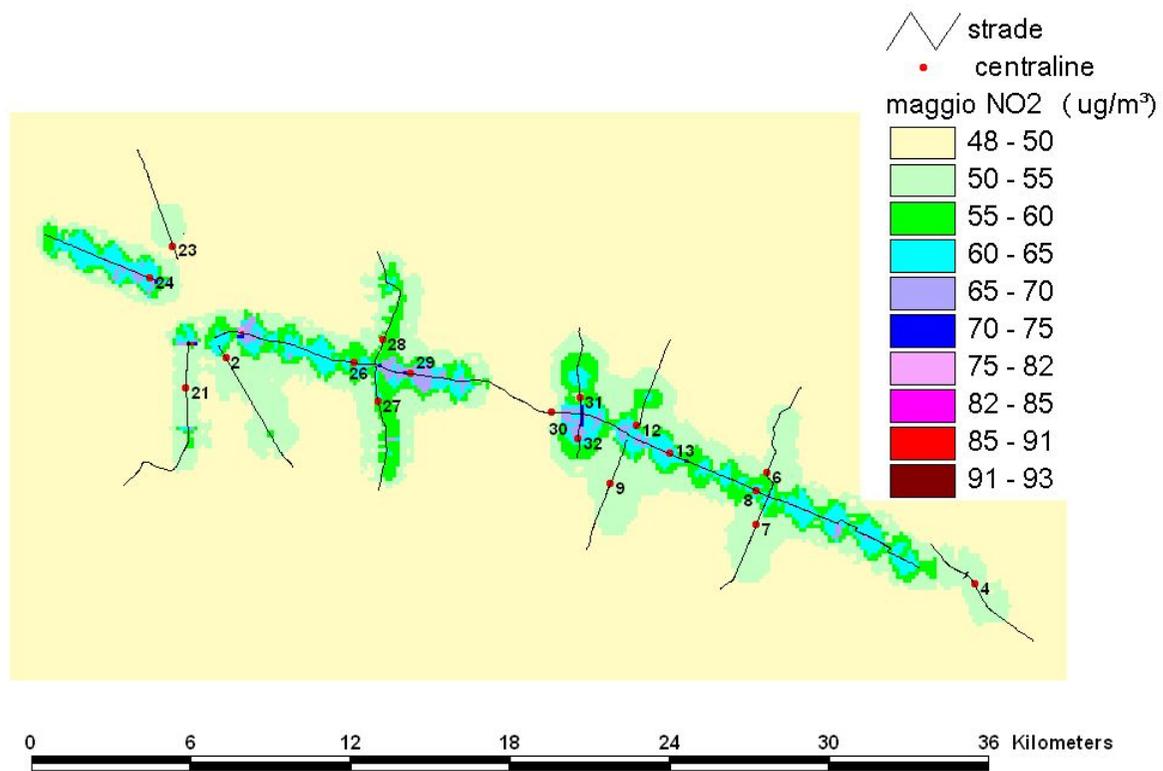


Fig.13 Mappa delle isoconcentrazioni del valore medio di NO<sub>2</sub> (ug/m<sup>3</sup>) negli ultimi 15 giorni di maggio, con pannelli accesi

Nella figura 14 sono riportate le differenze in percentuale del valore medio di NO<sub>2</sub> nel periodo con pannelli spenti e accesi.

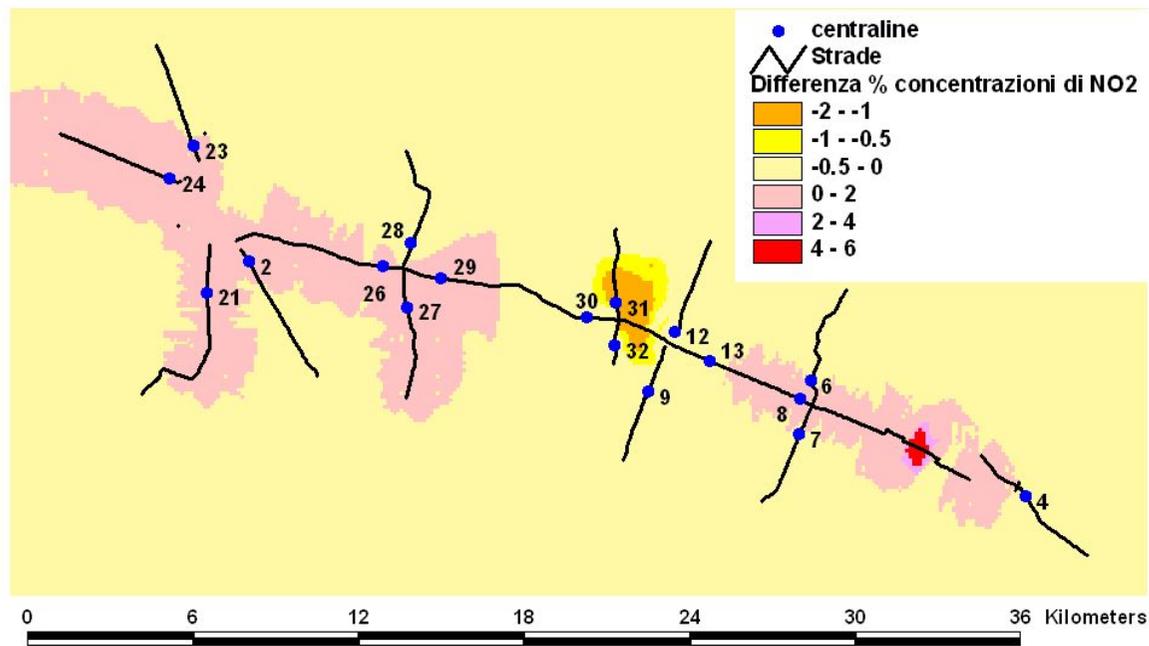


Fig. 14 Differenza in percentuali del valore medio di NO<sub>2</sub> nel periodo con pannelli spenti e accesi..

Le differenze in percentuale del valore medio di NO<sub>2</sub> nel periodo con pannelli spenti e accesi rispecchiano l'andamento delle differenze in percentuale delle emissioni per lo stesso periodo (figura 11).

Nella tabella 4 sono riportate le concentrazioni medie sia di NOx che di NO<sub>2</sub> per il periodo con pannelli accesi e spenti. Le simulazioni di NOx sono state eseguite senza valori medi orari di fondo e senza l'opzione della chimica a differenza delle simulazioni di NO<sub>2</sub>.

Numero del recettore	NOx <sup>1</sup> (ug/m3) 1-15 marzo 2007	NOx <sup>1</sup> (ug/m3) 16-31 maggio 2007	Differenza % concentrazione di NOx	Differenza % emissioni di NOx (t/a)	NO <sub>2</sub> (ug/m3) 1-15 marzo 2007	NO <sub>2</sub> (ug/m3) 16-31 maggio 2007	Differenza % concentrazione di NO <sub>2</sub>	NOx (ug/m3) 1-15 marzo 2007	NOx (ug/m3) 16-31 maggio 2007	Differenza % concentrazione di NOx
2 (sp568 S. Giovanni P.)	32.17	32.42	1	0	56.91	57.01	0	91.16	91.41	0
7 (sp5 Granarolo)	19.61	19.45	-1	0	54.5	54.44	0	78.56	78.40	0
9 (Sp45 Castel Maggiore)	32.61	33.46	3	6	59.19	59.20	0	91.60	92.45	1
21 (sp2 S.Giovanni P.)	7.42	7.86	6	8	50.73	50.84	0	66.33	66.77	1
23 (sp568 Amola di Piano)	17.61	17.93	2	0	53.45	53.53	0	76.55	76.87	0
24 (sp255 S.Giovanni P.)	34.91	37.28	6	7	57.73	58.20	1	93.90	96.28	2
26 (sp3 Sala Bolognese)	32.47	33.62	3	4	58.26	58.50	0	91.45	92.61	1
27 (sp18 Sala Bolognese Sud)	7.25	7.72	6	0	51.85	52.00	0	66.16	66.63	1
28 (sp18 Padulle)	9.17	9.11	-1	0	52.13	52.09	0	68.08	68.02	0
29 (sp3 Sala Bolognese)	46.26	49.99	7	10	61.35	62.05	1	105.29	109.03	3
30 (sp3 Funo Ovest)	46.27				61.48			105.30	60.85	
31 (sp4_Funo Nord)	29.11	26.56	-10	-4	56.42	55.40	-2	88.08	85.53	-3
32 (sp4 Funo)	31.46	31.41	0	6	57.45	57.04	-1	90.44	90.40	0
12 (sp45 BO interporto)	18.02	17.88	-1	0	54.94	54.81	0	76.97	76.82	0
13 (sp3 Lovoleto)	39.27	38.67	-2	-3	60.13	59.99	0	98.28	97.67	-1
6 (sp5 S.Antonio Nord)	11.31	11.41	1	0	52.3	52.30	0	70.23	70.33	0
8 (sp3 S.Antonio Ovest)	30.86	31.86	3	4	58.02	58.21	0	89.84	90.84	1
4 (sp3 Budrio)	10.06	10.31	2	10	52.27	52.33	0	68.98	69.23	0

Tab. 4 Valori delle concentrazioni medie di NOx ed NO<sub>2</sub> nel periodo senza e con pannelli accesi calcolati tramite simulazioni sia senza che con valori di "fondo" e schema chimico.

<sup>1</sup> Simulazioni effettuate senza valori di "fondo" e senza schema chimico.

Dalla tabella 4 si nota come le concentrazioni di NOx calcolate senza valori di “fondo” e senza applicare lo schema chimico sono influenzate maggiormente dalla variazione di emissioni di NOx, a differenza delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e di NOx calcolate tramite simulazioni con concentrazioni orarie di “fondo” e applicazione dello schema chimico. La colonna relativa alla differenza % di concentrazione di NO<sub>2</sub>, riportata in rosso in tabella 4, mostra come i valori nei vari punti ricettori non evidenziano variazioni significative con accensione dei pannelli a messaggio variabile.

Nella tabella 5 sono riportati i valori ottenuti nei primi 15 giorni di marzo nel recettore n.9 (Sp45 Castel Maggiore) e nel recettore 7 (sp5 Granarolo) e i valori medi i ottenuti per lo stesso periodo temporale nella centralina di qualità dell’aria (Q.A.) dell’ARPA presente nell’area urbana del comune di Castel Maggiore e Granarolo. Lo stesso confronto per il periodo di maggio non è fattibile poiché i dati di tale periodo non sono ad oggi (30 giugno 2007) ancora disponibili.

Recettori	Valore simulato (9 sp45 Castel Maggiore)	Valore osservato (centralina Q.A Castel Maggiore)	Valore simulato (7 sp5 Granarolo)	Valore osservato (centralina Q.A Granarolo)
NOx (ug/m <sup>3</sup> )	92	150	79	90
NO <sub>2</sub> (ug/m <sup>3</sup> )	59	68	55	46

Tab. 5 Valori osservati dalle centraline di Q.A. dell’Arpa nei primi 15 giorni di marzo.

### 3 Conclusioni

Dalle simulazioni effettuate non si evidenziano, sia per quanto riguarda le emissioni che per quanto riguarda le concentrazioni, particolari differenze fra il periodo dell’accensione e dello spegnimento del messaggio. Probabilmente la spiegazione di tali andamenti è da ricercare nei periodi temporalmente troppo brevi di indagine modellistica. Per poter trarre conclusioni più statisticamente significative, sarebbe necessario avere a disposizione almeno un anno di dati distribuiti omogeneamente su tutte le stagioni al fine di poter operare una simulazione long – term ed ottenere quindi una informazione rappresentativa di almeno un anno solare.