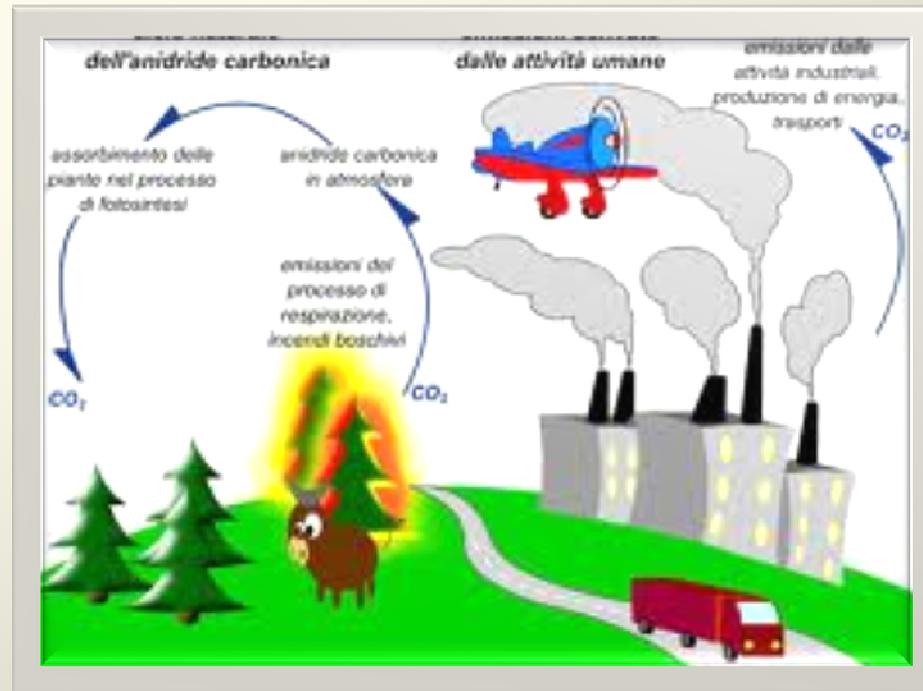


VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE

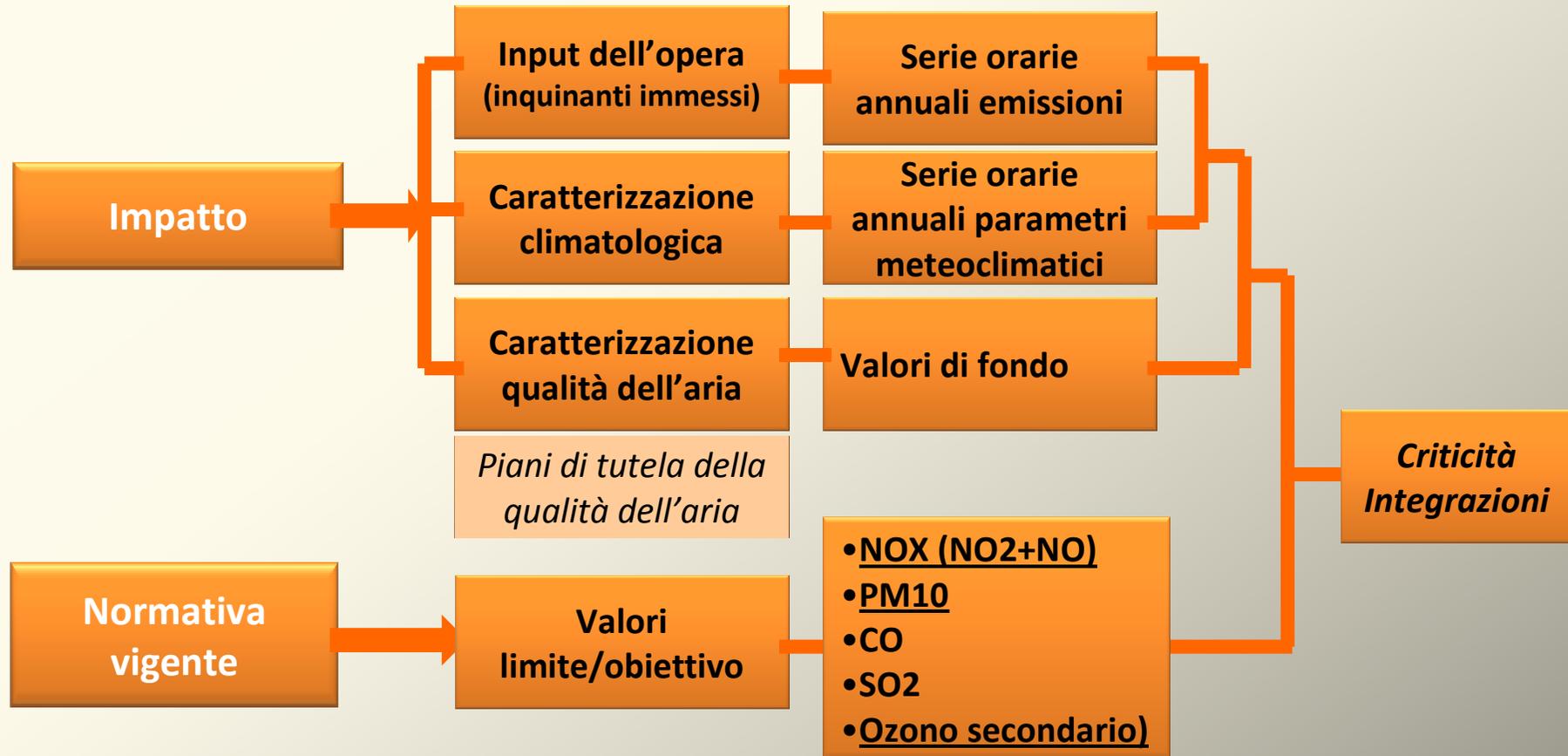


QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE COMPONENTE ATMOSFERA



Carlo Dacquino - Ingegnere

SCHEMA DI VALUTAZIONE



Principale normativa vigente

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Parte V

NORME IN MATERIA DI TUTELA DELL'ARIA E DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

- TITOLO I : PREVENZIONE E LIMITAZIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA DI IMPIANTI E ATTIVITÀ (Artt. 267-281)
- TITOLO II : IMPIANTI TERMICI CIVILI (Artt. 282-290)
- TITOLO III : COMBUSTIBILI (Artt. 292-298)

•ALLEGATI:

I →Valori di emissione e prescrizioni

II →Grandi impianti di combustione

III →Emissioni di composti organici volatili

IV →Impianti e attività in deroga

V →Polveri e sostanze organiche liquide

VI →Criteri per la valutazione della conformità dei valori misurati ai Valori limite di emissione

VII →Operazioni di deposito della benzina e sua distribuzione dai terminali agli impianti di distribuzione

VIII →Impianti di distribuzione benzina

IX →Impianti termici civili

X →Disciplina dei combustibili

Dlgs 4 agosto 1999, n. 351

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 96/62/CE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

- VALORI LIMITE, SOGLIE D'ALLARME E VALORI OBIETTIVO (Art. 4)
- ZONIZZAZIONE E PIANI DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA (Artt. 5-12)

Principale normativa vigente

Dlgs 21 maggio 2004, n. 183

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2002/03/CE RELATIVA ALL'OZONO NELL'ARIA

- VALORI BERSAGLIO (Art. 3, Allegato I parte II)
- OBIETTIVI A LUNGO TERMINE (Art. 4, Allegato I parte III)
- SOGLIE DI ALLARME E DI INFORMAZIONE (Art. 5, Allegato II parte I)
- VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI OZONO E DEI PRECURSORI (Art. 6, Allegati IV÷VIII)

- ALLEGATI I÷VIII

Dlgs 3 agosto 2007, n. 152 (modificato e integrato dal Dlgs 26 giugno 2008, n. 120)

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2004/107/CE CONCERNENTE L'ARSENICO, IL CADMIO, IL MERCURIO, IL NICHEL E GLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI NELL'ARIA AMBIENTE

- PERSEGUIMENTO DEL VALORE OBIETTIVO^(*) (Art. 3, Allegato I)
- VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA AMBIENTE' (Art. 4, Allegato II)
- SOGLIE DI ALLARME E DI INFORMAZIONE (Art. 5, Allegato II parte I)

- ALLEGATI I÷V
- APPENDICI I÷II, relative ai metodi campionamento del Mercurio

^(*) Valore misurato come tenore totale nel PM₁₀

Principale normativa vigente

Dlgs 13 agosto 2010, n. 155 (che sostituisce DM AMBIENTE 20/04/2002, n. 60)

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2008/50/CE RELATIVA ALLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE E PER UN'ARIA PIU' PULTA IN EUROPA

- ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO (Art. 3, criteri in Appendice I)
- CLASSIFICAZIONE DI ZONE E AGGLOMERATI AI FINI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA (Art. 4, Allegato II)
- VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA (Artt. 5-6, Allegato III)
- STAZIONI FISSE DI MISURA (Art. 7, Allegati V-VI)
- VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E STAZIONI FISSE PER L'OZONO (Art. 8, Allegati VI÷X, Appendici II÷III)
- PIANI DI RISANAMENTO (Artt. 9÷13, Allegati VII, XI ÷XV, Appendice IV)
- MISURE IN CASO DI SUPERAMENTO DELLE SOGLIE D'INFORMAZIONE E ALLARME (Art. 14, Allegato XII)

- ALLEGATI I÷XVI
- APPENDICI I÷XI

Valori limite

INQUINANTE (unità)	NORMATIVA	LIMITI DI LEGGE		
		Tipo	valore	superamenti
CO (mg/m ³)	D.Lgs 13/08/2010 , n. 155 Allegato XI	Media su 8 ore	10	-
NO _x (µg/m ³)		Media annuale per la protezione degli ecosistemi	30	-
PM ₁₀ (µg/m ³)		Media giornaliera	50	35/anno
PM _{2.5} (µg/m ³)		Media annuale	40	-
		Media annuale	25 (~20)	-
Polveri totali sospese (µg/m ³)	DM 25/11/1994 Allegato I Tabella I	Media giornaliera	150	-
		Attenzione Allarme	300	-
SO ₂ (µg/m ³)	D.Lgs 13/08/2010 , n. 155 Allegato XI	Media oraria per la salute umana	350	24/anno
		Media giornaliera	125	3/anno
Media annuale per la protezione degli ecosistemi		20	-	
NO ₂ (µg/m ³)		Media oraria per la salute umana	200	18
Pb (µg/m ³)		Media annuale	40	-
		Media annuale per la salute umana	0.5	-
Benzene (C ₆ H ₆) (µg/m ³)		Media annuale per la salute umana	5	-
		Ozono (O ₃) (µg/m ³)	D.Lgs 21/05/2004, n. 183 Allegato II	Soglia di informazione
D.Lgs 13/08/2010 , n. 155 Allegato VII	Soglia d'allarme		240	-
IPA (benzo(a)pirene) (ng/ m ³)(*)	D.Lgs 26/06/2008, n. 120 Art. 1 comma 6	Obiettivo a lungo termine	120	-
		Obiettivo a lungo termine	As	6.0
Cd			5.0	-
Metalli pesanti (ng/ m ³)(*)		Ni	20.0	-

(*) concentrazione media annuale nella frazione PM₁₀ di particolato

Entrata in vigore

- 01/01/2005 per SO₂, Pb, PM₁₀, CO
- 01/01/2010 per NO₂, NO_x, Benzene, Pb in vicinanza di impianti inquinanti, Ozono (valore obiettivo)
- 01/01/2015 PM_{2.5} (media annuale 25) – 01/01/2020 media annuale da stabilire con decreto (probabile 20)

Piani di tutela della qualità dell'aria

Zonizzazione del territorio (D.Lgs 155/2010 Art. 3 e Appendice I)

Suddivisione del territorio in

- **Agglomerati:** insiemi di aree urbanizzate contigue, con popolazione > 250,000 ab. o densità > 3,000 ab/km²
- **Zone:** aree omogenee per carico emissivo per gli inquinanti primari o per carico emissivo, caratteristiche meteorologiche e orografiche per gli inquinanti secondari (Ozono, polveri, Ossido di azoto)

Classificazione delle zone (D.Lgs 155/2010 Art. 4 e Allegato II)

In funzione del superamento^(*), per ciascun inquinante, delle soglie di valutazione:

- **Superiore (SVS)** : tra il 60% e l'80% del valore limite
- **Inferiore (SVI)**: tra il 40% e il 65% del valore limite

CLASSE A (CRITICA): $X > SVS$

CLASSE B (RISANAMENTO): $SVI \leq X \leq SVS$

CLASSE C (MANTENIMENTO): $X < SVI$

^(*) Si ha superamento quando le concentrazioni massime sono maggiori della soglia per 3 anni su 5

Modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera

Le basi matematiche

L'equazione di diffusione di un inquinante espressa in un sistema di riferimento (x,y,z) fisso nello spazio assume la forma:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} \right)$$

in cui \bar{u} , \bar{v} e \bar{w} sono le velocità medie del vento rispetto agli assi (x, y, z),
 \bar{c} è la concentrazione media (incognita)

K_x , K_y e K_z sono dette *diffusività turbolente*, da ricavare in maniera opportuna caso per caso.

La risoluzione dell'equazione della diffusione (**modelli euleriani**) può avvenire per via analitica solo nell'eventualità in cui le velocità medie e le diffusività turbolente siano descrivibili da funzioni semplici (leggi di potenza).

Espressioni più realistiche delle K e delle velocità danno luogo invece a delle complicazioni analitiche spesso insormontabili; in questi casi la soluzione è ottenibile solo per via numerica (*grid-model*).

La gran parte di queste soluzioni sono basate sulla tecnica delle differenze finite e richiedono tempo e grande capacità di calcolo, nonché ottima conoscenza delle condizioni al contorno.

Per ridurre i tempi e la capacità di calcolo necessaria si ricorre, quindi, a modelli semplificati come:

- **Modelli gaussiani** → modelli euleriani che obbediscono a particolari ipotesi semplificative, che permettono una soluzione analitica dell'equazione di diffusione
- **Modelli lagrangiani** → modelli di tipo numerico a base probabilistica, in cui si simula l'emissione degli inquinanti con la generazione di un certo numero di particelle emesse a ogni nuovo passo temporale: il campo di concentrazione è, quindi, ricostruito in funzione direttamente proporzionale al numero di particelle che attraversano un certo volume di spazio.

Modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera

Modelli gaussiani

Se si suppone che:

- il campo delle concentrazioni sia stazionario ($dc/dt=0$)
- il regime della sorgente sia costante
- il vento sia diretto secondo x
- le componenti medie di v e w siano nulle
- il trasporto per diffusione secondo l'asse x sia trascurabile rispetto al trasporto di massa

l'equazione di diffusione ha una soluzione analitica del tipo:

$$C(x, y, z,) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z\bar{u}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right] + C_f$$

In cui Q è la portata della sorgente (g/s) posta nell'origine degli assi; C_f la concentrazione di fondo; (σ_y , σ_z) i raggi di dispersione secondo y e z , funzioni della distanza x dalla sorgente e delle [classi di stabilità atmosferica](#) secondo la seguente equazione empirica proposta da Pasquill $\sigma = A \cdot x^B$

Condizioni di stabilità		$\sigma_y(^*)$		$\sigma_z(^*)$	
Descrizione	Classi di Pasquill	A	B	A	B
Molto instabili	A	215	0.91	215	0.91
Instabili	B+C	137	0.86	125	0.86
Neutre	D+E	70	0.76	48	0.76
Stabili	F+G	42	0.71	8	0.71

(*) x in km, σ in m

NOTA: Nell'equazione che risolve il modello Gaussiano non appaiono parametri di diffusione specifici per i singoli inquinanti, salvo i parametri quantitativi Q e C_f

Velocità del vento al suolo	Radiazione solare diurna			Copertura nuvolosa notturna (nubi basse)	
	m/s	Forte	Moderata	Debole	Coperto o > 50% (> 4 / 8)
< 2	A	A - B	B	E	F
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Classi di stabilità di Pasquill, in funzione dell'intensità del vento e della radiazione solare

Modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera

Modelli gaussiani

Le condizioni imposte dai modelli gaussiani sono fortemente limitative.

In tutti quei casi in cui le componenti medie della velocità del vento e la turbolenza variano in maniera non trascurabile all'interno del campo considerato (ad esempio a causa di orografie complesse, circolazioni di brezza, isole di calore) e/o l'emissione dalla sorgente non è stazionaria, l'applicazione di un modello gaussiano **è sconsigliata**.

In queste condizioni si può, invece, ricorrere ai **segment-models**, ai *puff-models* o a modelli combinati dei precedenti.

Il **segment-model** si utilizza in presenza di condizioni di trasporto (fluidodinamica) variabili nel tempo, in particolare per quanto riguarda la direzione del vento.

In tale modello l'asse del fumo (*plume*) è scomposto in elementi indipendenti (segmenti) le cui caratteristiche iniziali e la cui dinamica dipendono sia dalle condizioni di emissione che da quelle fluidodinamiche.

In questi segmenti gli inquinanti si diffondono come in un modello gaussiano.

Nei **puff-models** si assume che ogni emissione di inquinante di durata Δt immette nell'atmosfera una massa $\Delta M = Q\Delta t$, il cui baricentro è trasportato dal campo di velocità medio locale.

Se, al tempo t , il baricentro del puff si trova nel punto (x_p, y_p, z_p) , allora il contributo dovuto al puff considerato in un generico punto (x, y, z) del campo è pari a :

$$\overline{\Delta c}(x, y, z, t) = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z} \exp\left[-\frac{(x - x_p)^2}{2\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{(y - y_p)^2}{2\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{(z - z_p)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

La concentrazione totale in corrispondenza di un recettore al generico tempo t si ottiene allora sommando i contributi dei singoli puff emessi dalla sorgente fino all'istante considerato.

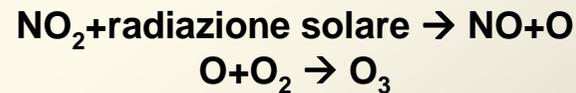
La precedente equazione può essere generalizzata per tenere conto del contorno del campo (terreno, altezza dello strato limite ed eventuali ostacoli che perturbano in modo significativo il flusso d'aria).

Modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera

Inquinanti secondari

Per **inquinanti secondari** si intendono tutti gli inquinanti che si formano in atmosfera tramite delle reazioni chimiche tra varie sostanze presenti (precursori).

Tra questi il principale è l'**ozono** che si forma mediante la seguente successione di reazioni:



Tra i precursori dell'ozono, oltre all' NO_2 , si segnalano i COV, con potenziale di formazione pari a 0.9 (rispetto a NO_2)

Poiché le reazioni richiedono tempo per realizzarsi e la prima è più veloce in presenza di più NO_2 e meno NO, la formazione dell'ozono avviene a una certa distanza dalle fonti emissive di NO_x e COV, cioè dalle zone a traffico elevato.

La necessità di forte radiazione solare fa sì che l'ozono si formi in particolare nelle ore di maggiore insolazione nel periodo estivo.

Infine, la seconda reazione che richiede una forte presenza di O_2 sarà più sviluppata in presenza di vegetazione.

Di conseguenza, le concentrazioni di ozono saranno massime nei parchi cittadini intorno a mezzogiorno delle giornate estive di forte insolazione.

I modelli precedentemente analizzati possono tenere conto delle reazioni chimiche attraverso dei termini definiti dalla natura della cinetica chimica da simulare.

A meno di infinitesimi di ordine superiore vale il **principio di sovrapposizione degli effetti**.

Di conseguenza, l'inquinamento secondario può essere ricavato semplicemente utilizzando, a partire dal calcolo delle concentrazioni (inquinamento primario), le adeguate funzioni descrittive dei fenomeni fisici e chimici da considerare.

Modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera

I modelli più utilizzati negli Studi d'Impatto Ambientale

L'EIONET (<http://acm.eionet.europa.eu/databases/MDS/index.html>): *European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation* mette a disposizione dell'utilizzatore, come guida alla scelta del modello più adatto alle proprie esigenze, un database con 142 dei principali modelli di calcolo della diffusione in atmosfera.

Nella tabella seguente sono riportati i modelli maggiormente usati nei SIA analizzati da ISPRA.

Modello	Tipo	Sorgenti	Scala spaziale	Scala temporale	Inquinamento secondario	EIONET	Sviluppatore
ADMS-Roads	Gaussiano	tutte	locale & regionale	short & long term	SI	SI	Cambridge Environmental Research Consultants Ltd.
AERMOD	Gaussiano	puntuale	locale	long term	NO	SI	E.P.A (USA)
ARIA Impact	Gaussiano	tutte	locale & regionale	long term	NO	NO	ARIANET s.r.l. (Milano)
BREEZE ISC	Ingegnerizzazione di ISC3						Trinity Consultants, Inc. BREEZE Software, Data, and Services (USA)
CALINE4	Gaussiano	lineare	fino a 500 m	short term	NO	SI	California Department of Transportation
CALPUFF	Puff model	tutte	locale & regionale	short & long term	SI	NO	Atmospheric Studies Group Earth Tec. (USA)
CALRoads	Ingegnerizzazione di CALINE4						Lakes Environmental Software (Canada)
COMPLEX1	Gaussiano	puntuale	Modello di screening per terreni a orografia complessa			NO	E.P.A (USA)
FARM	Euleriano	puntuale & areale	regionale & continentale	short & long term	SI	SI	ARIANET s.r.l. (Milano)
ISC3	Gaussiano	tutte	locale	short & long term	NO	NO	E.P.A (USA)
SCREEN3	Versione screening di ISC3						E.P.A (USA)
SPRAY	Lagrangiano	tutte	locale & regionale	short & long term	NO	SI	Arianet s.r.l. (Milano) Aria Technologies SA (Francia)
WinDIMULA	Gaussiano	puntuale & areale	locale	short & long term	NO	NO	MAIND S.r.l. (Milano) ENEA Centro Ricerche Casaccia
WinMISKAM	Euleriano	tutte	locale & regionale	short & long term	NO	SI	Ingenieurbuero Lohmeyer GmbH & Co. KG (Germania)

Locale = 0-30 km; Regionale= 30-300 km; Continentale= 300-3000 km short = simulazione del singolo episodio; long = simulazione a scala annuale

Caratterizzazione meteoclimatica del sito

Poiché

- nell'equazione di diffusione compaiono i parametri meteorologici che definiscono il comportamento fluidodinamico del sito (direzione e velocità del vento, temperatura, pressione, stabilità atmosferica....)
- i limiti di legge sono scansionati a scala annuale con supporto di riferimento temporale che va dall'ora al giorno

è necessario caratterizzare il sito di ubicazione dell'opera in esame, individuando **la serie annuale dei parametri meteoclimatici scansionati a intervalli orari**, a partire dai dati meteoclimatici raccolti nelle stazioni meteo presenti nell'intorno del sito e relative a: temperatura, gradiente termico, direzione e velocità del vento, copertura nuvolosa, radiazione solare, pressione, evaporazione, umidità relativa, classe di stabilità atmosferica

Sono attualmente operanti diverse reti di rilevamento di **dati meteoclimatici**, consultabili mediante il sito del **Sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA)** avviato dall'ISPRA in collaborazione con il Servizio Meteorologico AM, il CRA-CMA (ex UCEA) e varie ARPA, tra cui:

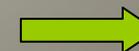
- la rete del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (UGM: Ufficio Generale per la meteorologia dell'Aeronautica Militare);
- le reti UCEA (ucos, ucst, ran);
- le reti delle regioni, ex SIMN e Mareografica;
- **le reti locali, realizzate a livello regionale, provinciale, metropolitano** (o approntate da Consorzi industriali o Enti di ricerca) nell'ambito di programmi per il disinquinamento atmosferico.

Nel caso in cui i dati disponibili siano insufficienti è necessario prevedere apposite campagne di rilevamenti in "situ" dei parametri meteoclimatici da farsi in contemporanea a quelle relative alle misure di qualità dell'aria.

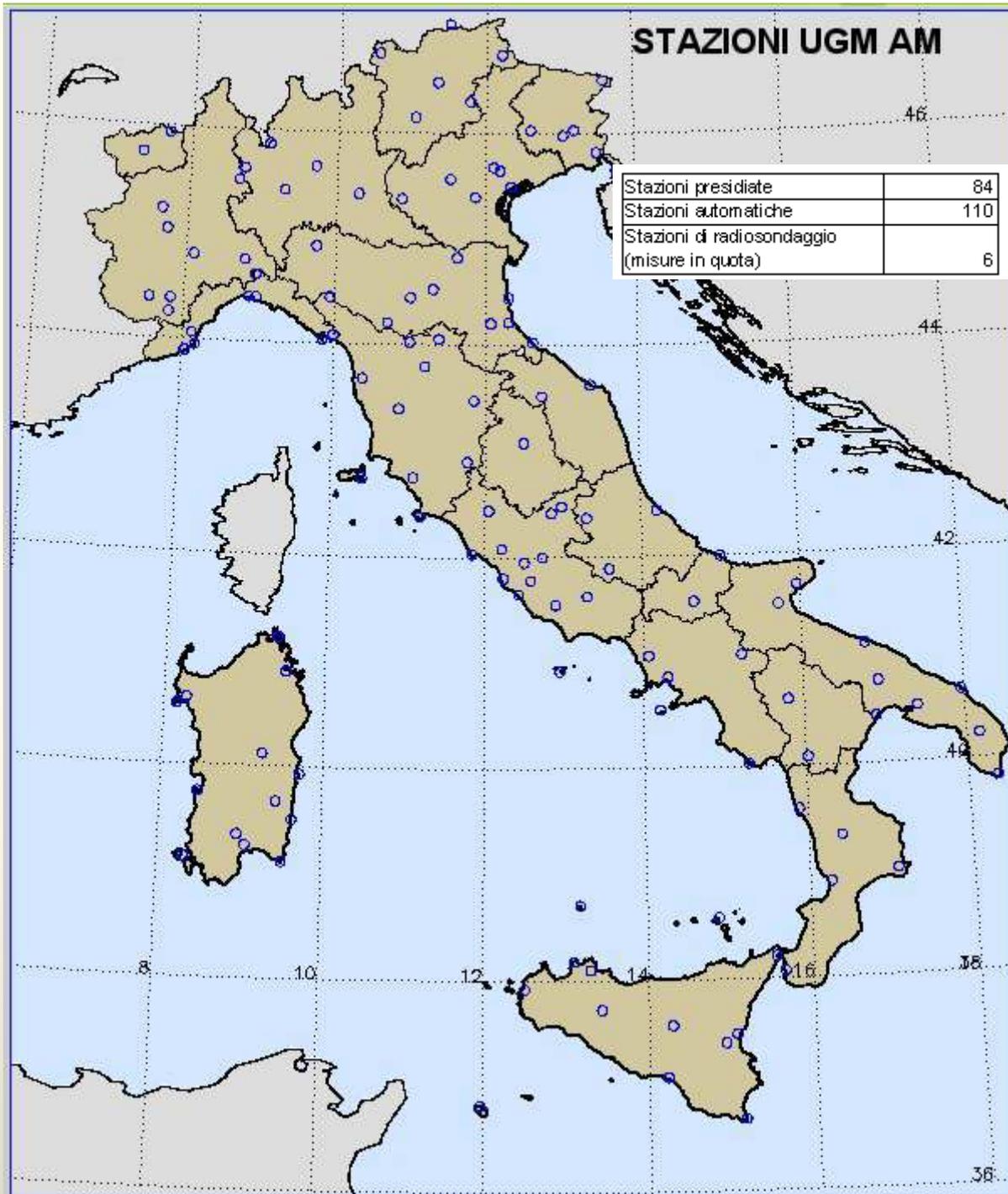
Caratterizzazione meteoclimatica del sito

In linea generale le serie storiche annuali si possono ottenere:

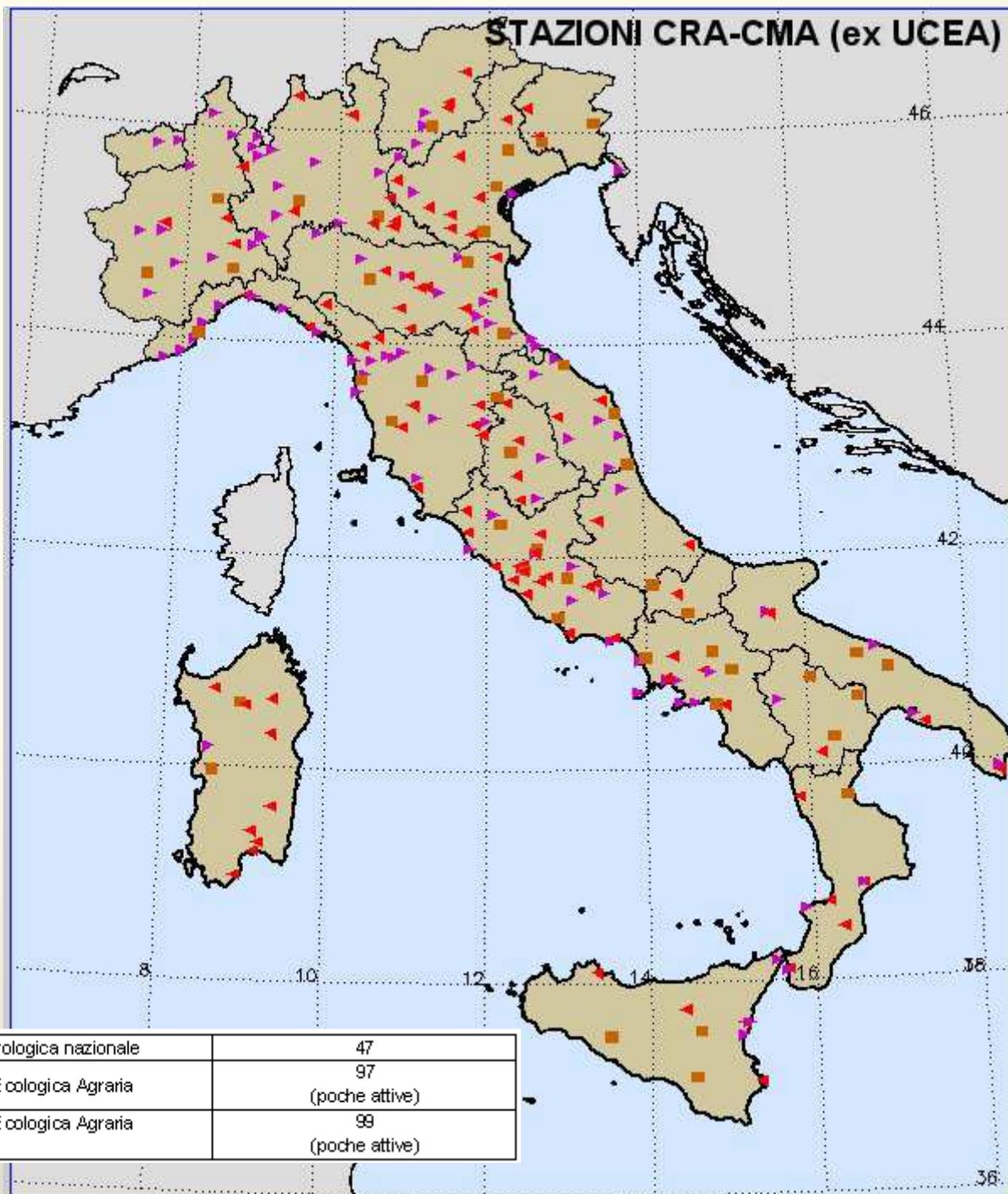
- dai dati misurati su una stazione meteo che si trovi entro un raggio minore della distanza che definisce, dal punto di vista meteo, il carattere omogeneo dell'area in esame;
- calcolando la serie annuale del sito mediante opportuni processori meteo di tipo diagnostico associati ai modelli di diffusione (Calmet per CalPuff, Aermet per Aermod, ...) a partite dalle stazioni presenti nell'intorno;
- in assenza di stazioni di misura attendibili nell'intorno, individuando le serie annuali nei nodi di una griglia a maglie larghe (10 km) mediante modelli previsionali meteo a grande scala (MM5, RAMS, WRF, ...) a partire dalle stazioni base delle reti nazionali e internazionali e calcolando le serie sitospecifiche mediante i processori meteo diagnostici sopra ricordati (http://www.lamma.rete.toscana.it/sites/all/files/doc/consorzio/pubblicazioni/aria/PATOS_2008.pdf).



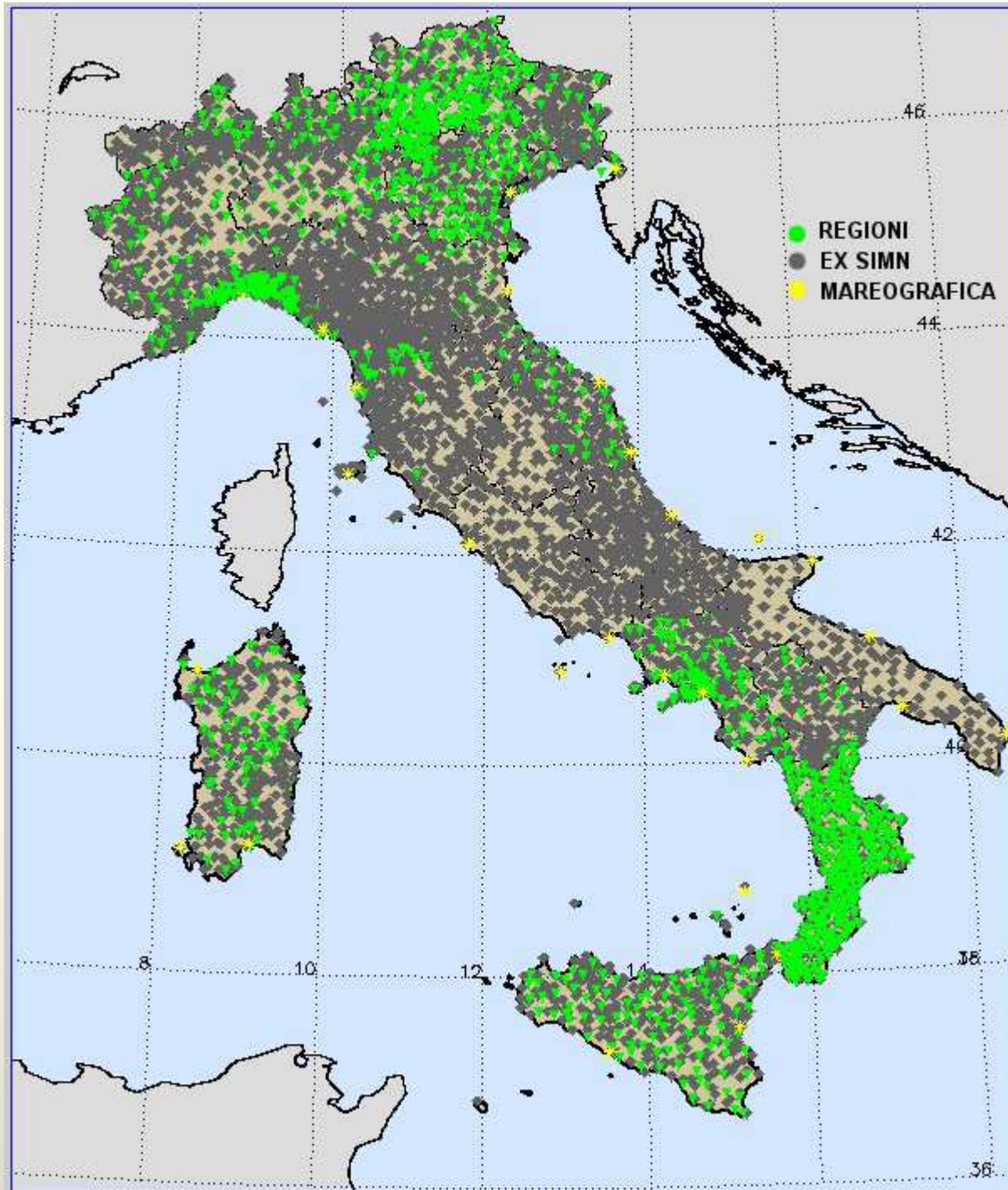
STAZIONI UGM AM



STAZIONI CRA-CMA (ex UCEA)



UCEA_RAN	Rete Agrometeorologica nazionale	47
UCEA-UCST	Ufficio Centrale Ecologica Agraria	97 (poche attive)
UCEA-UCOS	Ufficio Centrale Ecologica Agraria (Osservatori)	99 (poche attive)



APPLICAZIONE DEI MODELLI RAMS-CALMET-CALPUFF PER UNA VALUTAZIONE LONG-TERM DEL CONTRIBUTO ALLE CONCENTRAZIONI DI PM₁₀ DERIVANTI DA UNA DELLE PRINCIPALI SORGENTI INDUSTRIALI DELLA TOSCANA

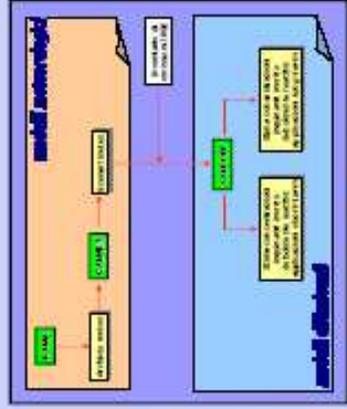
C. Busillo, F. Calastrini, G. Gualtieri

Tel: +39 55 54483028 - Fax: +39 55444083 - E-mail: bu.sillo@lamma.rete.toscana.it

IL SISTEMA DI MODELLI RAMS-CALMET-CALPUFF

Il Consorzio IEMMA (Istituto per la Meteorologia e la Modellistica Ambientale) ha sviluppato un sistema integrato di modelli meteorologici per la valutazione dello stato di qualità dell'aria.

Il sistema utilizza un archivio di variabili meteorologiche elaborate dal modello WAM5, il modello CALMET - utilizzato come post-processore meteorologico del modello RAMS - ed il modello di dispersione CALPUFF, finalizzato alla simulazione del trasporto e della diffusione degli inquinanti.



RISULTATI OTTENUTI

Nelle figure sono illustrate le concentrazioni simulate annuali di PM₁₀ di 31 e di 01/01.



I risultati ottenuti da questa applicazione modellistica sono sintetizzati nelle tabelle che riportano le stime della concentrazione media annua di PM₁₀ SO₂ NO₂.

Le concentrazioni delle sostanze emesse interessano una vasta area del territorio toscano, mentre nelle immediate vicinanze dello stabilimento i valori sono estremamente bassi.

Una possibile spiegazione riguarda due elementi: la scarsa ricchezza orografica e il basso livello orografico e le condizioni meteorologiche durante in cui è localizzato lo stabilimento.

BONINIO SPZIALE

- Area occupata totale: 178.200 Km²
- Pico di quota nel piano: 202 Km²
- Numero di punti-griglia nel piano: 60x110 = 6700
- Numero di strati verticali: 12
- Quota strati verticali estremi: 0h-2000 m s.l.s.l.



I valori degli impianti sono molto alti e la temperatura dell'atmosfera è elevata, da cui consegue una notevole dispersione dei fumi che sono emessi ad una quota elevata, tenendo conto anche dell'effetto di plume-rise.

Lo stabilimento si trova in prossimità della quota, dove prevalgono venti occidentali per gran parte dell'anno.

Inoltre va considerato che l'andamento dell'andamento di inquinamento nel passaggio dalla terra al mare subisce una drastica riduzione.

SPECIFICHE DI APPLICAZIONE

È stata condotta un'applicazione del sistema RAMS-CALMET-CALPUFF sull'intero territorio della regione Toscana, con cadenza oraria, per un periodo di 10 giorni (dal 1° gennaio al 31 dicembre 2002).

Nell'applicazione, per simulare la dispersione di inquinanti atmosferici prodotti dalla centrale termoelettrica di Fiume del Gallo, sono stati utilizzati i dati di emissione forniti dall'azienda "ISE".

L'attenzione è stata focalizzata sullo studio del contributo alle concentrazioni atmosferiche derivante dalla componente principale del PM₁₀, nonché dagli ossidi di azoto e di PM₁₀: questi rappresentano infatti i principali inquinanti della componente principale inquinante del particolato.



I fumi vengono in prevalenza emessi al di sopra della parte quota di inversione termica e sono quindi sottoposti le condizioni meteorologiche condizionate a salire.

In sintesi, i risultati della simulazione evidenziano che la centrale termoelettrica rappresenta una significativa sorgente di PM₁₀ primario e soprattutto di inquinanti secondari dalle componenti secondarie del particolato.

Caratterizzazione della qualità dell'aria

L'impatto provocato dall'opera, calcolato con i modelli di diffusione, si somma alla qualità dell'aria preesistente e il risultato va confrontato con i valori limite per verificarne l'eventuale superamento.

Come è già stato ricordato, il D. Lgs 155/2010 definisce i criteri relativi a:

- **ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO (Art. 3, criteri in Appendice I)**
- **CLASSIFICAZIONE DI ZONE E AGGLOMERATI (Art. 4, Allegato II)**
- **VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA (Artt. 5-6, Allegato III)**
- **STAZIONI FISSE DI MISURA (Art. 7, Allegati V-VI)**
- **VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E STAZIONI FISSE PER L'OZONO (Art. 8, Allegati VI-X, Appendici II-III)**

I dati raccolti sulle reti e le stazioni di rilevamento presenti sul territorio nazionale sono raccolti da ISPRA nella Banca Dati BRACE disponibile sul sito <http://www.brace.sinanet.apat.it>

In tabella è mostrata l'articolazione di tali stazioni per regione e tipologia.

Regione	Staz.	Attive	Fondo	Industr.	Traff.	N.C.
Abruzzo	17	17	3	3	11	0
Basilicata	20	11	0	9	2	0
Calabria	11	11	5	3	3	0
Campania	20	20	1	0	19	0
EmiliaRomagna	140	57	40	0	17	0
Friuli	42	40	10	15	15	0
Lazio	65	54	14	23	13	4
Liguria	97	67	15	30	22	0
Lombardia	216	180	85	33	54	8
Marche	54	40	11	13	15	1
Molise	12	10	5	5	0	0
Piemonte	96	76	46	2	28	0
Puglia	75	71	18	14	37	2
Sardegna	72	61	12	27	20	2
Sicilia	94	93	19	19	51	4
Toscana	94	63	33	8	22	0
Bolzano	19	15	8	7	0	0
Trento	13	8	6	2	0	0
Umbria	23	20	2	8	10	0
Valle d'Aosta	16	14	9	1	4	0
Veneto	92	51	35	5	11	0
TOTALE	1288	979	377	227	354	21

Caratterizzazione della qualità dell'aria

La caratterizzazione della qualità dell'aria può essere realizzata attraverso:

- dati raccolti dagli organismi titolari della gestione delle reti e dei dati di monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio (Regioni, Province, Agenzie regionali per la protezione dell'Ambiente);
- campagne sperimentali appositamente eseguite;
- modelli di dispersione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera.

I parametri richiesti per la caratterizzazione sono in funzione dei valori limite stabiliti per legge per i vari inquinanti.

In generale, i Proponenti tendono a fornire solo il valore di fondo medio, mentre nel caso di valori limite orari (o giornalieri) da non superare oltre un certo numero di volte/anno è necessario, in assenza della serie di valori di fondo orari, avere il valore massimo di fondo (*cautelativo*) o lo scarto quadratico medio dei valori di fondo orari, in modo da ricostruire la somma [impatto dell'opera+qualità dell'aria preesistente] con la relativa variabilità, che consenta di stimare il numero probabile di superamenti.

$\overline{V_F}$ → valore di fondo medio

$\overline{\sigma_{V_F}}$ → scarto quadratico medio del valore di fondo

\overline{I} → impatto medio

$\overline{\sigma_I}$ → scarto quadratico medio dell'impatto

$\overline{\sigma_S} = \sqrt{\overline{\sigma_I}^2 + \overline{\sigma_{V_F}}^2}$ → scarto quadratico medio dell'impatto

Esempio: superamento orario consentito 18 volte/anno, corrispondente al percentile $P_{99,79}$, cui corrisponde nella distribuzione normale standardizzata il valore di 2.87.

Una stima del valore d'impatto complessivo è data dalla relazione:

$$I_{99,79} = \overline{I} + \overline{V_F} + 2.87 \cdot \overline{\sigma_S}$$

Articolazione degli impatti

Come per le altre componenti ambientali, anche gli impatti in atmosfera si articolano in:

- **impatti in fase di cantiere**, sempre presenti e sostanzialmente riconducibili all'emissione di polveri e inquinanti dei motori dei mezzi di cantiere
- **impatti in fase di esercizio**, specifici di ciascuna opera, a volte assenti (metanodotti, elettrodotti): emissioni da traffico di tipo lineare (strade, autostrade), emissioni da impianti (puntuali, areali)

Impatti in fase di cantiere

Gli impatti in fase di cantiere sono riconducibili all'emissione di polveri per le attività di cantiere e all'emissione di polveri e NO_x dai motori dei mezzi di cantiere e dei camion adibiti al trasporto dei materiali (in entrata e in uscita dal cantiere).

Per le emissioni di polveri (in particolare PM₁₀) la cui equazione generale è del tipo

$$E = Q \times FE \times (1 - ER/100)$$

in cui

- **Q** è la quantità di materiale movimentato all'ora,
- **ER** la % di riduzione degli impatti con le opportune misure di mitigazione

si fa riferimento ai documenti dell'EPA AP 42 (<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>)

SCAVO	FATTORE EMISSIONE (FE) Kg/Mg
Fattore di emissione PM ₁₀ EPA 30502760 Sand Handling, transfer and storage	0.0004
CARICO MATERIALE	FATTORE EMISSIONE (FE) Kg/Mg
Fattore di emissione PM ₁₀ EPA 30502031 Truck Loading Conveyor	0.0001

Impatti in fase di cantiere

STOCCAGGIO	FATTORE EMISSIONE (FE) Kg/Mg
Fattore di emissione PM ₁₀ EPA 13.2.4 Aggregate <u>Handling and Storage</u> <u>Piles</u>	$k (0.0016) \frac{(u/2.2)^{1.3}}{(M/2)^{1.4}}$ <p>k = 0.35 per PM₁₀ u = velocità media vento (m/s) M = umidità % media</p>

MOVIMENTO MEZZI SU PISTE NON ASFALTATE	FATTORE EMISSIONE (FE) Kg/km
Fattore di emissione PM ₁₀ EPA 13.2.2 <u>Unpaved Roads</u>	$k (0.2819) (s/12)^a (W/3)^b$ <p>k = 1.5 per PM₁₀, a = 0.9, b = 0.45 s = contenuto % di limo nel suolo W = peso medio dei mezzi (Mg) → autocarro 16 → ruspa 24</p>

Impatti in fase di cantiere

Per le emissioni dai motori dei mezzi di cantiere e dei camion adibiti al trasporto dei materiali si fa, invece, riferimento ai fattori di emissione individuati mediante la metodologia COPERT IV (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic).

Emissioni motori mezzi pesanti (16-32 Mg) Fonte COPERT IV	
INQUINANTE	FATTORE EMISSIONE g/(km*veh)
NO _x	2.81
PM ₁₀	0.19

Definite con queste equazioni empiriche le sorgenti emissive, l'impatto si calcola con i modelli di diffusioni già descritti.

Tenuto conto, sia dell'approssimazione del calcolo delle emissioni che del carattere di temporaneità dell'impatto nonché delle misure di mitigazione successivamente descritte, prima di ricorrere ai modelli, si può eseguire un'operazione di screening, per escludere l'impatto e/o delimitarne l'area di rilevanza.

A questo proposito si può fare riferimento al documento *“Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”*, prodotto dall'ARPA Toscana (<http://www.arpato.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpato/linee-guida-per-intervenire-sulle-attivita-che-producono-polveri>)

Impatti in fase di cantiere

Nella tabella che segue le soglie di emissione definite dalle Linee Guida.
Le stesse Linee Guida suggeriscono di usare un fattore di sicurezza 2 (raddoppiare le emissioni calcolate).

Distanza (m)	Giorni di emissione annui					
	>300	300 – 250	250 – 200	200 – 150	150 – 100	<100
0 -50	145	152	158	167	180	208
50 – 100	312	321	347	378	449	628
100 – 150	608	663	720	836	1,038	1,492
> 150	830	908	986	1,145	1,422	2,044

Soglie assolute di emissione di PM10 al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (i valori sono espressi in g/h)

Se all'interno delle distanze individuate non si riscontra la presenza di recettori sensibili si esclude comunque la significatività dell'impatto.

Altrimenti, si procede alla simulazione dell'impatto con i normali modelli diffusivi.

Impatti in fase di cantiere

Misure di Mitigazione

Per il contenimento delle emissioni delle polveri nelle aree di cantiere e di viabilità dei mezzi utilizzati, i possibili interventi di riduzione delle emissioni di polveri possono essere distinti in:

- riduzione delle emissioni dai motori dei mezzi di cantiere: gli autocarri e i macchinari impiegati nel cantiere dovranno avere caratteristiche rispondenti ai limiti di emissione previsti dalla normativa vigente ed essere sottoposti a una puntuale e accorta manutenzione;
- riduzione del sollevamento delle polveri dai mezzi in transito: mediante la bagnatura periodica (v. tabella) della superficie di cantiere, tenendo conto del periodo stagionale, con un aumento di frequenza durante la stagione estiva e in base al numero orario di mezzi circolanti sulle piste; la circolazione a velocità ridotta dei mezzi di cantiere; il loro lavaggio giornaliero nell'apposita platea; la bagnatura dei pneumatici in uscita dal cantiere; la riduzione delle superfici non asfaltate; il mantenimento della pulizia dei tratti viari interessati dal movimento mezzi
- riduzione dell'emissione di polveri trasportate: mediante l'adozione di opportuna copertura dei mezzi adibiti al trasporto

Efficienza di abbattimento	50%	60%	75%	80%	90%
Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)					
0.1	4-2	3-1	2-1	1	1
0.2	7-4	6-3	4-2	3-1	1
0.3	11-5	9-4	5-3	4-2	2-1
0.4	15-7	12-6	7-4	6-3	3-2
0.5	18-9	15-7	9-5	7-4	4-2
1	37-18	30-15	18-9	15-7	7-4
2	74-37	59-30	37-18	30-15	15-7

Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un traffico medio tra 5 e 10 veicoli/ora.

Impatti in fase di esercizio

Gli impatti in fase di esercizio sono specifici dell'opera in esame.

Per alcune opere (elettrodotti, metanodotti) tali impatti possono essere considerati assenti, salvo per alcuni elementi (centrale di compressione e spinta per gli elettrodotti, eventuale espansione e maggiore produzione delle centrali elettriche).

Per impianti vari, centrali elettriche, ecc., gli impatti in atmosfera sono riconducibili all'emissione di inquinanti da sorgenti puntuali, singole o multiple, e areali.

Più caratteristici sono gli impatti generati da nuove strade, modifiche di strade, o qualsiasi intervento che provoca una variazione nei volumi di traffico.

In questi casi le sorgenti di emissioni vanno schematizzate come lineari e trattate con modelli opportuni (CALINE4, CALRoads, ADMS-Roads, ...).

La quantificazione delle emissioni avviene mediante l'uso di un modello di traffico che consente di calcolare per ogni arco del grafo stradale e nelle varie ore del giorno il numero di mezzi circolanti, articolati per tipologia (mezzi pesanti, mezzi leggeri, autoveicoli, motoveicoli), alimentazione, peso, ...

Successivamente, attraverso l'utilizzo della metodologia COPERT IV (<http://www.emisia.com/copert/General.html>) si determinano le emissioni di ciascun

inquinante dislocate lungo il percorso stradale

(<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/fetransp>)

Impatti in fase di esercizio: emissioni da traffico

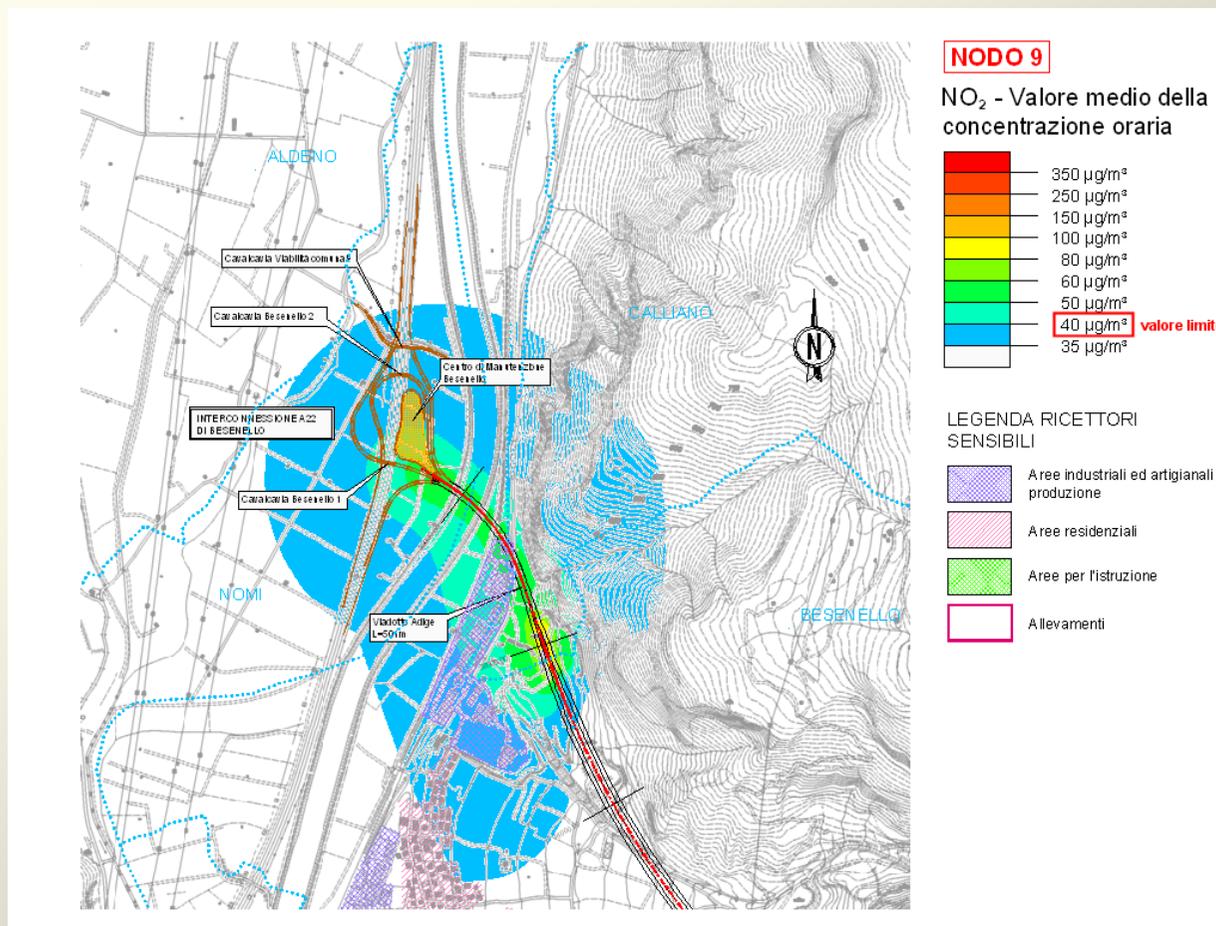
Per il calcolo degli impatti da traffico occorre fare ulteriori schematizzazioni:

- le **“sorgenti”** sono costituite da entità aventi la struttura geometrica di un segmento di retta che emette in atmosfera sostanze inquinanti con densità emissiva omogenea;
- il contributo delle emissioni in galleria viene calcolato attraverso:
 - *la stima delle emissioni tenendo conto della lunghezza media e del numero di veicoli circolanti;*
 - *il frazionamento di tale emissione complessiva tra le due sezioni di uscita della galleria;*
 - *la creazione, in corrispondenza dell'imbocco/uscita della galleria, di un breve tratto stradale all'aperto, di lunghezza pari alla dimensione della cella di calcolo del reticolo, con un fattore di emissione maggiorato, in funzione della lunghezza della galleria considerata.*

In pratica, tutta l'emissione di inquinanti all'interno della galleria viene concentrata in due brevi tratti stradali posti in corrispondenza degli imbocchi delle galleria stessa.

Analisi delle mappe

La verifica della rilevanza dell'impatto va fatta analizzando le mappe prodotte dal Proponente, per inquinante e tipo di limite (media annuale, limite orario, giornaliero, soglia di attenzione e/o allarme), in corrispondenza dei potenziali recettori sensibili (aree urbanizzate, parchi, scuole, aree protette ...)



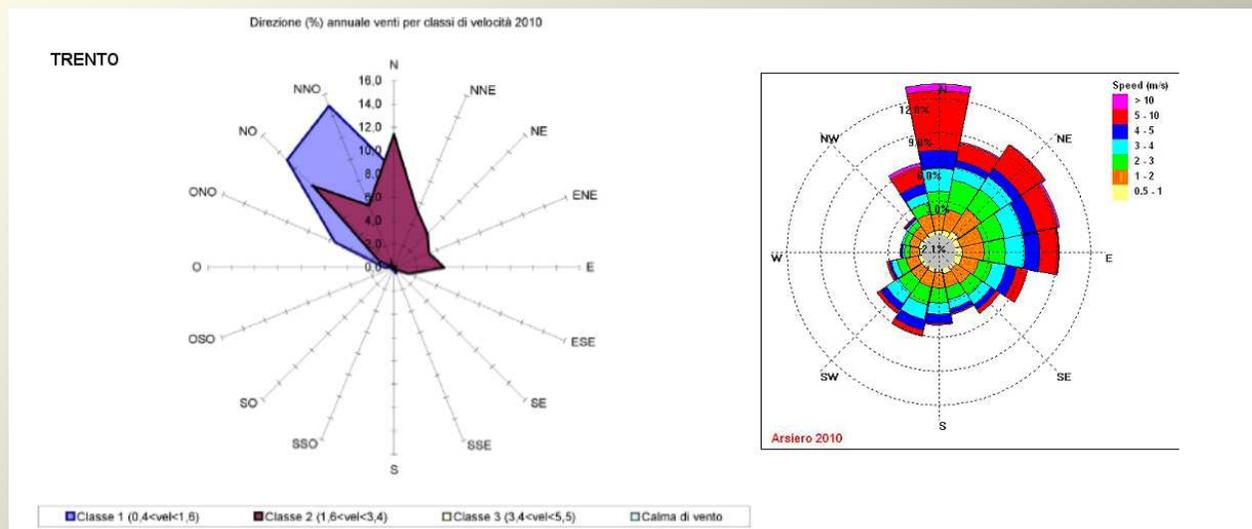
ESEMPI DI ELEMENTI TECNICI PER LA RICHIESTA DI INTEGRAZIONI

Richieste d'integrazione

Caratterizzazione meteoclimatica del sito

Rispetto alla scelta di utilizzare la serie annuale calcolata sul nodo di Arsiero delle rete meteorologica WRF-NOAA si rileva che:

- non è stata fatta la verifica-taratura del modello sulle serie annuali complete a disposizione nella zona (dati APPA-Trento);
- la rosa dei venti (v. figura) calcolata sembra avere significative deviazioni rispetto a quelle complete disponibili (APPA Trento);
- l'elaborazione del modello su una griglia a maglia quadrata con 10 km di lato permetterebbe l'individuazione di serie annuali sito-specifiche differenti per ciascun nodo sensibile da esaminare;
- non viene risolto il problema della definizione dell'inquinamento di fondo attuale in corrispondenza ai nodi sensibili.



Richieste d'integrazione

Caratterizzazione meteoclimatica del sito

Di conseguenza, si chiede:

- la verifica-taratura del modello WRF-NOAA mediante confronto delle serie annuali calcolate con quelle complete disponibili in zona (APPA Trento);
- il calcolo e l'utilizzo di serie meteo-climatiche annuali relative ai nodi di griglia più prossimi ai nodi "sensibili", tenendo anche conto, mediante il '*downscaling*' con *processori meteo diagnostici*, della localizzazione sia dei nodi sensibili che di quelli di griglia rispetto ai versanti orografici; tale calcolo deve essere esteso ed esplicitato rispetto a tutti i parametri sensibili ai fini della diffusione atmosferica, ivi comprese temperatura, classe di stabilità e altezza d'inversione termica;
- la definizione dell'inquinamento di fondo di Polveri sottili (PM₁₀) e Ossidi di Azoto (NO_x) in corrispondenza ai nodi sensibili e per le più frequenti condizioni meteo-climatiche.

Richieste d'integrazione

Impatto in fase di esercizio nel nodo sensibile 9

In questo nodo [le concentrazioni medie annuali di NO₂](#), pur non raggiungendo il valore limite, tuttavia lo sfiorano ($> 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in corrispondenza ad aree residenziali, poste a Sud dell'asse stradale in corrispondenza del passaggio tra tracciato in rilevato e viadotto Adige.

Tutto ciò, nonostante il Proponente non consideri la sorgente aggiuntiva rappresentata dalla galleria di Valico, in quanto essa sarebbe dotata di un sistema di abbattimento dei fumi con rendimento del 95%.

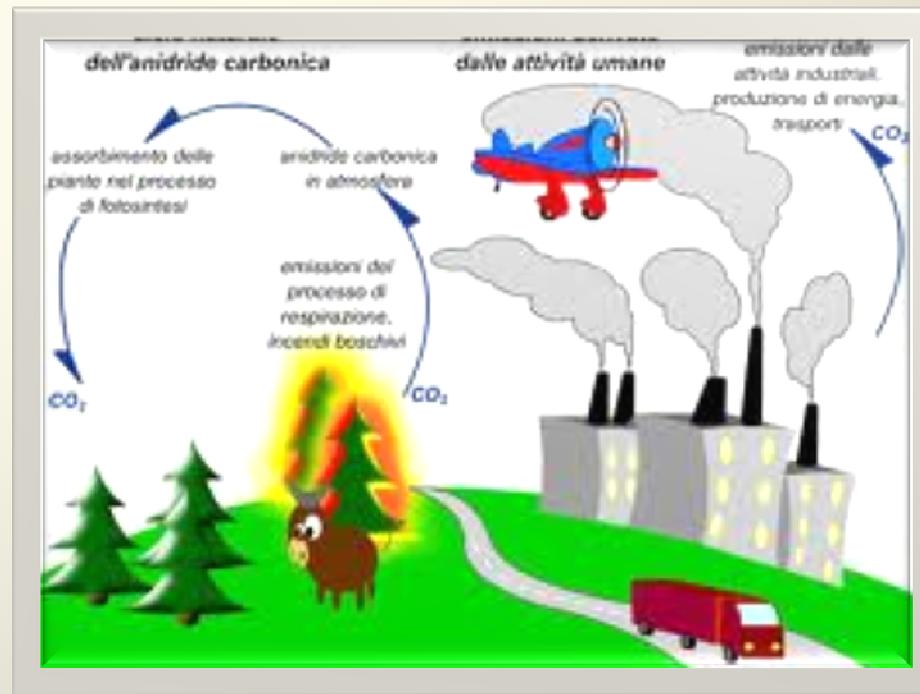
A questo proposito, dato il non totale abbattimento dei fumi e la possibilità di eventuali malfunzionamenti del sistema di abbattimento della galleria, considerata anche la lunghezza della stessa galleria, 15,040 m, di gran lunga maggiore delle altre gallerie previste, e la proporzionalità diretta del valore di emissione con la lunghezza, si chiede di:

Richieste d'integrazione

Impatto in fase di esercizio nel nodo sensibile 9

- ripetere la simulazione modellistica aggiungendo una sorgente in rappresentanza della galleria di Valico con emissioni pari almeno al 5% del totale della galleria;
- valutare l'impatto in caso di malfunzionamento o non funzionamento del sistema di abbattimento;
- definire la probabilità di eventi che provochino il malfunzionamento e/o il non funzionamento del sistema di abbattimento;
- definire i sistemi di mitigazione degli impatti in caso di malfunzionamento o non funzionamento del sistema di abbattimento in galleria di Valico.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE COMPONENTE ATMOSFERA



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Carlo Dacquino - Ingegnere