



# Perché simulare la qualità dell'aria? Qualche esempio applicativo

Il ruolo della modellistica numerica nella valutazione e nella previsione dell'inquinamento atmosferico a scala regionale e sub-regionale

Palmanova, 27 febbraio 2013

ARPA FVG – CRMA  
Centro Regionale di Modellistica Ambientale  
[crma@arpa.fvg.it](mailto:crma@arpa.fvg.it)



# Perché simulare la qualità dell'aria?



1. Programma di valutazione ai sensi dell'art. 5 del D.Lgs 155/2010
2. Piani di monitoraggio associati alle VIA ed alle AIA



## Programma di valutazione

Definito all'art. 2 del D.Lgs 155/2010 lettera dd)

Il programma che indica le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva da applicare ai sensi del presente decreto ...

Il progetto di valutazione contiene quindi gli **strumenti** che si intendono utilizzare per la valutazione della qualità dell'aria e le modalità del loro utilizzo.

Il Programma di valutazione per la regione Friuli Venezia Giulia è stato adottato dall'ARPA con Deliberazione del Direttore Generale n° 217 del 19/11/2012.

## Strumenti per la valutazione della qualità dell'aria previsti dal Programma di valutazione per il FVG

- rete di stazioni di misura per le sorgenti diffuse e puntuali;
- campagne di misura per particolari esigenze evidenziate sia nel programma di valutazione che nella programmazione annuale;
- applicazioni modellistiche in diverse modalità:
  - in modalità operativa per l'intero territorio regionale per la **determinazione dei valori di fondo** con una risoluzione di 4 km x 4 km in combinazione con i valori delle stazioni di misura di fondo,
  - in combinazione con le stazioni di traffico per la valutazione degli **impatti da traffico** in aree urbane e suburbane
  - applicazione modellistica specifica per la valutazione dell'impatto delle **principali sorgenti lineari**
  - modellistica ad alta risoluzione in combinazione a campagne di misura per la determinazione delle aree di **impatto degli impianti industriali**.

## **Scopo:**

- valutazione della qualità dell'aria anche in aree dove non sono presenti stazioni di misura
- estendere la rappresentatività delle stazioni di fondo
- Individuazione di disomogeneità all'interno della zona.

## **Strumenti:**

- modello fotochimico FARM
- preprocessore meteorologico WRF,

## **Modalità:**

- emissioni in input al modello sono estratte dal più recente aggiornamento dell'inventario delle emissioni INEMAR
- modalità operativa,
- risoluzione spaziale di 4 km x 4 km.

La risoluzione del modello non permette di descrivere situazioni sito specifiche con impatti in aree di dimensioni inferiori a tale risoluzione. Pertanto il modello risulta adeguato per la descrizione dei valori di fondo nelle aree rurali, suburbane ed urbane e per gli impatti dei maggiori impianti industriali

## Determinazione dei valori di fondo (2/3)

### **Elaborazione dei dati:**

I dati di concentrazione oraria ottenuti dal modello vengono rielaborati mediante processi di interpolazione temporale e spaziale.

Interpolazione temporale viene effettuata per ottenere le medie annuali, giornaliere, trascinate sulle otto ore e tutti gli indicatori statistici previsti dalla normativa.

Interpolazione spaziale viene effettuata in combinazione con i dati delle stazioni di misura di tipologia fondo per ottenere i valori caratteristici in tutta la zona.

## Determinazione dei valori di fondo (3/3)

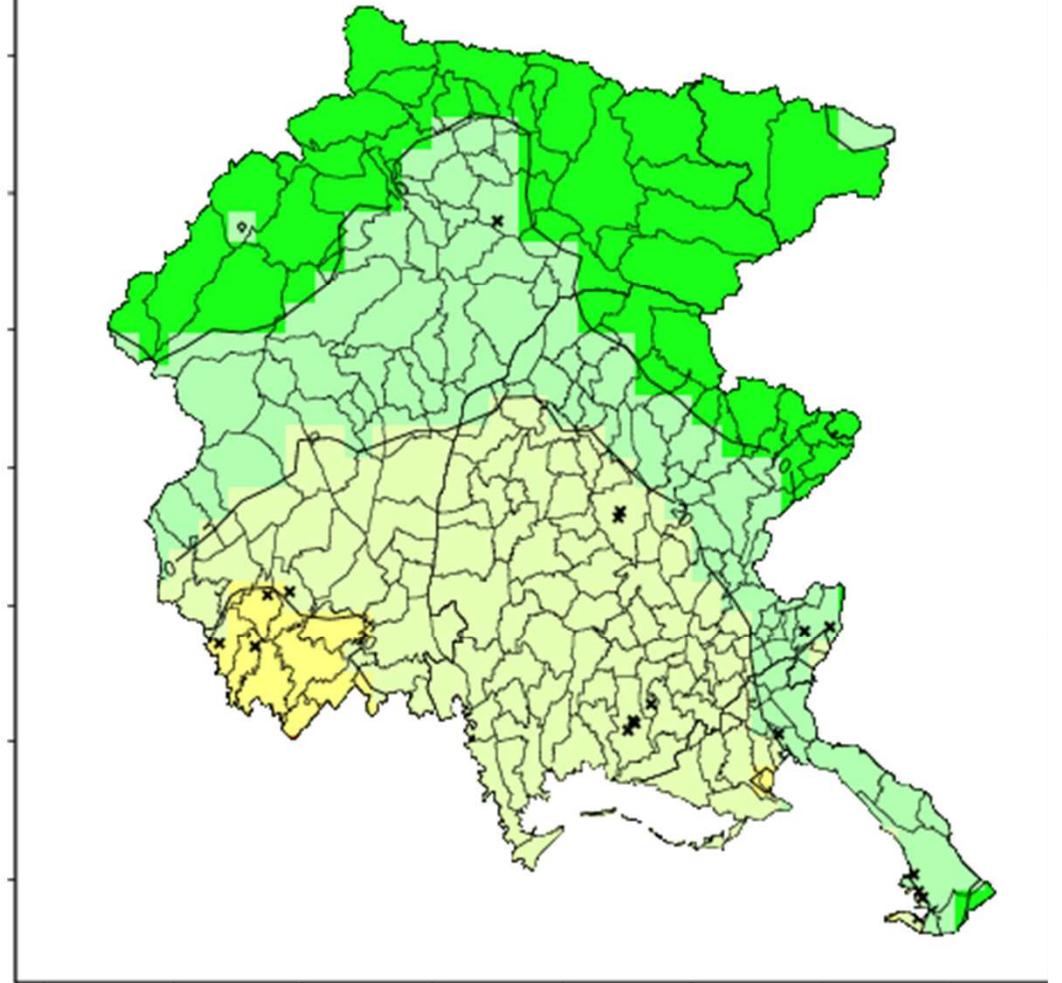
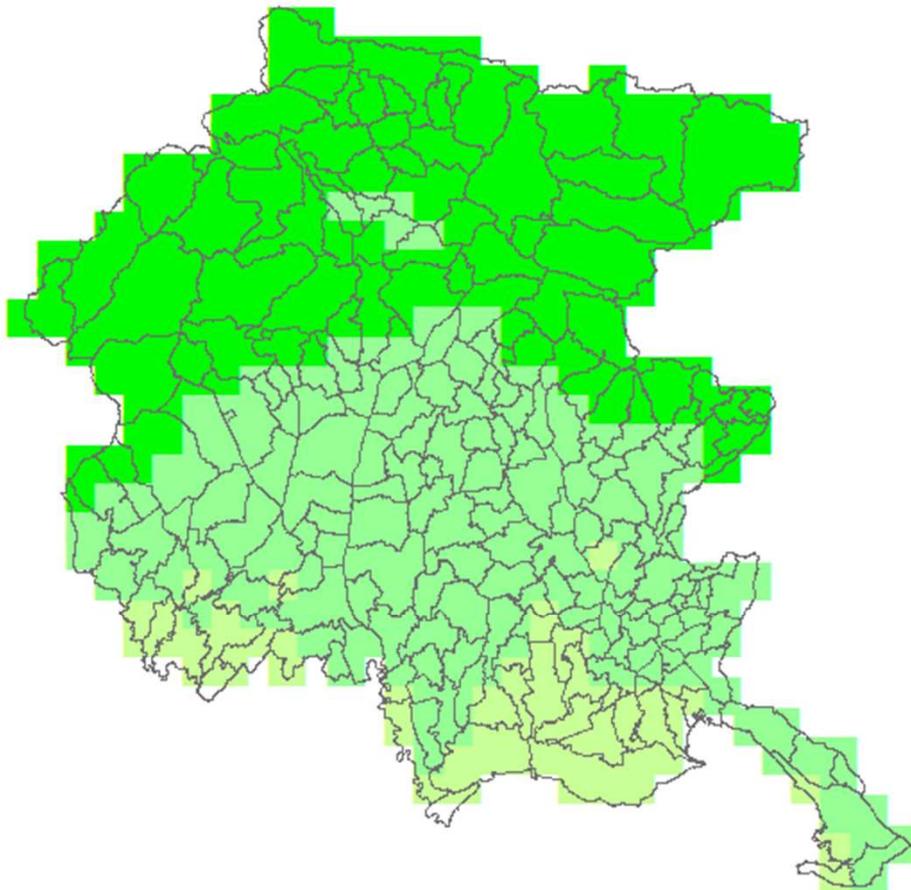
Il metodo adottato per l'interpolazione spaziale è quello del **Kriging universale** (UK).

Per spazializzare i dati di concentrazione rilevati dai punti di misura, vengono utilizzati come variabile ausiliaria (deriva esterna, o drift) i relativi campi simulati dal modello numerico FARM per il periodo di riferimento.

Il metodo del kriging universale viene utilizzato per gli inquinanti per i quali, nella rete di misura, sono previsti un numero di stazioni di fondo significativo per il processo di interpolazione stesso (PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>).

Inquinanti	Codici dei punti di misura
PM <sub>10</sub>	TOL, UGO, CLA; CAI, SGV, CRL, MOR; BRU, SGI, PCA, SIN
NO <sub>2</sub>	TOL, CAI, SGV, MON, MAG, CRL, MOR, BRU, SGI, PCA, CAR
O <sub>3</sub>	UGO, TOL, CLA, OSV, DOB, SGV, MAG, PNG, MOR, SDO, CAR, SIN

Per gli altri inquinanti (SO<sub>2</sub>, benzene, B(a)P, CO, metalli, PM<sub>2.5</sub>) le concentrazioni del modello di simulazione vengono utilizzate senza interpolazione con dati misurati. Questi ultimi vengono utilizzati in post elaborazione per verificare i risultati del modello.



PM10 media annuale

## Determinazione degli impatti da traffico (1/2)

Nelle aree che risentono della sorgente traffico (**entro i 10 m dal bordo della carreggiata**) le concentrazioni di  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $NO_2$ , CO, benzene, B(a)P, metalli, vengono valutate utilizzando le stazioni di misura da traffico con la modalità definita “metodo delle differenze”.

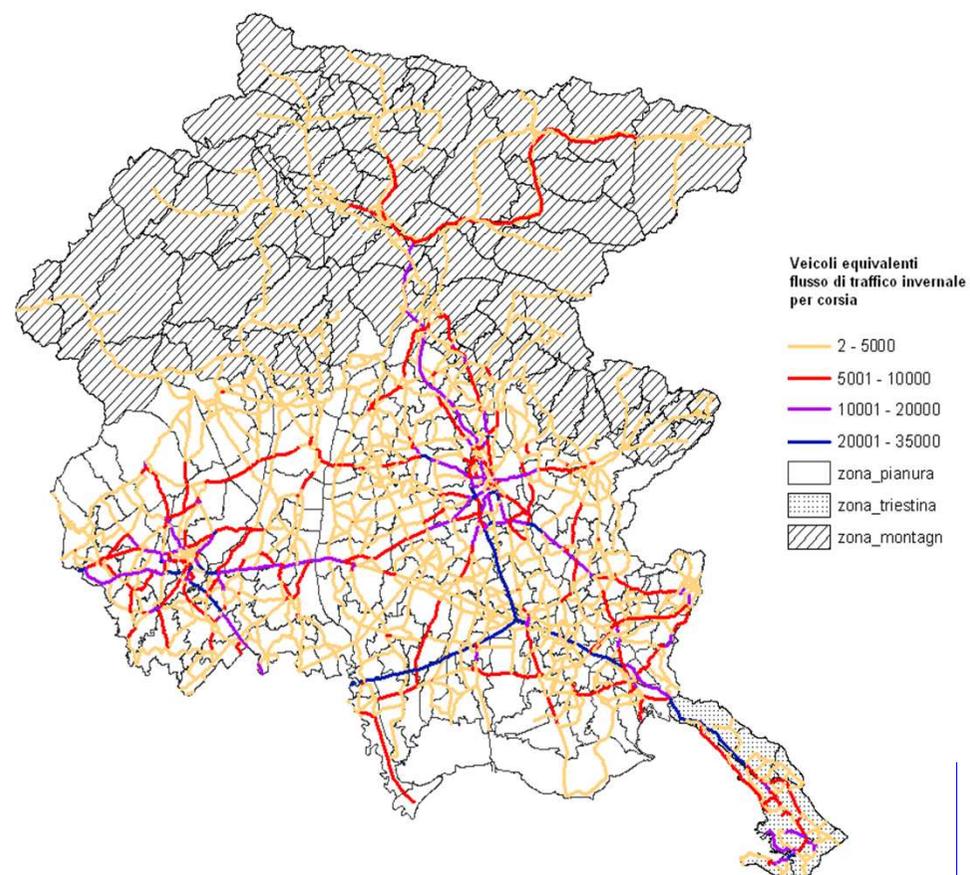
Il metodo si basa sull'ipotesi che gli impatti della sorgente traffico, dipendenti principalmente dalla tipologia di flussi di traffico e dal parco veicolare, si sovrappongono ai valori del fondo.

La concentrazione dell'inquinante  $q$  dovuta alla sorgente traffico nella tipologia di area  $a$  ( $\Delta T_{q,a}$ ) si ottiene sottraendo ai dati misurati dalla stazione traffico i dati del fondo ottenuti dalle analisi modellistiche nello stesso punto.

Il valore  $\Delta T_{q,a}$  viene quindi sommato ai valori di fondo simulati con il modello per ottenere le concentrazioni dello stesso inquinante in aree simili soggette ad analogo impatto da traffico.

# Determinazione degli impatti da traffico (2/2)

Per aree soggette a sorgenti lineari particolarmente emissive quali l'autostrada A23, la A4 e la A28, le strade statali SS13 nel tratto Udine-Gemona e Udine-Sacile, la SS 54 nel tratto Udine-Cividale, la SS 464 nel tratto Udine-Martignacco, la SS 56 Udine-Cormons, viene effettuato uno studio modellistico specifico su sorgenti lineari. I risultati vengono sommati alle concentrazioni di fondo lungo tutto il tracciato.

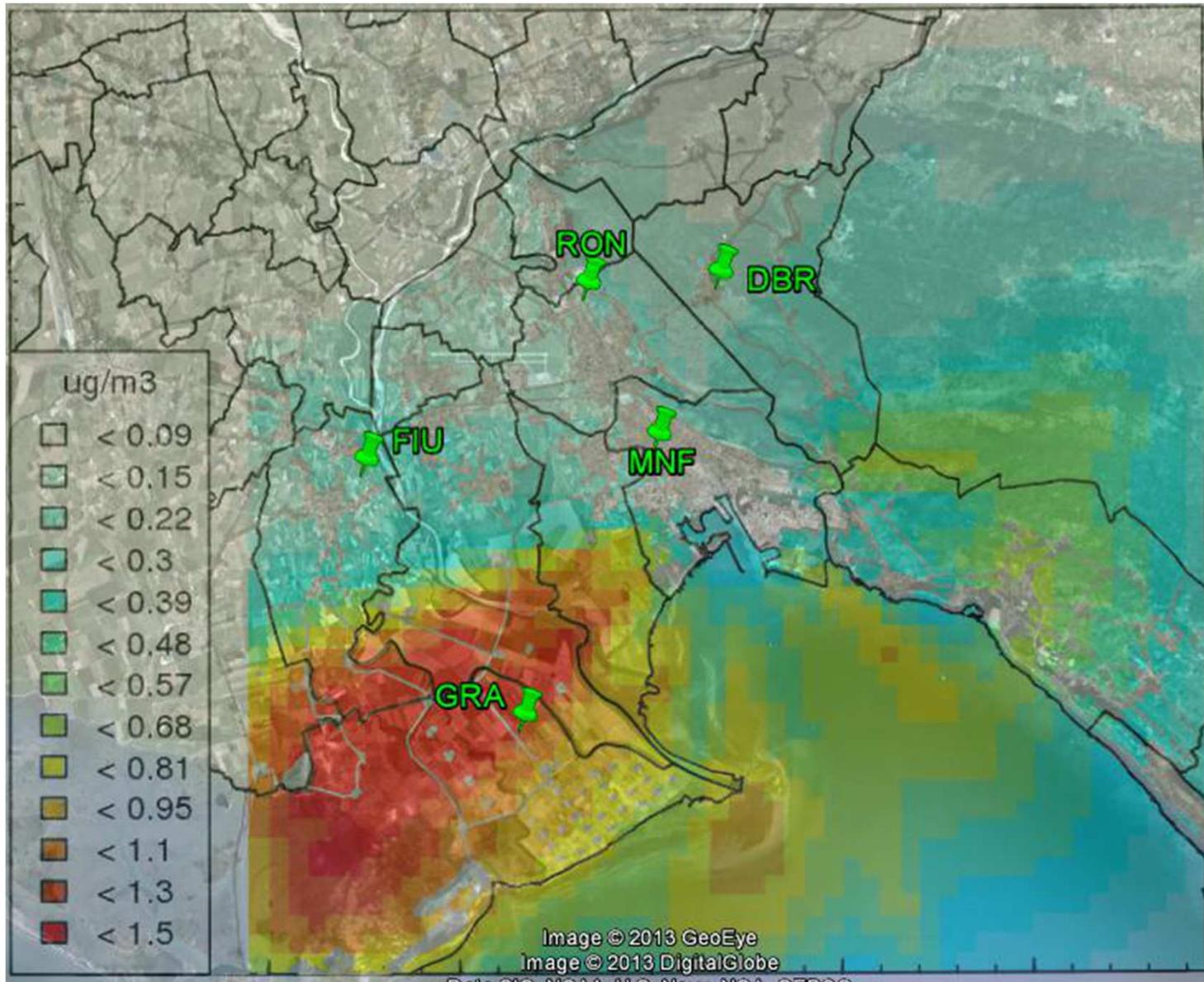




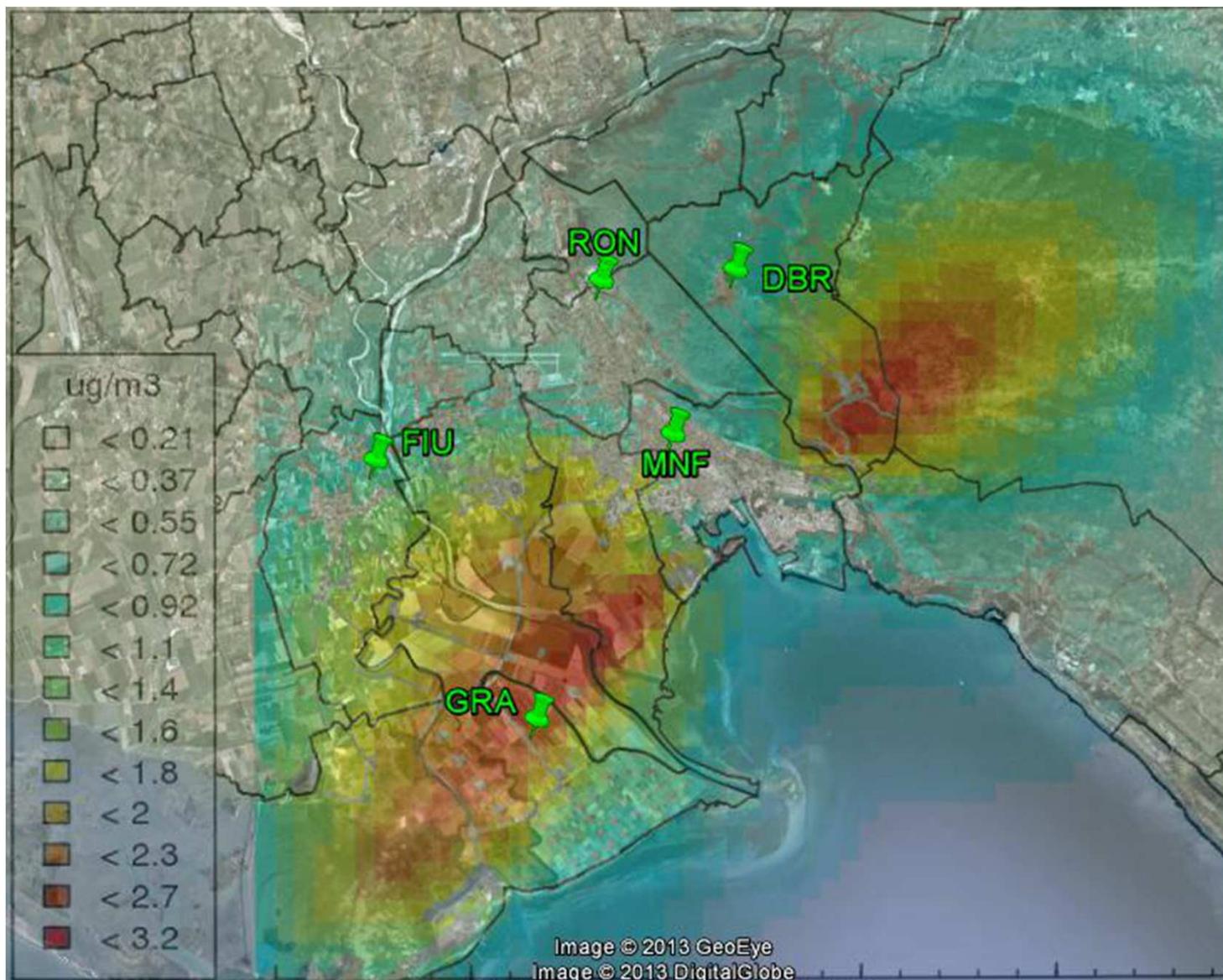
# Determinazione degli impatti da sorgenti industriali

- Impianti che dispongono di stazioni fisse per la misura degli impatti in atmosfera: analisi statistica dei dati dei punti di misura e confronto con i valori di fondo.
- aree nelle quali sono presenti impianti che non dispongono di stazioni di misura fisse: la valutazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante l'esecuzione di campagne di misura.

# Media mensile (gennaio) NOx – A2A



# Media mensile (dicembre) NOx – A2A



## Piani di monitoraggio associati a VIA – AIA

I piani di monitoraggio per le opere soggette a Valutazioni di impatto ambientale e ad autorizzazioni integrate ambientali sono previsti dal D.Lgs 152/2006 e ss.mm.

Le misure previste per il monitoraggio devono essere incluse rispettivamente nello studio di impatto ambientale e nella domanda di autorizzazione.

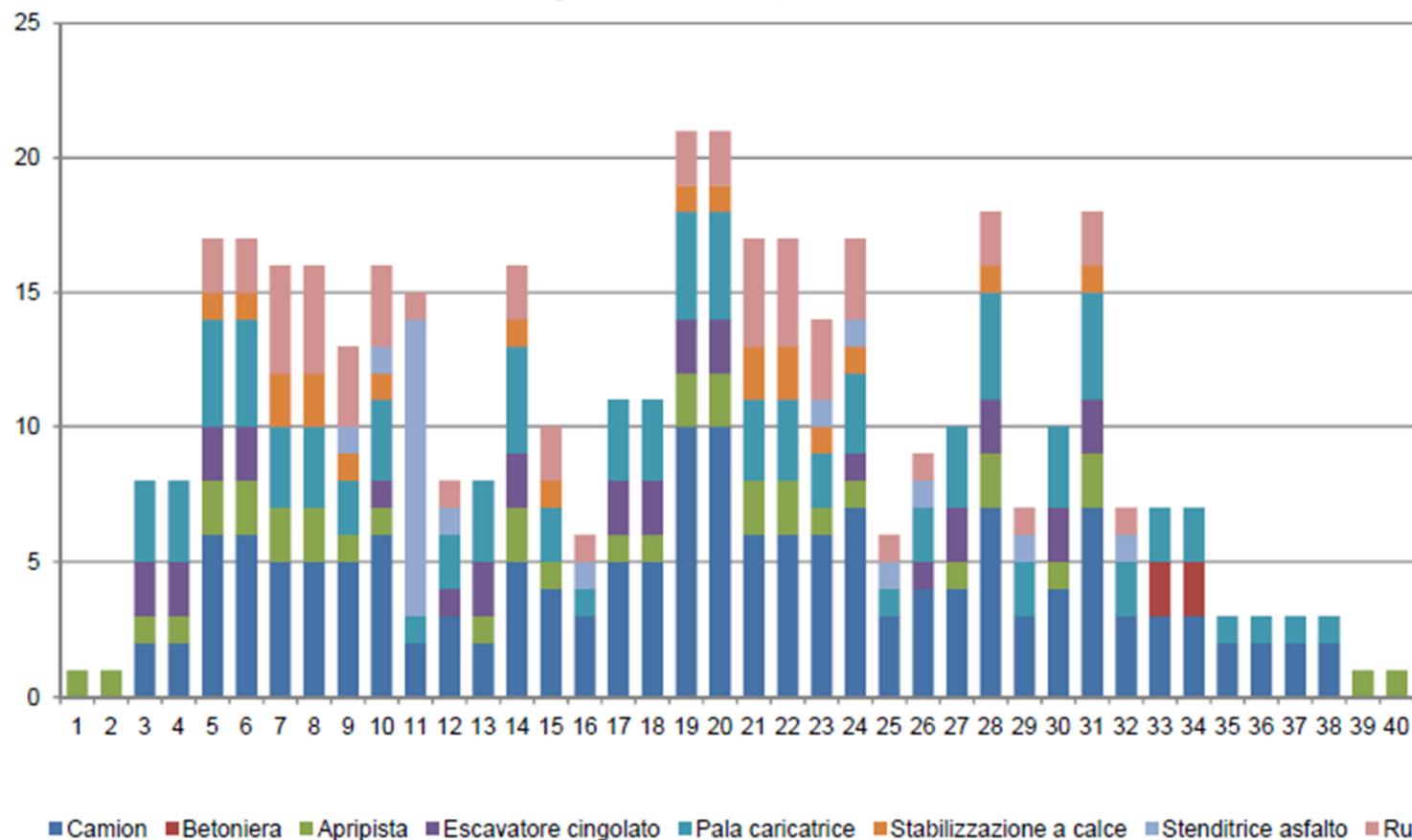
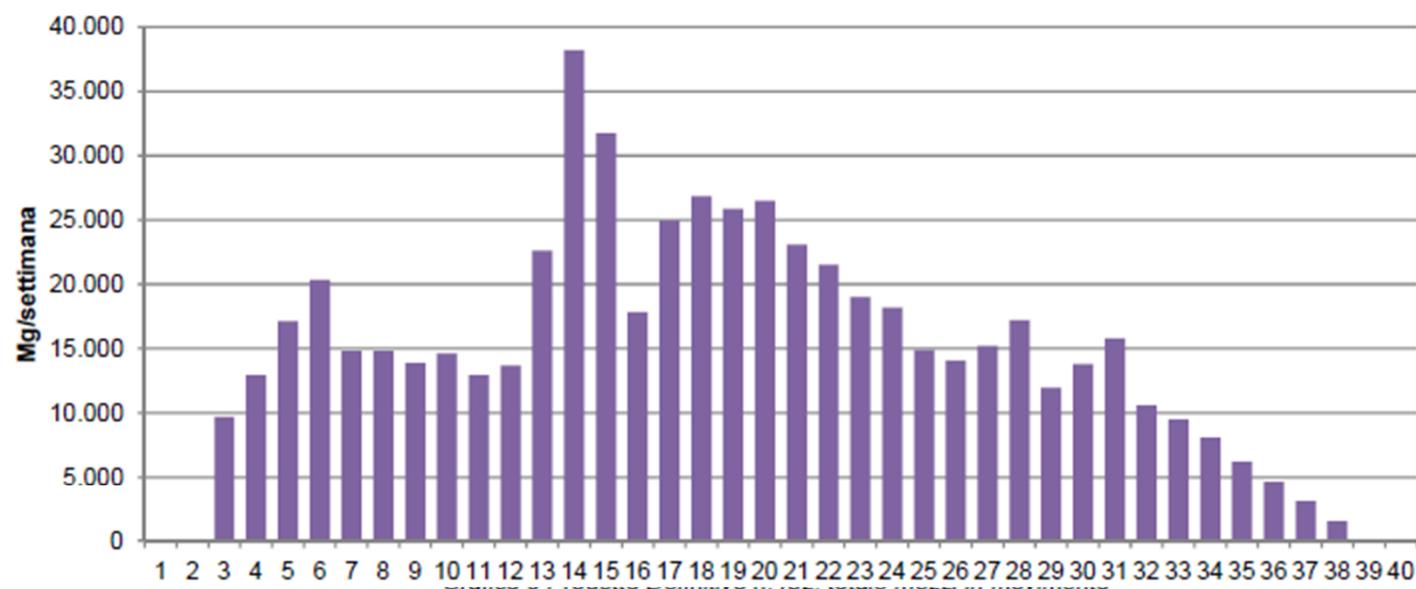
**Il monitoraggio viene prescritto** nel decreto regionale per la VIA e nel decreto regionale di AIA.

ARPA ha redatto il documento «**Linee guida concernenti la struttura di un piano di monitoraggio relativo alla procedura di valutazione di impatto ambientale (V.I.A)**»

# Traccia per la definizione degli impatti nello SIA

1. **descrizione dell'opera** in progetto: caratteristiche, localizzazione, dimensioni, descrizione dei processi produttivi;
2. **individuazione delle singole azioni** che l'opera comporta, descrizione delle stesse mediante elenchi o schemi a blocchi e definizione del relativo cronoprogramma dettagliato.
3. **traduzione delle azioni in fattori d'impatto emissivo** che ciascuna azione può produrre (rilasci/emissioni di macro e micro inquinanti da sorgenti puntuali, lineari o diffuse, emissione di odori, ...).
4. **quantificazione delle pressioni/emissioni** previste per ciascuna componente ambientale. Per il calcolo delle pressioni è possibile avvalersi anche di fattori emissivi disponibili in letteratura o valutati sperimentalmente in contesti analoghi a quello in esame. I fattori, applicati al caso specifico, permettono di ottenere una modellizzazione della sorgente in termini emissivi considerando anche l'abbattimento delle emissioni a seguito dell'applicazione di eventuali azioni mitigative e di modulare le emissioni stesse nel tempo.

Grande C1, foglio Dominio n.702, materiali movimentati



# Calcolo delle emissioni

- Produzione di polveri da transito su strade non asfaltate  
Parametri: fattore di emissione, lunghezza della strada, numero di mezzi, numero di viaggi, percentuale di limo, peso medio del mezzo
- Produzione di polveri da movimentazione di materiali  
Parametri: fattore di emissione, velocità del vento, umidità del materiale, quantità di materiale movimentato
- Produzione di polveri dall'utilizzo dei mezzi di cantiere  
Parametri: fattori di emissione, consumo/potenza del mezzo.

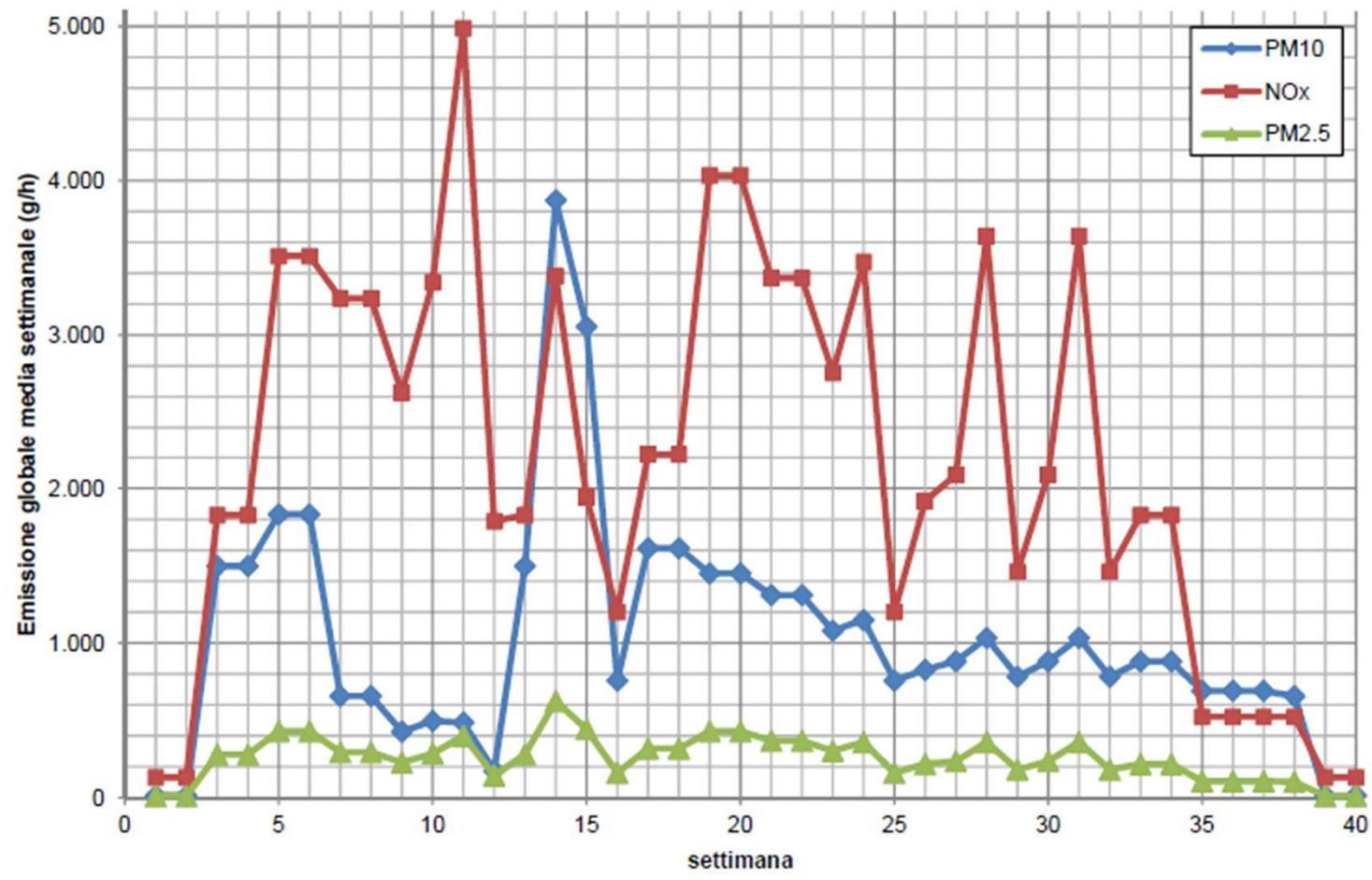
Fonti:

<http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5>

[http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria/disaggregazione-2000/Disaggregazione%20emissioni%201990%2C%201995%2C%202000/database-dei-fattori-di-emissione/?searchterm=fattori di emissione](http://www.sinanet.isprambiente.it/it/inventaria/disaggregazione-2000/Disaggregazione%20emissioni%201990%2C%201995%2C%202000/database-dei-fattori-di-emissione/?searchterm=fattori%20di%20emissione)

<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>

[http://www.provincia.fi.it/fileadmin/assets/Ambiente/All1\\_DGP213-09\\_LG\\_PM.pdf](http://www.provincia.fi.it/fileadmin/assets/Ambiente/All1_DGP213-09_LG_PM.pdf)

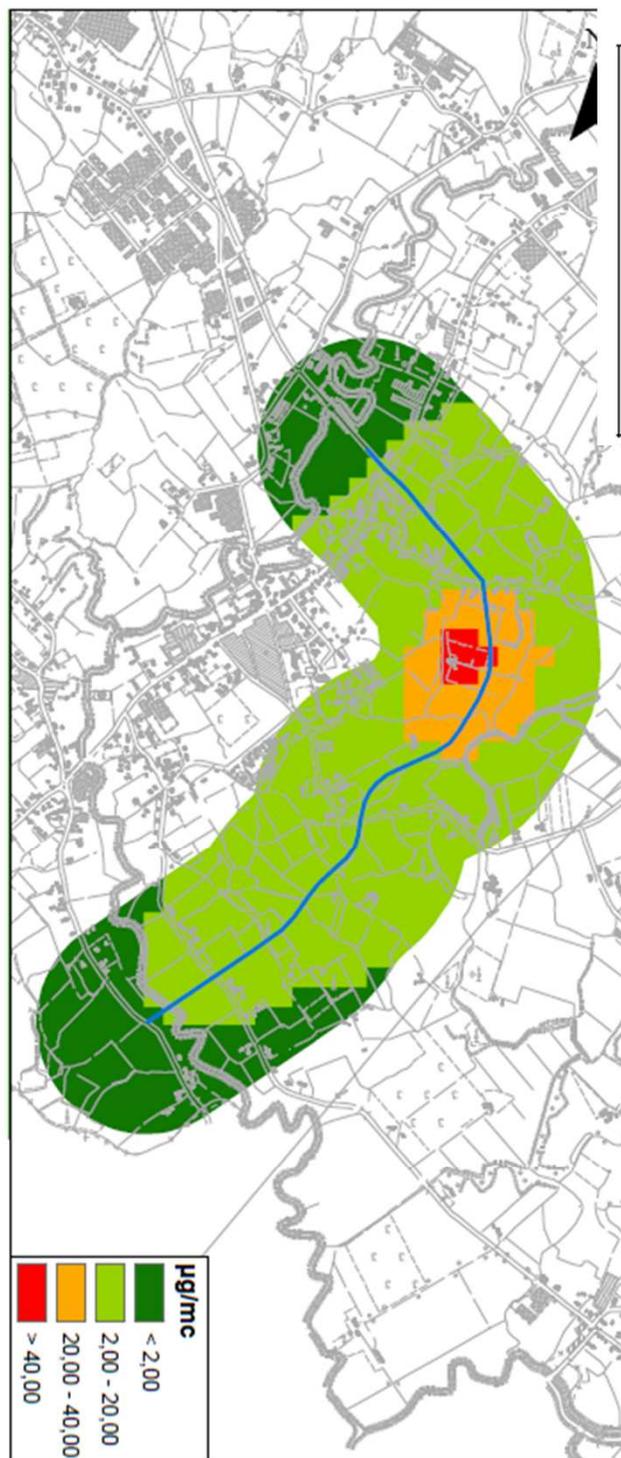
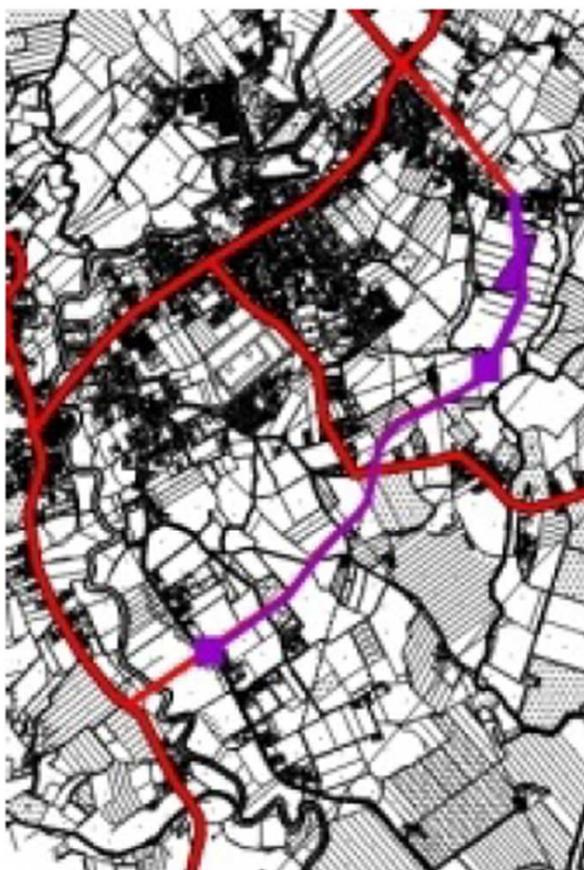


**5. simulazione dei processi di propagazione** e trasformazione chimica e fisica dei fattori nell'ambiente mediante l'utilizzo di opportuni modelli matematici oppure, nel caso in cui i modelli non siano disponibili o applicabili, mediante l'applicazione di tecniche di stima obiettiva.

Gli output dei modelli o delle stime obiettive vengono elaborati in modo da ottenere i valori dei parametri e degli indicatori che descrivono gli impatti su tutto il contesto interessato dall'opera per le varie fasi di attuazione dell'opera ed eventualmente per scenari futuri.

I parametri e gli indicatori devono essere scelti in modo da essere:

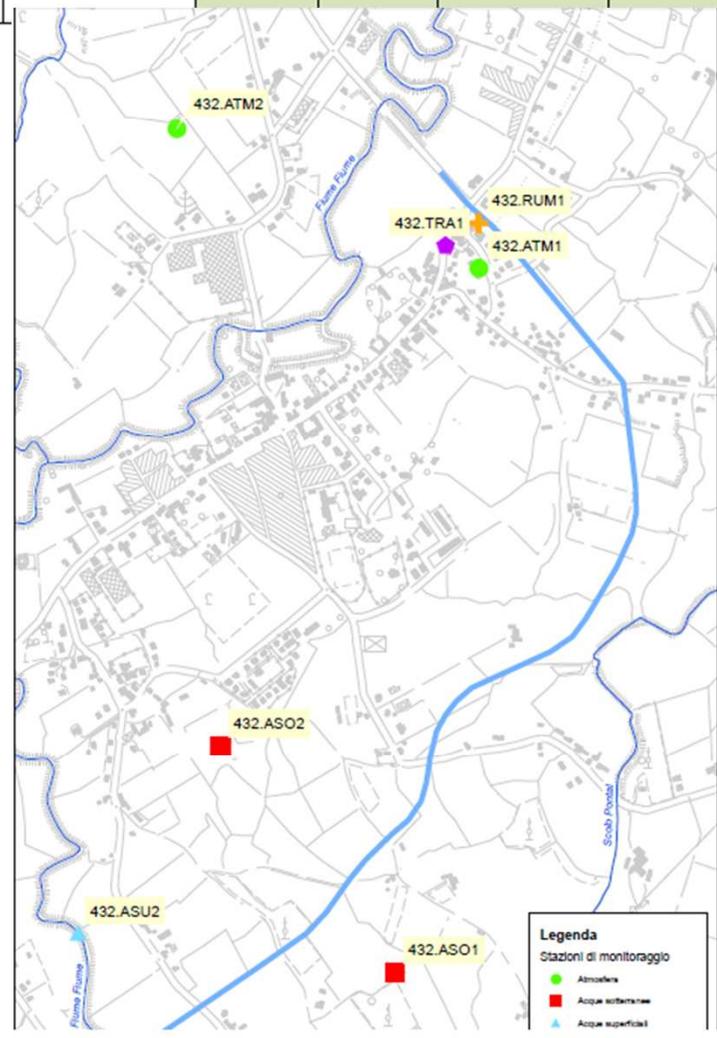
- rappresentativi delle varie situazioni ambientali,
- facilmente misurabili ed affidabili,
- devono permettere il confronto con la descrizione dello stato di fatto (ante operam)
- Devono permettere il confronto con gli standard normativi o con i livelli di riferimento.



**CANTIERE**

**CONCENTRAZIONE NELLA SETTIMANA DI MASSIMO IMPATTO - SOLO IL CONTRIBUTO DELLE SORGENTI LOCALI**

	Statistica	Postazione ATM1	Postazione ATM2
Coord X		2.336.421	2.335.551
Coord Y		5.080.626	5.081.025
PM10	media annua	3,01860	0,82577
NOx	media annua	2,25950	0,91663
PM2.5	media annua	0,53311	0,16125



6. Descrizione quantitativa, mediante indicatori ambientali, delle componenti ambientali potenzialmente soggette all'impatto del progetto. Si tratta della **descrizione dello stato di fatto (ante operam)**, o fondo, riferita, ad esempio, ad un anno o ad un periodo di riferimento. Gli indicatori scelti per la descrizione sono tali da poter essere messi a confronto con quanto elaborato per mezzo della simulazione e con i valori di riferimento. (fornitura di dati di fondo di un anno tipo)

7. **Calcolo e descrizione, su tutto il contesto interessato dall'opera, dei livelli complessivi** degli indicatori scelti per ciascuna componente. I livelli complessivi caratterizzanti lo scenario sono ottenuti mediante la combinazione (la somma per impatti linearmente dipendenti) dei valori di fondo (ante operam) con le stime degli impatti dovuti all'attuazione del progetto. Per ciascuno di questi indicatori, punto per punto nel dominio di calcolo, deve essere valutato il livello complessivo determinato dal contributo stimato dovuto all'opera e dal valore di fondo reperibile in letteratura o presso l'Agenzia. Ove tecnicamente possibile, i risultati delle elaborazioni vengono riportati su mappe del territorio sulle quali vengono individuate le linee di isovalore per l'indicatore considerato, sia per i livelli complessivi che per la percentuale di variazione dovuta all'impatto rispetto al fondo. I valori calcolati in corrispondenza di aree e recettori sensibili vengono riportati in tabelle.

8. **Selezione degli impatti ambientali significativi**, indicazione dei rispettivi livelli di ammissibilità. Individuazione degli impatti la cui quantificazione è soggetta a maggiori incertezze. Formulazione di una proposta di piano di monitoraggio.

## Definizione dello scopo del monitoraggio:

- **Validazione del pattern immissivo** calcolato mediante l'uso della modellistica. L'obiettivo è finalizzato al controllo della distribuzione sul territorio dei livelli dei parametri stimati. Per il raggiungimento di questo obiettivo è necessario che vengano individuati come minimo due punti di misura rappresentativi rispettivamente di aree di maggiore e di minore impatto e che le misurazioni in questi punti vengano effettuate contemporaneamente. È necessario che i punti di misura siano scelti in modo da essere soggetti a valori di fondo analoghi.
- Controllo dei livelli dei parametri nelle aree in cui la validazione preliminare evidenzia **valori prossimi ai limiti di legge** o ai livelli di riferimento
- Controllo dei livelli dei parametri in aree nelle quali la stima preliminare può essere affetta da **maggiori incertezze.**

## Scheda operativa (1/2)

Fase temporale: CO			
Attività prevista		Attività effettuata	
<b>Sito di misura</b>	435.ATM1		
<b>Indirizzo</b>			
<b>Coordinate, quota</b>	Da spostare in luogo più prossimo al cantiere		
<b>Parametro da misurare e valore atteso</b>	PM10 media giornaliera	20.38 ug/m3 (media annua) + 1.68 ug/m3	
	NOx media oraria	Media annua non valutata + 16.2 ug/m3	
	NO2 media oraria	98.75 ug/m3 (max media oraria) + non valutato	
	meteo		
<b>Scopo del punto di misura in questa fase</b>	Insieme a 399.ATM1 per verificare il pattern immissivo del cantiere (punto di massimo)		
<b>Modalità di misura</b>	Gravimetrico per PM10 Chemiluminescenza per NO2 e NOx		
<b>Numero campagna di misura/ numero tot. campagne</b>	1/1		
<b>Durata della campagna</b>	15 giorni		
<b>Note</b>	Misure da eseguirsi in corrispondenza della settimana di massimo impatto del cantiere 435 (21°). Verificare on il RA.		
Metadati			
<b>Monitoraggio della sorgente:</b> Quaderno di cantiere.	Rotatoria R1 asse 8 (N)	Demolizioni	834 Mg/sett.
		scotico	581 Mg/sett.
	Asse 3	Scotico	686 Mg/sett.
		Stabilizzazione	136 Mg/sett.
	Asse 7	Scotico	1070 Mg/sett.
	Trasporto materiale a deposito		2485 Mg/sett.
Trasporto inerti da cava		138 Mg/sett.	

## Scheda operativa (2/2)

	Deposito inerti	122 Mg/m <sup>3</sup>	
	Inerti per discarica	13851 Mg/m <sup>3</sup>	
	Numero camion	17	
	Percorso medio dei camion su strada sterrata	100 m	
<i>Mitigazioni</i>			
<b>Azione</b>	Bagnatura delle strade non asfaltate		
<b>Modalità di utilizzo</b>	Non descritta		
<b>Efficacia</b>	75%		
<i>Azioni da svolgere in caso di impatti negativi imprevisti</i>			
Lavaggio di mezzi d'opera per il trasporto degli inerti in entrata/uscita dalle aree di cantiere e dalle cave di prestito			
Lavaggio delle superfici stradali interessate dai flussi di mezzi pesanti nel tragitto cava-cantiere			
Adegua copertura degli inerti trasportati			
Bagnatura dei cumuli			
Eventuale predisposizione di barriere			
Individuazione delle attività di cantiere che possono emettere gas			
Individuazione dei rischi connessi allo stato di manutenzione dei mezzi e della loro tecnologia di fabbricazione			
Impiego di mezzi d'opera a tecnologia avanzata			
Individuazione e predisposizione di presidi di pronto intervento in occasione di incendi di qualsiasi natura			
Comunicazione dei dati e delle segnalazioni e valutazioni all'ente di controllo			
Attivazione tempestiva delle azioni mitigative aggiuntive			
Nuova valutazione degli impatti dell'opera.			