

5. LA MODELLISTICA PREVISIONALE

Per mettere in relazione le emissioni di inquinanti in atmosfera da parte delle differenti sorgenti (impianti industriali, veicoli, impianti di riscaldamento, ecc.) con la qualità complessiva dell'aria di una data zona, è possibile ricorrere all'uso della modellistica previsionale di diffusione-ricaduta degli inquinanti atmosferici. In tale ambito, un modello è una procedura di calcolo informatizzata che, partendo da dati relativi alle emissioni in atmosfera, stima la dispersione degli inquinanti emessi nell'aria in diversi punti del territorio.

Esistono numerosi tipi di modelli, ciascuno con differenti caratteristiche, limiti di applicabilità, potenzialità, eccetera. In ogni caso, i vantaggi dell'uso degli strumenti modellistici (peraltro previsti dalla normativa vigente) sono molteplici. In primo luogo, la modellistica viene a costituire un complemento indispensabile e, in alcuni casi, un'efficace alternativa alle misurazioni della qualità dell'aria. Molto spesso, infatti, risulta impraticabile effettuare misure dirette di tutti gli inquinanti desiderati nei numerosi siti del territorio a variabile distanza da una o più sorgenti significative di emissione: le misurazioni, peraltro, richiederebbero tempi piuttosto lunghi per produrre informazioni che siano realmente rappresentative della qualità dell'aria in differenti condizioni meteorologiche. Le applicazioni modellistiche permettono di ovviare a tale problema inserendo nei calcoli tutte le variabili meteo relative al periodo che s'intende studiare (anche per serie di dati di più anni).

In secondo luogo, le applicazioni modellistiche si prestano, e costituiscono il metodo più idoneo, alla costruzione di scenari, per valutare preventivamente differenti ipotesi di modifica della situazione emissiva locale e quindi per arrivare a una più consapevole assunzione di decisioni circa le azioni da intraprendere in tal senso.

Un ulteriore vantaggio è infine costituito dal fatto che, quando si mettono a confronto i valori risultanti da applicazioni modellistiche con quelli frutto di misure effettive della qualità dell'aria, ciò consente, in genere, di produrre migliori interpretazioni di fenomeni poco chiari relativi alla qualità dell'aria di una data zona.

A fronte di tali vantaggi, esistono ovviamente, nell'uso della modellistica, problemi e limitazioni, riguardanti:

1. il grado di incertezza: le stime, anche ben fatte, dei valori di concentrazione prevedibili per una data zona risultano sempre affette da margini di errore superiori a quelli associati a misure effettive della qualità dell'aria di quella zona;
2. i limiti di applicabilità, relativi soprattutto a inquinanti reattivi e/o secondari;

3. la rappresentatività: le stime sono sempre da riferirsi alle sole pressioni emmissive incluse nella specifica applicazione modellistica (eventualmente integrate da informazioni sull'entità del fondo locale). Pertanto le eventuali lacune relative alla identificazione e quantificazione delle fonti di pressione incidono sul risultato finale.

Per la valutazione della qualità dell'aria in relazione alle pressioni inquinanti esistenti nella provincia di Ferrara, si è finora fatto ricorso solo all'utilizzo del consolidato modello ISC3ST della US-EPA (*Environment Protection Agency* degli Stati Uniti), con cui si è stimata la dispersione degli ossidi di azoto (NO_x) dai camini industriali di alcune aree produttive. Si è già provveduto, però, ad avviare anche l'implementazione di un altro modello più sofisticato, col quale s'intende valutare in modo integrato l'azione di differenti sorgenti d'inquinamento (industria, traffico, ecc.) in situazioni particolarmente critiche o in quelle che necessitano della comparazione preventiva di diversi scenari alternativi.

Nel seguito si riportano, a titolo esemplificativo, gli esiti delle applicazioni modellistiche effettuate per l'area intorno al Polo chimico.

Un esempio di applicazione del modello: Polo chimico e PMI di Cassana

Per entrare nello specifico di un'applicazione modellistica, scelta come esempio delle numerose altre effettuate, è opportuno indicare preliminarmente alcune caratteristiche del modello impiegato (US-EPA ISC3ST).

Tale modello, che è applicabile solo a inquinanti "stabili" nell'atmosfera, richiede che si forniscano in ingresso allo specifico *software* dati sulla posizione geografica (coordinate) e sulle caratteristiche delle emissioni (altezza e diametro dei camini, temperatura e concentrazione delle emissioni, velocità dei fumi, ecc.); sulla meteorologia di un dato periodo (velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, classe di stabilità atmosferica, altezza di rimescolamento); sulla conformazione fisica dell'area in cui si vuole studiare la diffusione degli inquinanti (essenzialmente presenza di dislivelli); sul tipo di elaborazioni che si vogliono effettuare (stime di valori medi o massimi).

Il risultato dei calcoli operati dal modello è rappresentato da una serie di valori che costituiscono le stime delle concentrazioni atmosferiche dell'inquinante nei diversi punti del territorio; tali valori sono quindi trasformati, da un apposito *software*, in mappe che rappresentano le linee/aree d'*isoc concentrazione* (cioè aggregati di punti di eguale concentrazione) che possono essere sovrapposte alle usuali rappresentazioni

cartografiche disponibili.

L'applicazione qui presentata ha riguardato l'emissione di ossidi di azoto (NO_x) dai camini del Polo chimico e della vicina area PMI di Cassana, considerando separatamente, da un lato, le situazioni meteorologiche del 2002 e del 2003 e, dall'altro, sorgenti emissive diversamente accorpate: il solo Polo chimico di Ferrara, le sole emissioni del termovalorizzatore AGEA (ora Hera) di Via Diana, le altre aziende dell'area PMI di Cassana, tutte le emissioni dell'area PMI di Cassana, tutte le aziende finora citate. In uscita si sono ricavate, per ogni simulazione, le isolinee dei valori medi orari, espressi in microg/Nm³ di ossidi di azoto (NO_x). Dei risultati si riportano gli esiti solo di alcune delle simulazioni effettuate (relative a periodi annuali e stagionali), e una tabella di sintesi dei valori in *output* più significativi riguardanti aree d'interesse, in alcune delle quali sono effettuati correntemente (mediante stazioni fisse) o sono stati effettuati *ad hoc* (mediante campagne con Mezzo mobile) monitoraggi della qualità dell'aria.

PROVINCIA DI FERRARA
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

Fig. 5.1: Modello ISC3ST ed emissioni di ossidi di azoto (NOx). Ferrara. Polo chimico, PMI di Cassana, AGEA. Isolinee medie (microg/Nm3). Anno 2002.

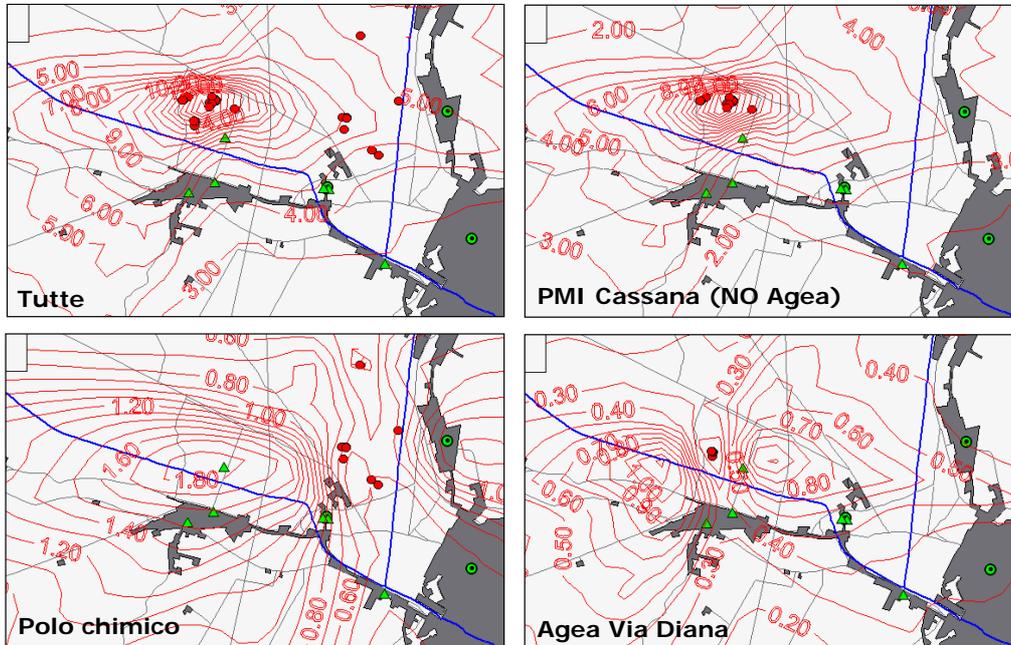


Fig. 5.2: Modello ISC3ST ed emissioni di ossidi di azoto (NOx). Ferrara. Polo chimico, PMI di Cassana, AGEA. Isolinee medie (microg/Nm3). Anno 2003.

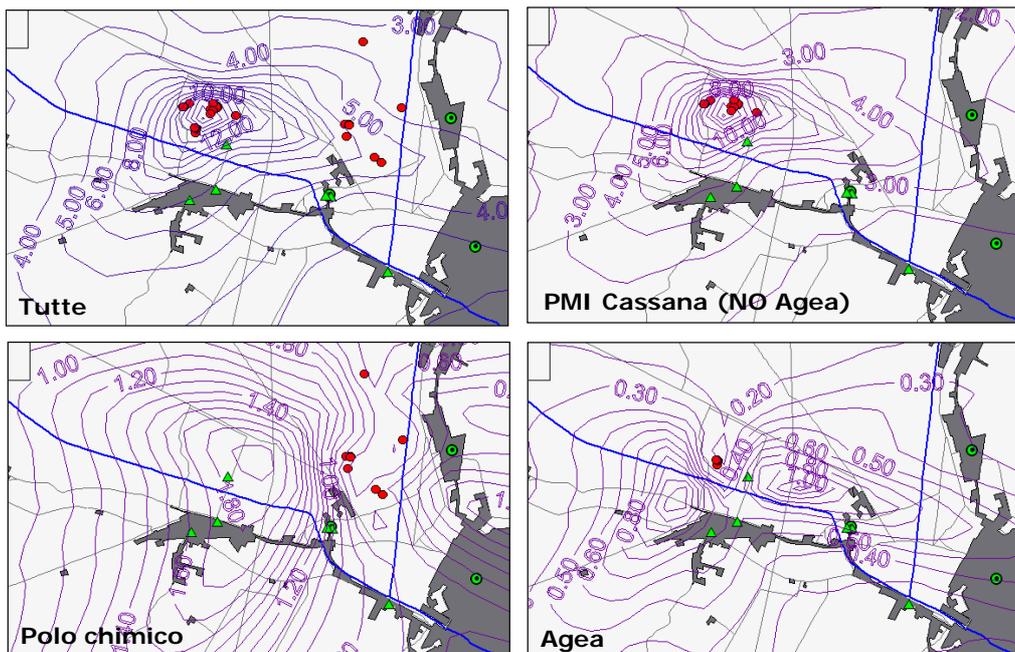
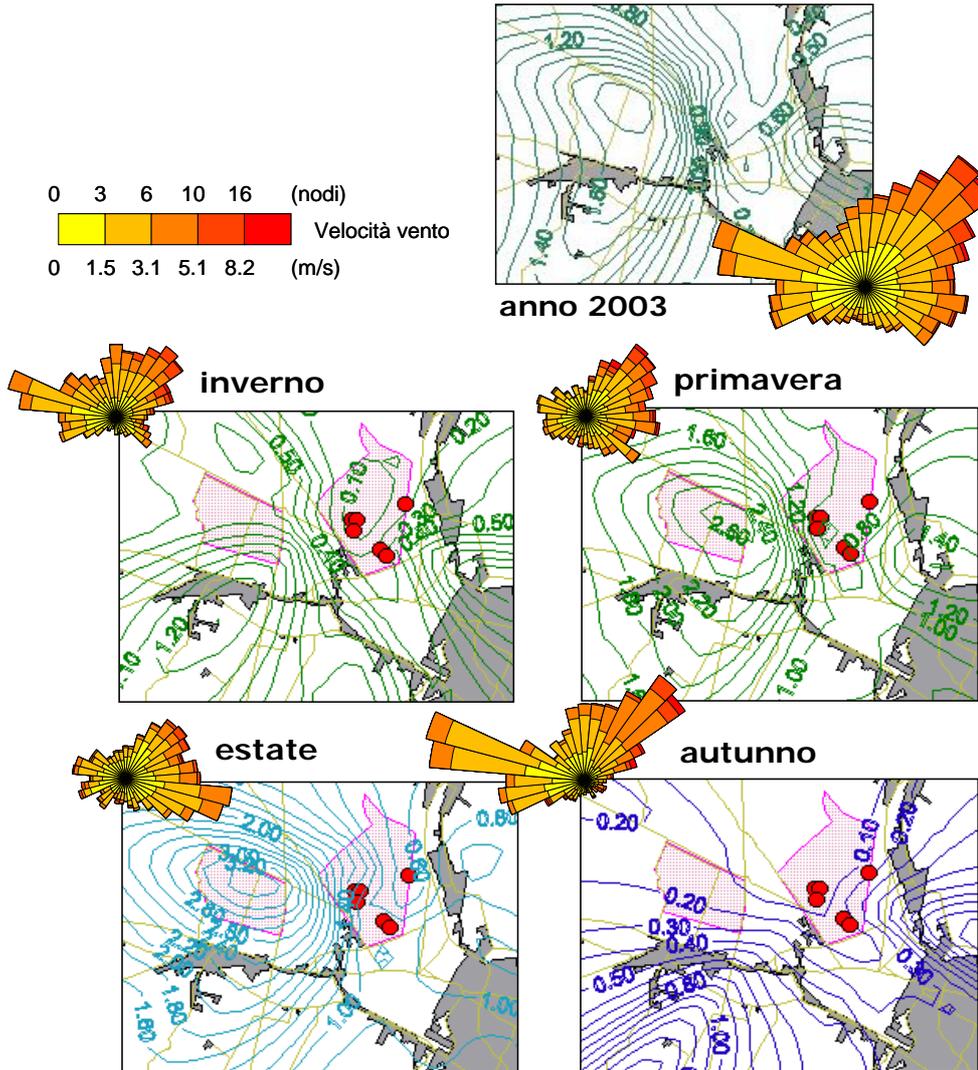


Fig. 5.3: Area intorno alla PMI di Cassana ed al Polo chimico:
concentrazioni medie stagionali di NOx (2003).
Polo chimico senza inceneritore di Ambiente.



PROVINCIA DI FERRARA
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

Fig. 5.4: Stima della concentrazione al suolo di NOx - Ferrara
Area intorno alla PMI di Cassana ed al Polo chimico: concentrazioni medie annuali (2002)

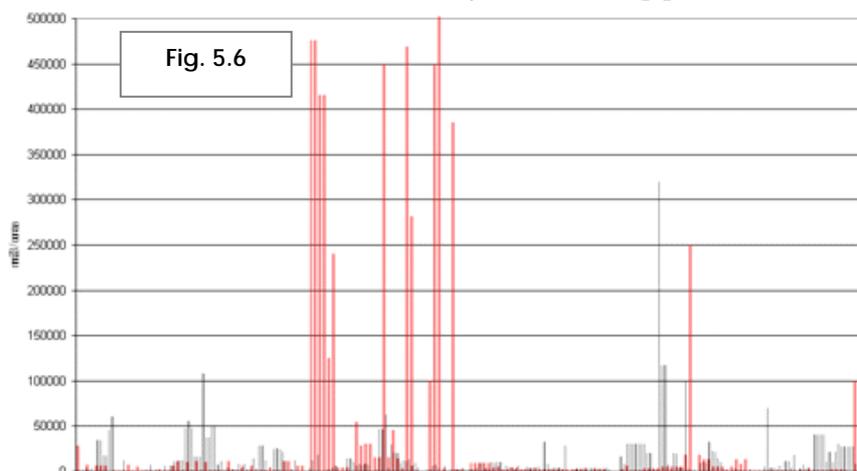
ISC3ST anno 2002	NOx						NOx	NO2
	Camini Polo chimico	PMI Cassana : camini AGEA	PMI Cassana: altri camini	Zona PMI Cassana + Polo chimico	Circ.Nord Ovest: altri camini	Tutti i camini		
camini autorizzati (numero)	8	5	17	30	16	46		
carichi inquinanti complessivi da NOx (t/a)	3789	193	279	4262	156	5390		
	Stima della ricaduta dalle emissioni industriali - Medie annuali NOx (microg/Nm3)						Misure	
Cassana-Porotto: abitato	1.3 - 1.7	0.3 - 0.9	2.0 - 6.0	3.5 - 8.0	0.9 - 1.7	5.0 - 9.0		36
Mizzana: abitato	0.8 - 1.2	0.4 - 0.6	2.0 - 4.0	4.0 - 6.0	1.2 - 2.6	5.5 - 7.0	80	48
Barco: abitato	0.8 - 1.2	0.3 - 0.5	3.0 - 4.0	4.5 - 5.5	0.7 - 1.4	5.5 - 6.5	61	31
Ferrara: entro mura	0.4 - 0.9	0.2 - 0.4	1.0 - 3.0	1.5 - 3.1	0.8 - 2.2	2.5 - 5.5	90	53
	Stima della ricaduta dalle emissioni industriali - Massimi orari annuali NOx (microg/Nm3)						Misure	
Cassana-Porotto: abitato	58 - 75	50 - 60	250 - 300	250 - 300	45 - 70	250 - 300		
Mizzana: abitato	53 - 80	45 - 65	240 - 260	240 - 260	60 - 85	240 - 260	878	195
Barco: abitato	70 - 100	33 - 40	240 - 280	240 - 280	45 - 65	250 - 280	637	120

A commento dei dati si può, in prima battuta, notare come i valori più alti di ricaduta di ossidi di azoto (NOx) risultino quelli originati dai camini della PMI di Cassana (inceneritore escluso), riscontrandosi in stretta prossimità dei punti di emissione, nell'area della PMI stessa. I valori relativi all'inceneritore, invece, sono più bassi e mostrano due aree di maggiore concentrazione, un po' più lontano dai camini di origine, approssimativamente a sud-ovest e a est dello stesso (cioè, rispettivamente, poco più a nord dell'inizio della via per Bondeno e intorno al vicino asse autostradale A13, quindi in parte nella stessa area di PMI di Cassana). Quanto alle emissioni del Polo chimico, i valori risultano anch'essi più bassi e con le maggiori "ricadute" proprio nell'area PMI di Cassana (e nelle aree circostanti) e subito a est-sudest di Barco.

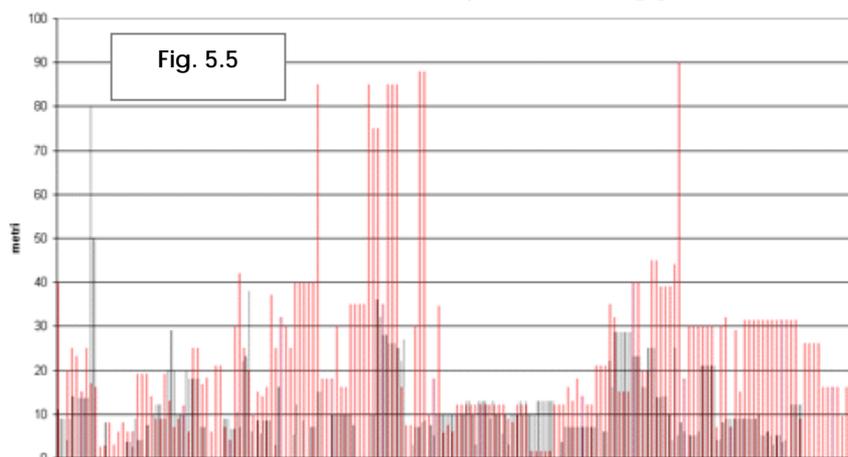
In sintesi, i camini che emettono a maggiori altezze e con maggiore velocità di emissione (quelli dell'inceneritore e del Polo chimico), appaiono distribuire i loro inquinanti su aree più vaste e seguendo le direttrici dominanti dei venti, mentre i camini più bassi distribuiscono il loro carico inquinante su un'area più ristretta, contribuendo peraltro maggiormente all'inquinamento di questa.

PROVINCIA DI FERRARA
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

Aziende del comune di Ferrara autorizzate ad emettere in atmosfera (DPR(203/88): portate camini.
Aziende del Polo chimico in rosso, le altre aziende in grigio.



Aziende del comune di Ferrara autorizzate ad emettere in atmosfera (DPR 203/88): altezze camini.
Aziende del Polo chimico in rosso, le altre aziende in grigio.



L'area PMI di Cassana, nell'analisi condotta, appare quindi il "bersaglio" maggiore del complesso delle emissioni considerate. Nell'insieme, però, i valori delle isolinee in *output* dal modello (relative sia ai valori medi che ai massimi) appaiono piuttosto bassi, se confrontati con quanto misurato nell'aria ambiente. Per esempio, nella zona di Mizzana il contributo stimato al valore medio annuale (derivante da tutte le emissioni sopra citate), risulta essere fra 5.5 e 7.0 microg/Nm³, valore molto distante (meno di un decimo) da quello misurato dalla stazione fissa, pari a 80 microg/Nm³. Analogamente a Barco il contributo dovuto alla ricaduta delle industrie citate risulta fra 5.5 e 6.5 microg/Nm³ a fronte di una media annuale misurata di 61 microg/Nm³. Va considerato inoltre che, sempre nel 2002, il *fondo* di ossidi di azoto (NO_x), espresso come media annuale e misurato nella stazione di Gherardi, è stato di 25 microg/Nm³.

Ci si attende che una parte consistente della differenza fra il dato fornito dal modello e quello fornito dalla misura sia dovuta al contributo di molte altre fonti non

prese in considerazione dal modello stesso (traffico *in primis*), oltre all'effetto dell'inquinamento secondario e a quello di fondo (inteso come parte d'inquinamento non imputabile direttamente ad alcuna fonte specifica, ma originato dalla spalmatura delle emissioni su scala locale, regionale e anche sovraregionale). Pertanto per valutarne l'influenza occorrerà fare ricorso ai già citati modelli più avanzati, in grado di stimare la concentrazione al suolo non solo di emissioni puntiformi ma anche di emissioni lineari ed areali.

E' opportuno allora chiudere il discorso sulle applicazioni del modello con una notazione circa il senso complessivo delle applicazioni stesse. Il modello è stato applicato agli ossidi di azoto (NOx); per altri inquinanti simili (quali gli ossidi di zolfo) è da attendersi un comportamento analogo, con ricadute prossime alle sorgenti di emissione ma, ovviamente, con entità differenti in dipendenza dell'entità delle emissioni puntuali di questo inquinante. Per altri inquinanti dissimili, invece, il modello non è efficace: per esempio, una simulazione per le polveri (oltre a non prevedere la formazione e diffusione di polveri secondarie) richiederebbe in *input* la specificazione della granulometria delle emissioni, che al momento non è nota con sufficiente affidabilità¹.

Avendo citato l'evoluzione presumibile della modellistica così come si è iniziata a sperimentare a Ferrara, vale la pena aggiungere che, se fino ad ora è stato utilizzato il modello ISC3 dell'EPA, a breve si potrà invece disporre dei risultati di un'integrazione fra una catena di modelli di nuova generazione e i monitoraggi della qualità dell'aria. Nello specifico, infatti, ARPA ha di recente optato per:

- la costruzione di uno scenario emissivo di riferimento (Nord Italia) sulla base dell'Inventario nazionale delle emissioni Corinair 2000;
- l'utilizzo di NINFA, modello chimico di trasporto e dispersione, sviluppato da ARPA ER, che consente di analizzare e prevedere la concentrazione al suolo e in quota di inquinanti primari e secondari, tra cui O₃, NO₂, PM₁₀ e PM_{2.5};
- la costruzione di scenari a maggiore dettaglio spaziale e temporale con utilizzo di *ADMS-Urban*, modello analitico quasi stazionario per sorgenti puntuali, areali e lineari (considerate insieme) con trattamento semplificato della chimica e degli *aerosol*.

¹ Esistono in letteratura fonti, anche autorevoli, che stimano la granulometria del particolato in dipendenza della tipologia di attività e del relativo impianto di abbattimento delle emissioni. Tale stima richiede però la disponibilità di un data base appositamente allestito, che al momento non è presente.

In ogni caso, quanto alle simulazioni con ISC3ST, a Ferrara fino ad ora ne sono state effettuate oltre 100, molte delle quali in relazione ad uno specifico progetto per aree in *Obiettivo2* ("*Sistema informativo per la valutazione e gestione ambientale di aree industriali della provincia di Ferrara*") finanziato dall'Unione Europea e co-finanziato dalla Provincia di Ferrara. Alcune di tali simulazioni sono state già rese pubbliche (vedi sito *web* di ARPA-nodo di Ferrara). Delle esperienze più significative tra le nuove (che saranno pubblicate a fine 2006-inizio 2007) vanno comunque citate:

1. simulazioni effettuate per verificare differenze tra previsioni su base annuale e previsioni su base stagionale o sub-stagionale;
2. simulazioni finalizzate a localizzare i siti in cui impiantare nuove misurazioni della qualità dell'aria o rilevazioni di contaminazione di suoli (diossine in rapporto al funzionamento attuale e pregresso degli inceneritori);
3. simulazioni per effettuare confronti tra rilevazioni correnti (con stazione fissa o mezzo mobile) e stime previsionali;
4. simulazioni per valutare la diffusione-ricaduta d'inquinanti in aree d'interesse naturalistico;
5. simulazioni per confrontare future variazioni dell'assetto emissivo di aree produttive.