



ERG RAFFINERIE MEDITERRANEE S.p.A.
Raffineria ISAB – Impianti Sud
Priolo Gargallo (SR)

**DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE
INTEGRATA AMBIENTALE**

<i>ALLEGATO D6</i>	IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE EMISSIONI IN ARIA E CONFRONTO CON SQA PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE
---------------------------	--

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	ATMOSFERA - QUALITÀ DELL'ARIA	2
2.1	CLIMATOLOGIA	2
2.1.1	<i>Regime Termico</i>	3
2.1.2	<i>Regime Pluviometrico</i>	4
2.1.3	<i>Regime Idrometrico</i>	4
2.1.4	<i>Stabilità Atmosferica</i>	5
2.1.5	<i>Regime Anemologico</i>	6
2.1.6	<i>Inversione Termica</i>	11
2.2	QUALITÀ DELL'ARIA	13
2.2.1	<i>Normativa sulla Qualità dell'Aria</i>	13
2.2.2	<i>Monitoraggio Inquinanti e Qualità dell'Aria</i>	20
3	STIMA DEGLI IMPATTI	39
3.1	CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO CALPUFF	39
3.2	CONDIZIONI DI SIMULAZIONE	40
3.2.1	<i>Scenari Emissivi</i>	43
3.2.2	<i>Dominio di Calcolo</i>	43
3.2.3	<i>Dati Meteorologici</i>	43
3.3	RISULTATI	46

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria indotto dalle emissioni provenienti dagli stabilimenti *Isab Energy*, *ERG Nuove Centrali* e *ERG raffinerie Mediterranee*, di proprietà ERG, siti nel comune di Priolo Gargallo (SR).

Nello specifico è stato simulato il seguente scenario emissivo:

Sito SUD

Scenario Totale Sito Sud - camino sud, camino nord, unità 1800, TG (come da valori autorizzati da esclusione VIA per i nuovi impianti. Le emissioni del TG sono state aggiornate alla potenza di 77,31MWe), hot oil, CCU1, CCU2 (come da attuale autorizzazione considerando un unico camino multicanna).

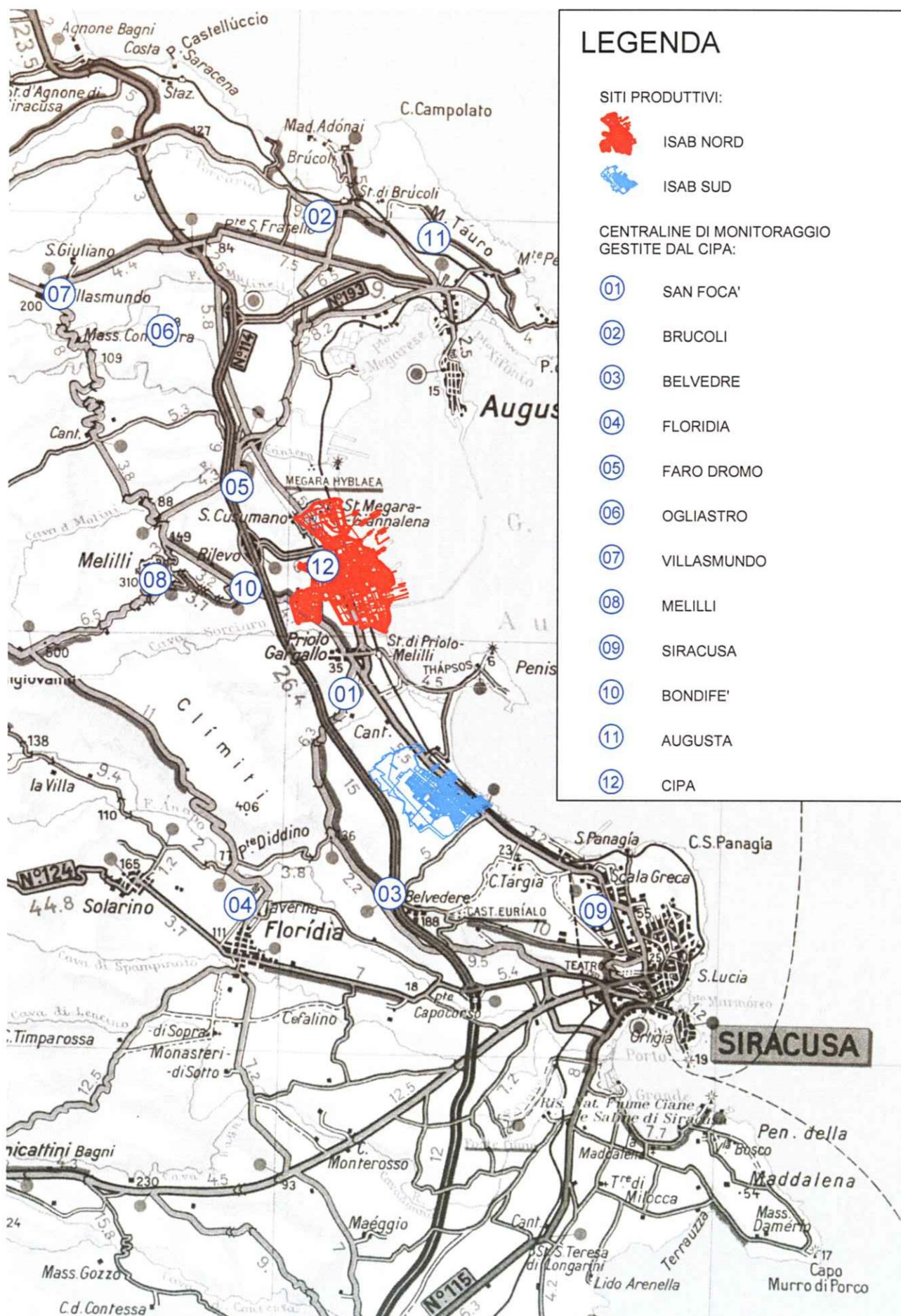
La dispersione è stata modellata utilizzando il codice di calcolo *Calpuff* raccomandato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti.

La localizzazione dello stabilimento è mostrata in *Figura 1a*.

La Relazione, oltre che dal presente *Capitolo* introduttivo, è composta dai seguenti *Capitoli*:

- *Capitolo 2*, che contiene la caratterizzazione meteorologica e della qualità dell'aria dell'area oggetto dello studio;
- *Capitolo 3*, che contiene la descrizione del modello, dello scenario emissivo, dei parametri fondamentali utilizzati per lo studio e i risultati scaturiti dalla modellazione della dispersione.

Figura 1a Localizzazione degli Stabilimenti ERG (Scala 1:150.000)



L'analisi meteo climatica si basa sull'esame delle serie storiche registrate nelle stazioni meteorologiche presenti a livello.

L'insieme dei dati di lungo periodo, ricavato dalla raccolta "Caratteristiche diffusive dei bassi strati dell'atmosfera" (ENEL e Aeronautica Militare), dai dati ISTAT e del Servizio Idrografico, consente di definire i lineamenti dei parametri climatici regionali, che costituiscono la base descrittiva generale per la tipologia territoriale includente anche il sito specifico.

Tali dati, che coprono il periodo 1951-1985 (fino al 1963 per le stazioni di Siracusa e di Augusta), sono stati confrontati con quelli recentemente registrati (anno 2003 - 2004 - 2005) dalla rete del CIPA (Consorzio Industriale Protezione Ambiente) ed in particolare dalle stazioni CIPA n. 12, 9 e 8 ubicate, rispettivamente, presso Priolo Gargallo, Siracusa e Melilli.

Nell'area Augusta-Priolo-Melilli-Siracusa sono inoltre installate tre reti per il monitoraggio della qualità dell'aria gestite rispettivamente dalla Provincia di Siracusa, dal CIPA e dall'ENEL.

Per la descrizione dello stato di qualità dell'aria si farà dunque riferimento alle seguenti stazioni della rete CIPA:

1. San Focà;
2. Brucoli;
3. Belvedere;
4. Floridia;
5. Faro Dromo;
6. Ogliastro;
7. Villasmundo;
8. Melilli;
9. Siracusa;
10. Bondifè;
11. Augusta
12. CIPA (solo dati meteorologici, località Priolo Gargallo)

In *Figura 1a* è indicata la localizzazione delle stazioni di riferimento per la meteorologia e la qualità dell'aria; il numero d'ordine delle stazioni è quello riportato in *Figura*.

2.1

CLIMATOLOGIA

L'area interessata dal progetto, compresa nella Provincia di Siracusa, è ubicata sulla fascia sud orientale della Sicilia; all'interno di tale territorio possono essere individuate due principali zone climatiche:

- la zona costiera e le zone con altitudine fino a 400-500 s.l.m., in cui è presente un clima temperato con estate secca, caratterizzato da inverni di breve durata, con temperature medie di circa 10 °C, e da estati calde, con temperature che possono superare i 40 °C;

- la zona situata all' interno dell'altopiano, in cui è presente un clima simile a quello temperato caldo, caratterizzato da un inverno più marcato ed un'escursione termica maggiore. In prossimità dei rilievi si registrano infatti temperature medie annue di circa 12°C, estati torride ed escursioni termiche tra estate e inverno che possono raggiungere i 20°C. In prossimità delle quote più elevate si riscontrano inoltre caratteri climatici tipici dei climi freddi.

I venti predominanti sono quelli provenienti dai quadranti meridionali; tra questi il più rappresentativo è lo scirocco, vento marino frequente in autunno e primavera. A questo si aggiungono i venti di origine sahariana, torridi ed asciutti, cui sono associati i massimi di temperatura dei mesi estivi.

Il regime pluviometrico della zona è di tipo mediterraneo, presentando un massimo assoluto in inverno e siccità prolungata in estate. Lungo la fascia costiera si registra una media annua di pioggia pari a 500 mm; all'aumentare dell'altitudine le precipitazioni crescono fino ad un massimo annuo di 1.000 mm sul Monte Lauro. I mesi più piovosi sono novembre e marzo, mentre nei rimanenti mesi le precipitazioni sono piuttosto scarse.

Le aree a maggior piovosità coincidono con quelle che presentano terreni particolarmente permeabili, come le piattaforme calcaree dell'altopiano Ibleo. A livello di tali terreni, le acque meteoriche vanno ad alimentare le falde sottostanti o riaffiorano a contatto con gli strati alluvionali impermeabili.

Nei paragrafi successivi sono descritte le condizioni meteorologiche che insistono, a livello locale, sulla zona oggetto di studio.

2.1.1

Regime Termico

La zona in esame risulta essere tra le più calde d'Italia registrando, come rilevato dalla carta delle temperature medie annue edita dal Servizio Idrografico Italiano, una temperatura di oltre i 18 °C.

La temperatura media mensile nel periodo estivo è compresa tra i 24 e 27 °C, mentre nel periodo invernale non scende sotto gli 11 °C.

La temperatura media minima raggiunge i valori estremi in gennaio (7 °C) e in luglio-agosto (21 °C).

Le temperature medie massime presentano i valori estremi nei medesimi periodi: in gennaio si sono registrati 15,7 °C e in luglio e agosto 32 °C.

I dati registrati nel 2003, 2004 e 2005 presso le stazioni di Melilli - Siracusa e CIPA n. 12 e riportati in *Tabella 2.1.1a*, confermano le precedenti considerazioni generali.

Tabella 2.1.1a

Temperature Registrate nelle Stazioni di Melilli, Siracusa e CIPA 12 - Anni 2003 - 2004 - 2005

Temperatura	Stazione di Melilli [°C]			Stazione di Siracusa [°C]			Stazione Cipa n. 12 [°C]		
	'03	'04	'05	'03	'04	'05	'03	'04	'05
Temp. media annuale	15,33	18,59	18,77	16,78	16,61	16,05	18,57	18,16	17,66
Temp. media periodo estivo	26,52	26,79	26,74	27,27	25,11	24,85	27,11	26,04	26,11
Temp. media periodo invernale	7,20	11,49	11,36	10,70	9,21	7,92	10,57	11,40	10,04
Temp. min annuale	1,8	2,80	3,31	2,7	1,00	0,06	3,4	1,70	2,12
Temp. max annuale	38,5	38,40	40,88	41,9	37,70	39,61	40,7	37,90	41,85

2.1.2

Regime Pluviometrico

Nelle stazioni di Augusta e Siracusa, poste circa al livello del mare, le precipitazioni medie annue sono dell'ordine dei 500 - 600 mm; le piogge sono concentrate nel periodo novembre-gennaio, con una media annua di circa 110 mm/mese: le precipitazioni in questi mesi rappresentano quindi il 50% della pioggia annua.

Nei rimanenti mesi si presentano intensi e lunghi periodi di siccità; i minimi medi annuali si registrano nei mesi di luglio (circa 3 mm) e agosto (circa 9 mm).

Dati più recenti, registrati nel biennio 2004 - 2005 nella stazione CIPA 12, sembrano confermare quanto già detto con un totale di precipitazioni annuo di poco superiore a 600 mm e con minimi nel periodo estivo durante il quale si concentra non più del 15 % delle precipitazioni annuali.

Tabella 2.1.2a

Precipitazione Stazione CIPA 12 negli Anni 2004 - 2005

Stazione	Precipitazioni Anno [mm]		Precipitazioni Periodo estivo [%]	
	2004	2005	2004	2005
CIPA n° 12	612	636	11,45	14,39

2.1.3

Regime Idrometrico

Le serie storiche registrate nelle stazioni di Augusta e Firenze indicano che per oltre il 65% del tempo l'umidità relativa è compresa tra il 60 ed il 90%; all'interno di questo intervallo la frequenza di presentazione delle varie situazioni risulta abbastanza uniforme, sia in senso assoluto sia all'interno della varie fasce di temperatura.

I tassi di umidità compresi tra il 40 ed il 60% coprono quasi il 25% del tempo, con prevalenza della classe 50-60% rispetto alla classe inferiore, in corrispondenza di tutte le temperature dell'aria.

2.1.4 *Stabilità Atmosferica*

La stabilità atmosferica, di norma definita attraverso il gradiente termico verticale, o, verosimilmente, attraverso le variazioni della temperatura dell'aria con la quota, costituisce un parametro molto importante per gli studi concernenti la dispersione degli inquinanti in aria. Infatti da essa dipendono le modalità della dispersione nello strato limite atmosferico.

Per lo studio dei problemi di diffusione è utilizzata la classificazione in sei categorie o classi di stabilità definite secondo lo schema Pasquill-Gifford, riportato in *Tabella 2.1.4a*

Tabella 2.1.4a *Classi di Stabilità di Pasquill*

Categoria A	situazione estremamente instabile; turbolenza termodinamica molto forte; shear del vento molto debole.
Categoria B	situazione moderatamente instabile; turbolenza termodinamica media; shear del vento moderato;
Categoria C	situazione debolmente instabile; turbolenza molto debole; shear del vento moderato-forte.
Categoria D	situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica); turbolenza termodinamica molto debole; shear del vento forte.
Categoria E	situazione debolmente stabile; turbolenza termodinamica molto debole; shear del vento forte.
Categoria F+G	situazione stabile o molto stabile; turbolenza termodinamica assente; shear del vento molto forte.

Nella *Tabella 2.1.4b* sono riportate le classi di stabilità, con la relativa distribuzione delle frequenze % annuali, per le stazioni CIPA 12 (Anni 2003 - 2004 - 2005) e Siracusa (Periodo dal 1951 al 1963).

Tabella 2.1.4b

Classi di Stabilità e Frequenze % Annuali, Stazioni di CIPA 12 nel Periodo 2003-2005 e Serie Storica di Siracusa

Classe stabilità	Stazione Cipa 12			Stazione di Siracusa '51-'63
	2003	2004	2005	
<i>A</i>	4,8	5,2	5,5	2,4
<i>B</i>	14,3	16,9	16,6	12,4
<i>C</i>	12,4	11,1	10,7	8,9
<i>D</i>	42,7	35,3	38,0	35,4
<i>E</i>	6,8	6,2	5,1	12,5
<i>F+G</i>	18,9	25,2	24,0	31,9

La *Tabella* mostra come, per entrambe le stazioni, la classe maggiormente rappresentata sia la neutra, seguita dalla stabile e dalle classi instabili; la postazione *CIPA 12*, la più vicina all'impianto, è, ragionevolmente, la più rappresentativa delle condizioni diffusive dell'atmosfera a livello locale.

2.1.5

Regime Anemologico

Particolare attenzione è stata dedicata alla caratterizzazione del regime anemologico.

I dati storici rilevati presso le stazioni meteorologiche di Siracusa (periodo di osservazione 1951 - 1963) e Augusta (periodo di osservazione 1951 - 1958) sono stati integrati con i dati del trienni 2003 - 2005 registrati dalle stazioni meteorologiche di Melilli, Siracusa e *CIPA 12*, nella *Figure 2.1.5a-d* sono mostrate le rose dei venti delle postazioni sopra citate.

I dati storici e quelli più recenti mostrano la variabilità del campo di venti al suolo, fortemente condizionato dai venti di brezza e quindi dalla posizione della stazione rispetto alla costa ed ai rilievi interni.

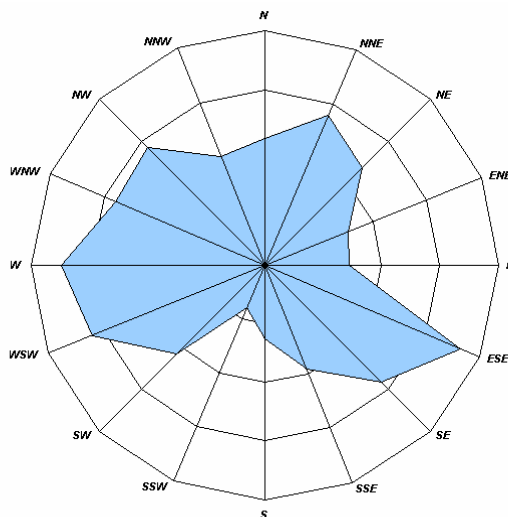
Le calme di vento (intensità inferiore a 0,5 m/s) sono nel complesso scarse, pari a circa il 20% per le stazioni lungo la costa e di poco superiori al 30% per Melilli; i dati d'intensità dei venti mostrano valori compresi prevalentemente tra 1 e 8 m/s.

La stazione *CIPA12*, ubicata a Priolo Gargallo a pochi chilometri dallo stabilimento, è sicuramente, data la complessità e la variabilità del campo di venti al suolo, la stazione maggiormente indicata per la caratterizzazione del regime anemologico locale.

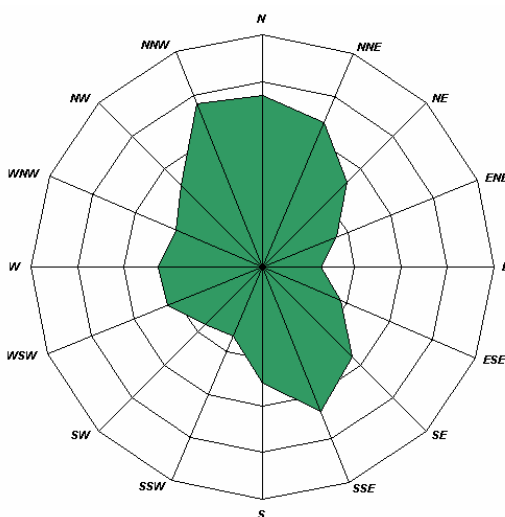
Figura 2.1.5a

Rose dei Venti di Lungo Periodo, Stazioni di Siracusa e Augusta

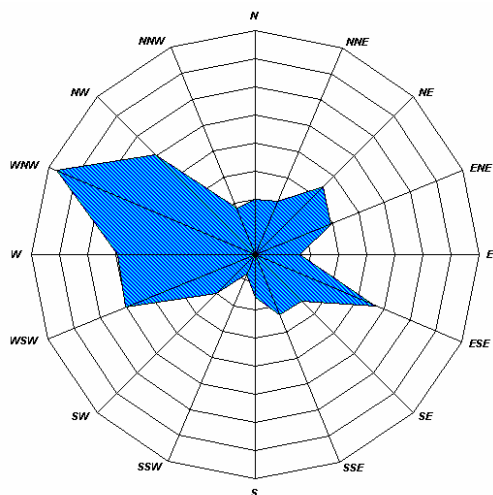
Rosa dei Venti Stazione di Augusta – Periodo 1951- 1963



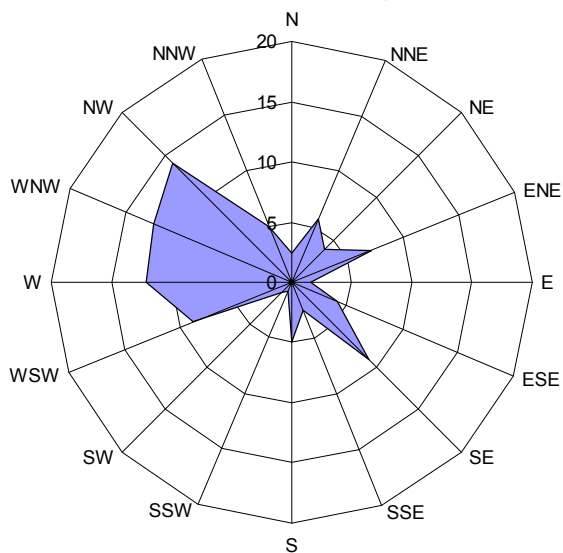
Rosa dei Venti Stazione di Siracusa – Periodo 1951 -1963



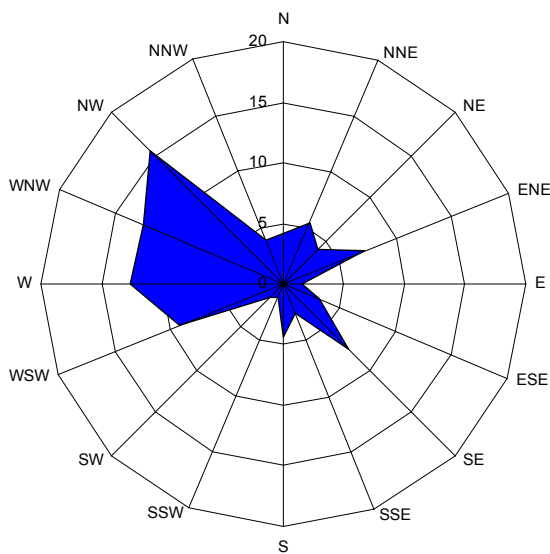
Rosa dei Venti della Stazione CIPA 12 - Anno 2003



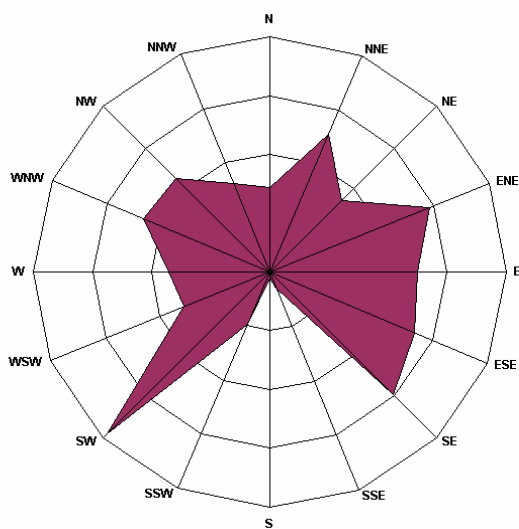
Rosa dei Venti della Stazione di Cipa 12 - Anno 2004



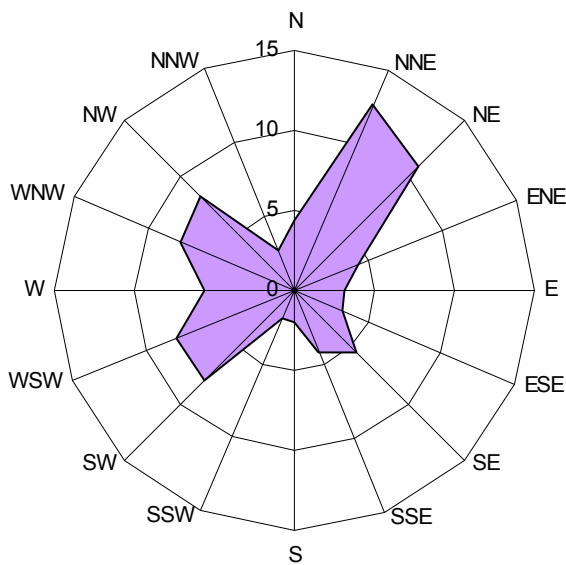
Rosa dei Venti Stazione di CIPA 12 - Anno 2005



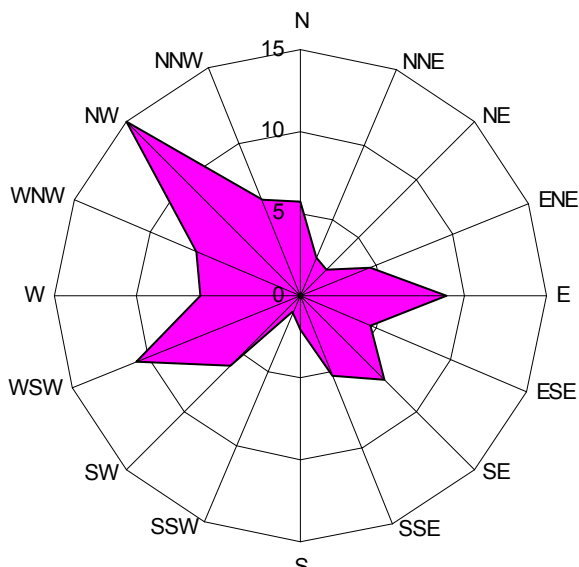
Rosa dei Venti della Stazione Melilli - Anno 2003



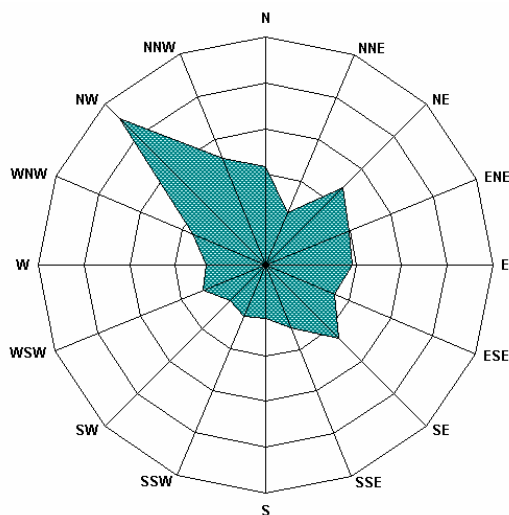
Rosa dei Venti della Stazione Melilli - Anno 2004



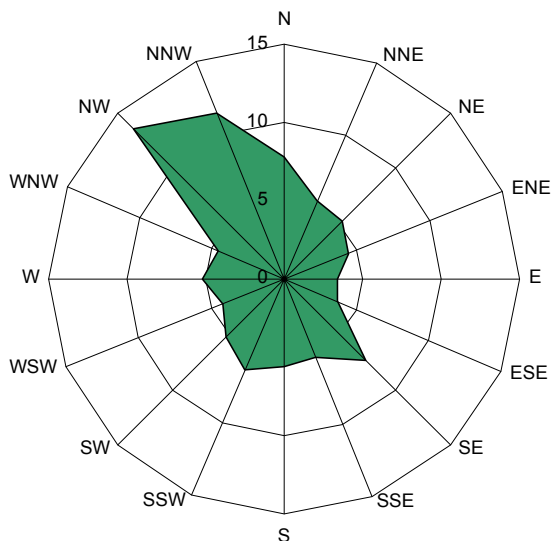
Rosa dei Venti della Stazione Melilli - Anno 2005



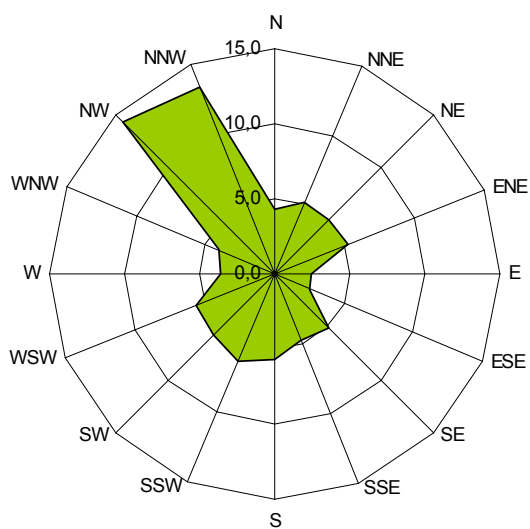
Rosa dei Venti Stazione di Siracusa - Anno 2003



Rosa dei Venti Stazione di Siracusa - Anno 2004



Rosa dei Venti Stazione di Siracusa - Anno 2005



Presso la stazione CIPA 12 le correnti prevalenti sono state da WNW e ESE-SE, leggermente ruotate rispetto a quelle registrate a Siracusa nello stesso periodo. L'analisi delle classi di stabilità evidenzia, anche per questa stazione, l'importanza dei venti di origine termica, siano essi regimi di brezza di mare che di terra o di monte.

A queste ultime si sommano le componenti sinottiche di Scirocco e Maestrale.

Nella stazione di Melilli i venti risultano abbastanza variabili e distribuiti su un'ampia rosa; la stazione, posta nell'entroterra a circa 450 m di altezza, risulta molto influenzata dai fenomeni locali e quindi rappresentativa di un intorno estremamente ristretto.

La postazione di Siracusa presenta le direzioni maggiormente frequenti disposte sull'asse NW-SE con prevalenza di venti da NW, in accordo con i regimi di brezza di mare e di monte, che risultano una componente rilevante del campo di venti locale.

I dati di lungo periodo mostrano una rosa più "completa" e maggiormente rappresentativa della situazione media, con componenti importanti anche nel III quadrante.

Analoghe considerazioni per la stazione di Augusta.

2.1.6

Inversione Termica

Con il termine inversione termica si indica quel fenomeno che si riscontra nell'atmosfera caratterizzata da un aumento anziché da una diminuzione della temperatura con il crescere dell'altezza.

Nello studio del comportamento atmosferico degli effluenti, e quindi della dinamica degli inquinamenti, tale fenomeno acquista una particolare importanza nei bassi strati atmosferici: gli strati di inversione possono rappresentare infatti un ostacolo nella diluizione degli agenti inquinanti, oppure, in alcuni casi, possono costituire una protezione.

Gli elementi che caratterizzano un'inversione sono:

- la dimensione geometrica (spessore);
- la posizione nello spazio;
- l'intensità.

La dinamica geometrica è definita dalla distanza verticale che intercorre tra la base e la sommità dell'inversione, dove con questi due termini si intende il luogo dei punti in cui la temperatura comincia, rispettivamente, ad aumentare e a diminuire con l'altezza.

Per quanto riguarda la posizione nello spazio, l'inversione termica può essere al suolo, se la base coincide con la superficie terrestre, o in quota, se la base è posizionata ad una certa altezza dal suolo. Questi due casi possono verificarsi su terreni liberi da costruzioni.

Sugli agglomerati urbani, invece, le inversioni solo raramente hanno inizio dal suolo a causa dell'isola di calore urbana che determina nei primi strati un continuo mescolamento.

Per questo motivo la base dell'inversione termica viene a trovarsi al disopra dei tetti. Tale situazione può dar luogo allo stato di fumigazione, in quanto gli effluenti emessi al disotto dell'inversione (scarichi domestici e degli autoveicoli) rimangono intrappolati dalla base dell'inversione stessa.

Se l'inversione è al suolo, e si è in presenza di complessi industriali isolati dotati di camini molto alti, vi è una maggiore probabilità che l'altezza effettiva dei camini superi lo strato di inversione e quindi gli effluenti vengano a trovarsi in un ambiente nel quale si abbia una maggiore e più rapida diluizione.

Per quanto riguarda l'area in esame, si dispone dei dati relativi alle altezze delle basi dell'inversione termica, registrati dalle centraline CIPA (anno 2003) utilizzando apparecchiature RASS.

Nella *Tabella 2.1.6a* è riportato il numero di eventi rilevati nell'arco dell'anno 2003 verificatisi in corrispondenza di ciascuna delle 12 classi di quote di inversione termica.

Tabella 2.1.6a

Classi di Quota della Base di Inversione Termica e Frequenze di Accadimento (‰) Rilevate nel 2003 dalle Centraline della Rete CIPA

Classe	Quota [m]	N° eventi	Frequenza [‰]
A	100-200	2.634	455.7
B	200-300	1.132	195.8
C	300-400	754	130.4
D	400-500	497	86.0
E	500-600	323	55.8
F	600-700	205	35.4
G	700-800	132	22.8
H	800-900	68	11.7
I	900-1000	26	4.4
L	1000-1100	6	1.0
M	1100-1200	2	0.3
Totale		5.779	1.000

A causa della sensibilità dello strumento impiegato, non si hanno registrazioni per le inversioni comprese tra 0 e 100m.

Come si osserva dalla *Tabella 2.1.6a* la classe A risulta quella più popolata, presentando nel corso del 2003 ben 2.634 eventi.

Ne consegue che per buona parte del tempo lo strato di inversione protegge l'area da fenomeni di fumigazione e da grossi accumuli di agenti inquinanti

E' stata condotta l'analisi della qualità dell'aria nell'area circostante il polo multindustriale di Priolo per il quinquennio dal 2001 al 2005; lo studio è stato realizzato sulla base dell'analisi delle concentrazioni dei diversi inquinanti considerati, rilevati dalla rete di monitoraggio gestita dal CIPA, ed un loro confronto con i limiti previsti dalla normativa vigente.

Dalle serie storiche dei dati emerge chiaramente come le criticità principali siano rappresentate dall'inquinamento atmosferico da ozono e PM 10; meno grave appare la situazione per il biossido di zolfo legato in particolar modo a episodi di inquinamento acuto nel breve periodo, ma in chiaro miglioramento nel quinquennio con una netta diminuzione del numero degli episodi suddetti.

La situazione non sembra invece destare particolari preoccupazione per quanto riguarda inquinamento biossido d'azoto, del quale non si rilevano episodi di inquinamento acuto e si riscontrano concentrazioni medie annue largamente inferiori ai limiti di legge; anche le concentrazioni rilevate di idrocarburi non metanici e benzene rientrano nei limiti della normativa.

Descrivendo in sintesi le situazioni più critiche, per l'ozono si identifica uno stato di qualità dell'aria non positivo, caratterizzato dalla presenza di numerosi episodi di inquinamento acuto, con superamenti del valore bersaglio per la protezione umana e della soglia di informazione.

La situazione è in parte giustificata dalle condizioni climatiche, proprie delle regioni più a sud del Paese, caratterizzate da una forte insolazione e comunque non dissimile da quella registrata con frequenza sul territorio nazionale.

Altra criticità è rappresentata dal PM 10, del quale si è registrato un elevato numero di episodi di inquinamento acuto, con una situazione non positiva anche in termini di concentrazioni media annuali, spesso prossime al valore di soglia. Risulta però difficile valutare il contributo del polo multindustriale alla situazione descritta poiché è noto come la principale fonte di emissione di PM 10 sia il traffico urbano.

Nel proseguo del rapporto viene presentata più nel dettaglio lo stato di qualità dell'aria, analizzando i dati di monitoraggio di ogni singolo inquinante considerato.

2.2.1

Normativa sulla Qualità dell'Aria

I primi standard di qualità dell'aria sono stati definiti in Italia dal *DPCM 28/03/1983* relativamente ad alcuni parametri, modificati quindi dal *DPR 203 del 24/05/1988* che, recependo alcune Direttive Europee, ha introdotto oltre a nuovi valori limite, i valori guida, intesi come "obiettivi di qualità" cui le politiche di settore devono tendere.

Con il successivo *Decreto del Ministro dell'Ambiente del 15/04/1994* (aggiornato con il *Decreto del Ministro dell'Ambiente del 25/11/1994*) sono stati introdotti i *livelli di attenzione* (situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme) ed i *livelli di allarme* (situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario), valido per gli inquinanti in aree urbane.

Tale decreto ha inoltre introdotto i valori obiettivo per alcuni nuovi inquinanti atmosferici non regolamentati con i precedenti decreti: PM₁₀ (frazione delle particelle sospese inalabile), Benzene e IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

Il *D.Lgs 351 del 04/08/1999* ha recepito la *Direttiva 96/62/CEE* in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, rimandando a decreti attuativi l'introduzione dei nuovi standard di qualità.

Infine il *D.M. 60 del 2 Aprile 2002* ha recepito rispettivamente la *Direttiva 1999/30/CE* concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo e la *Direttiva 2000/69/CE* relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Il decreto ha abrogato le disposizioni della normativa precedente relative a: biossido di zolfo, biossido d'azoto, alle particelle sospese, al PM 10, al piombo, al monossido di carbonio ed al benzene, ma l'entrata in vigore dei nuovi limiti avverrà gradualmente per completarsi nel gennaio 2010.

Il *DM 60/2002* ha introdotto, inoltre, i criteri per l'ubicazione ottimale dei punti di campionamento in siti fissi; per l'ubicazione su macroscale, ai fini della protezione umana, un punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo tale da essere rappresentativo dell'aria in una zona circostante non inferiore a 200 m², in siti orientati al traffico, e non inferiore ad alcuni km², in siti di fondo urbano.

Per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade; il punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente di un'area circostante di almeno 1.000 Km².

L'*Allegato IX del DM 60* riporta, infine, i criteri per determinare il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di Biossido di Zolfo, Biossido d'Azoto, Ossidi d'Azoto, Materiale Particolato (PM₁₀), Piombo, Benzene e Monossido di Carbonio nell'aria ambiente. Per la popolazione umana vengono dati dei criteri distinti per le fonti diffuse e per le fonti puntuali. Per queste ultime il punto di campionamento dovrebbe essere definito sulla base della densità delle emissioni, del possibile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria e della probabile esposizione della popolazione.

Il D.Lgs 183 del 21/05/2004 ha recepito la *Direttiva 2002/3/CE* relativa all'ozono nell'aria; con tale Decreto vengono abrogate tutte le precedenti disposizioni concernenti l'ozono e vengono fissati i nuovi limiti.

Il *Decreto Ministeriale n°60 del 02/04/2002* stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido Azoto, Ossidi di Azoto, PM 10, Benzene e Monossido di Carbonio

- I valori limite, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- Le soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire;
- Il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- Il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- I periodi di mediazione, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Vengono riportati nelle successive tabelle i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria; i valori limite sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ad eccezione del Monossido di Carbonio espresso come mg/m^3) e il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 °K e ad una pressione di 101,3 kPa.

Tabella 2.2.1a

Valori limite e soglia di allarme per il Biossido di Zolfo

	Periodo di mediazione	Valore Limite [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Margine di Tolleranza	Data raggiungimento del valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂ da non superare più di 24 volte all'anno civile		01/01/2005
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂ da non superare più di 3 volte all'anno civile		01/01/2005
Valore limite per la protezione degli ecosistemi *	(1 ottobre - 31 marzo)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		19/07/2001
Soglia di Allarme	Tre ore consecutive	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

(*) Il confronto dei valori rilevati con il limite di protezione per gli ecosistemi è vincolato alla corrispondenza delle caratteristiche di dislocazione sul territorio della centralina con quanto previsto dall'Allegati IIV del D.M. 60 del 02-04-2002.

Tabella 2.2.1b

Valori limite per Biossido di Azoto e Ossidi di Azoto, soglia di allarme per il Biossido di Azoto

	Periodo di mediazione	Valore Limite [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Margine di Tolleranza	Data raggiungimento del valore limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	50 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione (*)	anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO _x	nessuno	19 luglio 2001
Soglia di Allarme	Tre ore consecutive	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	nessuno	

(*) Il confronto dei valori rilevati con il limite di protezione per gli ecosistemi è vincolato alla corrispondenza delle caratteristiche di dislocazione sul territorio della centralina con quanto previsto dall'Allegati IIV del D.M. 60 del 02-04-2002.

Come indicato nella *Tabella 2.2.7b* i valori limite entreranno effettivamente in vigore in data 01 gennaio 2010; nel frattempo viene indicato un percorso per adeguare il limite progressivamente ogni anno al fine di raggiungere l'obiettivo nei termini prefissati.

Questo comporta una riduzione dei limiti annuale come indicato nella *Tabella 2.2.1c - d*.

Tabella 2.2.1c

Valori limite del Biossido di Azoto per la salute umana (media oraria) fino al 1 gennaio 2010

Valore obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1-gen-01	1-gen-02	1-gen-03	1-gen-04	1-gen-05	1-gen-06	1-gen-07	1-gen-08	1-gen-09	1-gen-10
200	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200

Tabella 2.2.1d

Valori limite del Biossido di Azoto per la salute umana (media 24 ore) fino al 1 gennaio 2010

Valore obbiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1-gen- 01	1-gen- 02	1-gen- 03	1-gen- 04	1-gen- 05	1-gen- 06	1-gen- 07	1-gen- 08	1-gen- 09	1-gen- 10
40	60	58	54	52	50	48	46	44	42	40

Fino al raggiungimento della data prevista per l'entrata in vigore dei limiti disposti per il Biossido di Azoto, i valori rilevati (98° percentile delle medie orarie nell'anno) andrebbero confrontati con il limite imposto dal *D.P.R. n° 203 del 16-06-1988*; nel presente rapporto verrà effettuato un doppio confronto, sia con i limiti imposti dalla normativa attualmente in vigore, sia con i limiti attivi dal 1 gennaio 2010.

Tabella 2.2.1e

Valori limite per il PM10, Fase 1

	Periodo di mediazione	Valore Limite [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Margine di Tolleranza	Data raggiungimento del valore limite
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 35 volte l'anno		1° gennaio 2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10		1° gennaio 2005

Tabella 2.2.1f

Valori limite per il Monossido di Carbonio

	Periodo di mediazione	Valore Limite [mg/m^3]	Margine di Tolleranza	Data raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m^3		1° gennaio 2005

Tabella 2.2.1g

Valori limite per il Benzene

	Periodo di mediazione	Valore Limite [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Margine di Tolleranza	Data raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100% del valore limite, pari a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2006, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

Dall' Agosto 2004 per ciò che concerne l'Ozono si fa riferimento *Decreto Legislativo n.° 183 del 21/05/04* che abolisce la precedente normativa e stabilisce:

- I valori bersaglio, vale a dire le concentrazioni fissate al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo;
- Gli obiettivi a lungo termine, ossia la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente. Tale obiettivo è conseguito nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;
- La soglia di informazione cioè la concentrazione atmosferica oltre la quale, essendovi un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata, devono essere comunicate in modo dettagliato le informazioni relative ai superamenti registrati, le previsioni per i giorni seguenti, le informazioni circa i gruppi della popolazione colpiti e sulle azioni da attuare per la riduzione dell'inquinamento, con la massima tempestività alla popolazione ed alle strutture sanitarie competenti.

Tabella 2.2.1h

Valori limite l'Ozono

	Periodo di mediazione	Valore [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Concentrazione limite media oraria (il superamento della soglia deve avvenire per 3 ore di seguito)	Media oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di Informazione	Media oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore bersaglio per il 2010 per la protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
Valore bersaglio per il 2010 per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g h}/\text{m}^3$ come media su un periodo di 5 anni

2.2.2

Monitoraggio Inquinanti e Qualità dell'Aria

E' stata analizzata la qualità dell'aria nell'area circostante il polo multindustriale di Priolo Gargallo, per il quinquennio dal 2001 - 2005, confrontando le concentrazioni degli inquinanti rilevate nelle stazioni di monitoraggio gestite dal CIPA (Consorzio Industriale Protezione Ambiente) con i limiti previsti dalla normativa.

La metodologia seguita prevede di fare riferimento ai limiti imposti dal D.M. n° 60 del 02 aprile 2002, anche per gli anni precedenti all'entrata in vigore dei limiti da esso previsti, per poter così effettuare un più chiaro confronto tra le concentrazioni degli inquinanti negli anni.

2.2.2.1

Rete di Monitoraggio

Le stazioni della rete di monitoraggio gestita dal CIPA sono dislocate nelle seguenti località (Vedi Figura 1a):

- San Focà;
- Brucoli;
- Belvedere;
- Floridia;
- Faro Dromo;
- Ogliastro;
- Villasmundo;
- Melilli;
- Siracusa;
- Bondifè;
- Augusta;
- CIPA (dati meteorologici località Priolo Gargallo).

Tabella 2.2.2.1a

Coordinate Geografiche delle Stazioni di Rilevamento CIPA

Stazione	Tipologia	Coordinate		Quota s.l.m.
		Nord	Est	[m]
SAN FOCA'	URBANA	37°08'49"	15°11'13"	65
BRUCOLI	RURALE	37°16'07"	15°10'44"	72
BELVEDERE	RURALE	37°05'46"	15°12'05"	142
FLORIDIA	URBANA	37°05'36"	15°09'13"	118
FARO DROMO	RURALE	37°11'59"	15°09'09"	85
OGLIASTRO	RURALE	37°14'22"	15°07'43"	150
VILLASMUNDO	URBANA	37°14'56"	15°05'44"	214
MELILLI	URBANA	37°10'34"	15°07'35"	377
SIRACUSA	URBANA	37°05'30"	15°16'01"	83
BONDIFE'	RURALE	37°10'26"	15°09'19"	133
AUGUSTA	URBANA	37°15'47"	15°12'55"	115
	Dati			
CIPA	Meteorologici	37°10'46"	15°10'48"	193

Tabella 2.2.2.1b *Inquinanti Monitorati dalla Rete CIPA*

Stazione di Monitoraggio	Inquinanti Monitorati						
	SO ₂	NO ₂	PM10	C ₆ H ₆	O ₃	NMHC	H ₂ S
San Focà	X	X	X				X
Brucoli	X						
Belvedere	X	X	X	X	X	X	
Florida	X						
Faro Dromo	X		X				X
Ogliastro	X						
Villasmundo	X	X			X	X	
Melilli	X	X	X	X	X	X	X
Siracusa	X						
Bondifè	X						

2.2.2.2

Biossido di Zolfo

Gli ossidi di zolfo, composti da biossido di zolfo (SO₂) ed in minori quantità dal triossido di zolfo (SO₃), sono macroinquinanti prodotti da fenomeni di combustione che coinvolgono combustibili che contengono zolfo.

Tra le principali attività antropiche responsabili dell'immissione in atmosfera di ossidi di azoto si ritrovano quelle industriali, legate alla produzione di calore e energia elettrica, attività metallurgiche e di raffinazione del petrolio. Vanno inoltre considerate anche le emissioni generate da impianti di riscaldamento ad uso civile alimentati a gasolio ed emissioni veicolari, generate per questa tipologia di inquinanti in prevalenza da motori diesel. L'SO₂ presenta effetti negativi sia per vegetazione che per materiali vari utilizzati nell'edilizia.

Per la vegetazione in caso di brevi esposizioni ad elevate concentrazioni si rilevano danni acuti, caratterizzati dalla comparsa di zone necrotiche sulla superficie delle foglie, che successivamente si seccano e cadono.

In caso di esposizioni prolungate a concentrazioni più basse si verificano fenomeni di ingiallimento del fogliame causato da un blocco nel processo di formazione della clorofilla e conseguente diminuzione della produttività e dello sviluppo della pianta.

Gli effetti peggiori causati su beni materiali sono legati all'azione che l'acido solforico, generatosi a causa della reazione tra SO₃ e il vapor d'acqua atmosferico, ha sui materiali da costruzione, in particolar modo quelli contenenti carbonati, i quali vengono attaccati da dall'acido con conseguente conversione in solfati.

Questi ultimi risultano più facilmente solubili in acqua dei carbonati e quindi asportabili dalla pioggia con conseguente diminuzione della resistenza meccanica dei materiali.

Considerando gli effetti sulla salute umana a basse concentrazioni il biossido di zolfo è un gas irritante per gli occhi e per le vie respiratorie, mentre ad alte concentrazioni può irritare le mucose nasali, bronchiti e malattie polmonari.

Biossido di Zolfo nel periodo 2001 – 2005

Nella *Tabella 2.2.2.2a* sono riportati i rendimenti strumentali delle stazioni di rilevamento per il Biossido di Zolfo.

Tabella 2.2.2.2a

Rendimento Strumentale Stazioni di rilevamento di SO₂

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	%	%	%	%	%
San Focà	95	99	95	99	97
Brucoli	97	99	98	95	99
Belvedere	96	98	95	96	92
Florida	92	100	90	100	97
Faro Dromo	98	95	<u>87</u>	100	99
Ogliastro	100	99	96	99	98
Villasmundo	98	99	94	<u>88</u>	97
Melilli	99	97	92	98	96

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	%	%	%	%	%
Siracusa	96	96	<u>77</u>	99	96
Bondifè	97	99	<u>72</u>	97	99
Augusta	100	96	91	99	97

Le stazioni di rilevamento che presentano un rendimento strumentale annuo inferiore al 90% (valori sottolineati), limite percentuale di disponibilità dei dati imposto dal D.M. n° 60 del 02 aprile 2002, sono Faro Dromo nell'anno 2003, Villasmundo nell'anno 2004, Siracusa nell'anno 2003 e Bondifè nell'anno 2003; i valori comunque registrati non saranno riportati successive tabelle.

Nelle *Tabella 2.2.2.2b* sono riportati gli episodi di superamento della concentrazione limite oraria ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$), rilevati nei cinque anni considerati.

Tabella 2.2.2.2b *Numero Superamenti del Limite della Concentrazione Oraria di SO₂ per la Protezione della Salute Umana ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$)*

Centralina	Superamenti limite orario				
	2001	2002	2003	2004	2005
San Focà	0	2	0	1	1
Brucoli	0	0	0	0	0
Belvedere	0	2	0	0	0
Florida	0	1	0	0	0
Faro Dromo	15	5	-	6	2
Ogliastro	18	12	23	8	14
Villasmundo	8	5	7	-	7
Melilli	14	12	5	15	8
Siracusa	0	0	-	0	0
Bondifè	39	28	-	15	5
Augusta	1	0	0	0	0

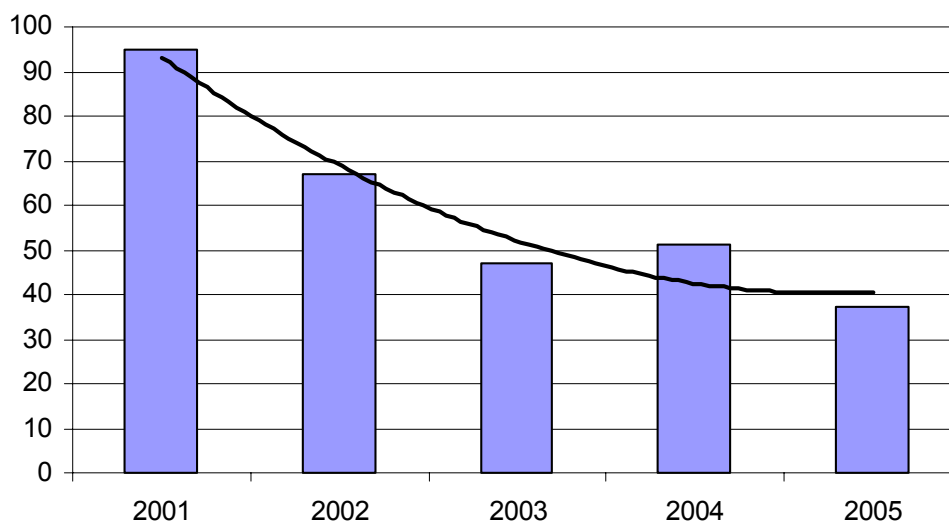
Si ricorda che il limite con il quale i valori sono stati confrontati, è quello il cui raggiungimento è stato previsto in data 1 gennaio 2005, nella valutazione non si sono infatti considerati Margini di Tolleranza del valore limite, previsti per gli anni antecedenti al 2005.

Nel quinquennio considerato per le stazioni di San Focà, Brucoli, Belvedere, Florida, Siracusa, e Augusta gli episodi di superamento del limite orario sono rari e non più di due per anno; spesso non si sono verificati superamenti nell'anno.

Nelle stazioni di Faro Dromo, Ogliastro, Villasmundo e Melilli, localizzate tutte ad ovest e nord-ovest dell'impianto (*Figura 1a*), si sono invece rilevati diversi superamenti, in numero però inferiore ai 24 stabiliti dalla normativa. Solo gli anni 2001 e 2002 nella stazione di Bondifè si sono registrati rispettivamente 39 e 28 superamenti; nei tre anni successivi il numero di eventi è però progressivamente calato fino ad all'anno 2005 nel quale si sono registrati 5 superi.

Osservando i dati nel complesso e considerando il totale dei superamenti del limite orario registrati in tutte le stazioni in esame (si sono considerati anche gli episodi registrati negli anni in cui il rendimento strumentale è stato inferiore al 90%) si osserva in maniera chiara un trend positivo (vedi in *Figura 2.2.2.2a*) con riduzione degli eventi nell'anno 2005 di oltre il 50% rispetto a quanto nel 2001.

Figura 2.2.2.2a *Totale Episodi di Superamento della Concentrazione Limite Oraria di SO₂ (350 µg/m³) negli Anni 2001 -2005 nelle Stazioni CIPA*



Nella *Tabella 2.2.2.2c* sono riportati gli episodi di superamento della concentrazione limite giornaliera

Tabella 2.2.2.2c *Numero Superamenti del Limite della Concentrazione Media Giornaliera di SO₂ per la Protezione della Salute Umana (125 µg/m³)*

Centralina	Superamenti Concentrazione Limite Giornaliera [µg/m ³]				
	2001	2002	2003	2004	2005
San Focà	0	0	0	0	0
Brucoli	0	0	0	0	0
Belvedere	0	0	0	0	0
Floridia	0	0	0	0	0
Faro Dromo	0	0	-	0	0
Ogliastro	0	0	0	0	0
Villasmundo	0	0	0	-	0
Melilli	0	0	0	0	0
Siracusa	0	0	-	0	0
Bondifè	0	0	-	0	0
Augusta	0	0	0	0	0

Nel confronto delle concentrazioni medie giornaliere rilevate non si rilevano superamenti in alcuna delle stazioni considerate.

Per la verifica degli episodi di superamento della soglia di allarme posta a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, non essendo disponibili le serie orarie complete dei dati rilevati, sono state utilizzate solo le concentrazioni orarie massime rilevate nell'anno.

Tabella 2.2.2.2d Valori Orari Massimi Annui di SO_2

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
San Focà	216	497	335	414	364
Brucoli	251	15	9	40	192
Belvedere	292	367	316	232	258
Florida	243	402	42	34	225
Faro Dromo	533	402	-	397	403
Ogliastro	751	641	732	490	664
Villasmundo	432	375	474	-	504
Melilli	1542	659	711	614	1076
Siracusa	112	243	-	94	197
Bondifè	646	531	-	531	468
Augusta	363	187	306	178	113

Dai dati riportati in *Tabella 2.2.2.2d* si evince che durante il periodo considerato nelle stazioni di San Focà, Brucoli, Belvedere, Florida, Siracusa, Augusta non si sono verificati particolari episodi di inquinamento acuto ed in nessun caso la soglia di allarme è stata oltrepassata.

Nelle altre stazioni si sono invece verificati superamenti della soglia di allarme, anche se come già detto con i dati a nostra disposizione non è possibile verificare se tale valore sia stato superato per più di tre ore consecutive.

Il *D.M. n° 60 del 02 aprile 2002* prevede anche una concentrazione limite per la protezione per gli ecosistemi e della vegetazione; i valori da confrontare con tale limite devono essere rilevati da stazioni di monitoraggio ubicate a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade; il punto di campionamento dovrebbe essere posto in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente di un'area circostante di almeno 1.000 Km^2 .

Per il confronto con il limite di protezione per gli ecosistemi si è scelto di utilizzare le concentrazioni rilevate nelle stazioni classificate dal *CIPA* come "Rurali" ai sensi della *Decisione della Commissione Europea 2001/752/CE*.

Tabella 2.2.2.2e **Concentrazioni Medie Annuali di SO₂ Rilevate nelle Stazioni "Rurali"**

Stazioni	2001	2002	2003	2004	2005
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Brucoli	3	1	1	1	3
Belvedere	13	13	11	8	8
Faro Dromo	18	20	-	14	14
Ogliastro	11	10	12	9	8
Bondifè	23	22	-	18	16

Dalla *Tabella 2.2.2.2e* il limite di concentrazione di Biossido di Zolfo per la protezione degli ecosistemi posto a 20 µg/m³, è ampiamente rispettato nelle stazioni di Broccoli, Belvedere, e Ogliastro dove non si sono registrate concentrazioni medie anno superiori a 13 µg/m³.

Le situazioni meno positive si riscontrano a Faro Dromo e Bondifè, entrambe localizzate a nord ovest dell'impianto; nel primo caso la concentrazione media annua nel 2002 coincide con il limite mentre nel secondo in due casi, 2001 e 2002, si è verificato un superamento de limite.

I risultati mettono in luce come nell'ultimo triennio il limite sia rispettato in tutte le stazioni di monitoraggio.

Sulla base delle informazioni raccolte si desume, quindi, che lo stato di qualità dell'aria nelle zone circostanti il polo multisocietario, relativamente al biossido di zolfo, è da considerarsi non delle migliori e deve essere tenuto sotto controllo, soprattutto in relazione alla possibilità di episodi di inquinamento acuto.

Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- ossido di diazoto: N_2O ;
- ossido di azoto: NO ;
- triossido di diazoto (anidride nitrosa): N_2O_3 ;
- biossido di azoto: NO_2 ;
- tetrossido di diazoto: N_2O_4 ;
- pentossido di diazoto (anidride nitrica): N_2O_5 .

In termini di inquinamento atmosferico gli ossidi di azoto che destano più preoccupazione sono il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO_2).

Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell' NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO_x totali emessi.

La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

La concentrazione in aria di NO_2 , oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO , dalla velocità di trasformazione di NO in NO_2 e dalla velocità di conversione di NO_2 in altre specie ossidate (nitrati).

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente dovute ai trasporti, all'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, alle attività industriali.

Negli ultimi anni le emissioni antropogeniche di ossidi di azoto sono aumentate notevolmente e questa è la causa principale dell'incremento della concentrazione atmosferica delle specie ossidanti.

Per la salute umana l' NO_2 è quattro volte più tossico dell' NO esercitando, ad elevate concentrazioni, una azione irritante sugli occhi e sulle vie respiratorie; entrambi, riescono a penetrare nell'apparato respiratorio ed entrano nella circolazione sanguigna.

Biossido di Azoto nel periodo 2001 – 2005

Nella *Tabella 2.2.2.3a* sono riportati i rendimenti strumentali delle centraline di monitoraggio che rilevano le concentrazioni di NO_2 nell'area in esame.

Tabella 2.2.2.3a Rendimento Strumentale Stazioni per il Monitoraggio NO₂

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	%	%	%	%	%
San Focà	91	98	93	<u>81</u>	97
Belvedere	96	99	95	92	94
Villasmundo	93	97	96	<u>86</u>	96
Melilli	94	94	99	92	95

Le uniche stazioni di rilevamento che presentano un rendimento strumentale minore del 90% sono, San Focà che per l'anno 2004 presenta un rendimento dell'81% e Villasmundo con un rendimento nel 2004 pari al 86%

Il D.P.R n° 203 del 24 maggio 1988 fissa come valore limite della qualità dell'aria per il biossido d'azoto il 98° percentile delle medie orarie in un anno, il quale non deve essere superiore a 200 µg/m³. Nella Tabella 2.2.2.3b sono riportati i valori del 98° percentile per il periodo dal 2001 al 2005.

Tabella 2.2.2.3b 98° Percentile dei Dati Annuali delle Concentrazioni di NO₂

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
San Focà	45	49	49	52	49
Belvedere	59	61	51	52	59
Villasmundo	53	58	59	50	54
Melilli	11	12	11	8	10

I valori rilevati sono, in tutte le stazioni vagliate, ampiamente al di sotto del limite di legge.

Di seguito verrà effettuato anche il confronto delle concentrazioni di NO₂ rilevate con i limiti imposti dal D.M. n° 60 del 02 aprile 2002, nonostante tali limiti entreranno in vigore a partire dal 1 gennaio 2010.

Tabella 2.2.2.3c Numero di Superamenti del Limite di Concentrazione Oraria del NO₂ (200 µg/m³)

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
San Focà	0	0	0	-	0
Belvedere	0	0	0	0	0
Villasmundo	0	0	0	-	0
Melilli	0	1	0	0	0

Nel periodo considerato si è verificato un unico superamento del limite orario nella stazione di Melilli durante l'anno 2002 ; non si possono di conseguenza

essersi verificati episodi di superamento della soglia di allarme posta a 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 2.2.2.3d **Concentrazioni Medie Annue di NO_2**

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
San Focà	11	11	13		13
Belvedere	18	17	14	14	18
Villasmundo	10	11	10	-	10
Melilli	16	18	17	12	15

In tutte le stazioni considerate le medie annue registrate sono ampiamente inferiori al limite imposto pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; le informazioni riportate mostrano come non si verificano episodi di inquinamento di lungo periodo.

I valori rimangono per tutte le stazioni ben al di sotto dei rispettivi limiti di legge anche non applicando il margine di tolleranza; si può affermare che, per questo inquinante, lo stato di qualità dell'aria, su tutto il territorio d'indagine, sia da considerarsi buono.

Il Particolato, solido sospeso rappresenta l'insieme delle sostanze sospese in aria (fibre, particelle carboniose, metalli, silice, inquinanti liquidi o solidi). Questo particolato sospeso in aria si raccoglie soprattutto negli strati inferiori, in quantità e qualità variabile.

Il particolato è l'inquinante che ha il maggiore impatto nelle aree urbane, ed è composto da tutte quelle particelle solide e liquide disperse nell'atmosfera, con un diametro compreso tra 0,005 µm ed i 500 µm e oltre.

La sigla PM10 identifica materiale presente nell'atmosfera in forma di particelle microscopiche, il cui diametro è uguale o inferiore a 10 µm, ovvero 10 millesimi di millimetro ed è costituito da polvere, fumo, microgocce di sostanze liquide.

Le principali fonti del PM10 sono due

- Sorgenti naturali: gli incendi boschivi, la dispersione di pollini;
- Sorgenti legate all'attività dell'uomo: processi di combustione, gli impianti di riscaldamento, il traffico veicolare.

Nelle aree urbane il traffico veicolare è la principale fonte del PM10 (circa l'80%) e non solo a causa della combustione del combustibile utilizzato ma anche del progressiva polverizzazione dei pneumatici sul manto stradale.

E' noto in letteratura che le particelle fini provocano fenomeni dannosi a carico dell'apparato respiratorio per la loro capacità di penetrare in profondità, ma anche per le sostanze che si legano alle polveri (SO₂, piombo, IPA).

Si può ritenere che particella con dimensione superiori a 5 µm si depositino nel naso e nella gola; il pericolo più grave è rappresentato dalla frazione con dimensione inferiori la quale può raggiungere gli alveoli polmonari, e dare luogo a possibili fenomeni di assorbimento nel sangue.

PM 10 nel periodo 2001 - 2005

Nella *Tabella 2.2.2.4a* sono riportati i rendimenti strumentali delle stazioni di rilevamento per il PM 10, localizzate nell'area di interesse, gestite dal CIPA

Tabella 2.2.2.4a

Rendimento Strumentale Stazioni di Rilevamento PM 10

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	%	%	%	%	%
San Foca'	95	98	<u>56</u>	<u>77</u>	94
Belvedere	93	97	91	<u>88</u>	90
Farodromo	91	91	<u>82</u>	94	52
Melilli	94	<u>73</u>	<u>79</u>	<u>87</u>	93
Augusta	98	<u>71</u>	<u>89</u>	94	94

Dalla tabella appare come tutte le stazioni presentano in alcuni anni rendimenti strumentali inferiori del 90%, non sarà quindi tenuto conto delle dei dati registrati a:

- San Focà nel 2003 – 2004;
- Belvedere nel 2004;
- Farodromo nel 2003 – 2004;
- Melilli nel triennio 2002 -2003 – 2004;
- Augusta nel 2002 – 2003.

Nella *Tabella 2.2.2.4b* sono riportati gli episodi di superamento del limite di concentrazione giornaliera, protezione per la salute umana, fissato dal *D.M. n°60 del 02 aprile 2002* a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il quale fissa a 35 il numero massimo di superamenti consentiti annualmente.

Tabella 2.2.2.4b *Superamenti della Concentrazione Limite Giornaliera di PM 10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)*

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
San Foca'	70	57	-	-	78
Belvedere	33	48	45	-	45
Farodromo	34	45	-	37	-
Melilli	61	-	-	-	60
Augusta	5	-	-	26	4

Si ricorda che il limite con il quale i valori sono stati confrontati, è quello il cui raggiungimento è stato previsto per l'anno 2005, nella valutazione non si sono infatti considerati Margini di Tolleranza del valore limite.

Nel periodo esaminato si sono spesso verificati superamenti del limite giornaliero per più di 35 volte all'anno in quasi tutte le stazioni.

Particolarmente numerosi sono gli eventi a San Focà dove nel 2001 e nel 2005 i superamenti sono stati 70 e 78, ovvero più del doppio di quanto stabilito dalla normativa (vedi *Tabella 2.2.1e*).

Nella stazione di Melilli i superamenti nel 2001 e nel 2005, sono stati ben 60 e 61 ed anche a Belvedere fatta esclusione per l'anno 2001 il numero degli episodi è superiore a 35.

Solo nelle stazione di Augusta si sono registrati superamenti del limite in numero inferiore a quelli consentiti.

Osservando le concentrazioni medie annue in *Tabella 2.2.2.4c* i valori risultano inferiori al limite posto a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anche se si sono spesso rilevate concentrazioni prossime alla soglia massima in particolare nella stazione di San Focà e Melilli.

Tabella 2.2.2.4c **Concentrazioni Medie Annue di PM 10**

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
San Foca'	39	36	-	-	39
Belvedere	32	37	34	-	34
Farodromo	32	34	-	28	
Melilli	37	-	-	-	36
Augusta	19	-	-	33	30

Sulla base delle informazioni raccolte e valutata l'assenza effettiva di un trend migliorativo nei dati acquisiti, in relazione ad episodi di inquinamento acuto da PM 10, la qualità dell'aria in relazione a questa tipologia di inquinante non appare buona e pur essendo le concentrazioni medie annue in linea con la normativa, gli episodi di superamento del limite giornaliero sono molto più numerosi di quanto consentito.

Risulta difficile valutare l'apporto del polo industriale multisocietario alla situazione descritta, alla luce del fatto che la principale fonte di emissione del PM 10 è il traffico urbano.

2.2.2.5

NMHC Idrocarburi non Metanici, Benzene

Gli idrocarburi non metanici (di seguito NMHC) sono composti chimici formati da atomi di carbonio e idrogeno.

È una classe di composti organici molto varia, costituita da sostanze che esposte all'aria passano rapidamente dallo stato liquido a quello gassoso.

I principali sono: idrocarburi alifatici, aromatici, benzene, toluene, xileni ecc. e ossigenati come aldeidi, chetoni, ecc.

La loro concentrazione in atmosfera nelle aree urbane è direttamente correlabile al traffico veicolare; insieme agli ossidi di azoto, costituiscono i "precursori" dell'ozono troposferico.

Gli idrocarburi non metanici derivano da fenomeni di evaporazione delle benzine (vani motore, serbatoi, operazioni di rifornimento), dai gas di scarico veicolari (per combustione incompleta dei carburanti) e, in particolari zone industriali, dallo stoccaggio e movimentazione di prodotti petroliferi.

Gli effetti sulla salute umana sono molto differenziati in funzione del tipo di composto e dalla quantità presente in atmosfera; in generale esposizione a simili sostanze particolarmente volatili può determinare danni all'albero respiratorio localizzati nelle prime vie aeree.

In particolare l'esposizione cronica al benzene provoca tre tipi di effetti: danni ematologici (anemie, ecc.), danni genetici (alterazioni geniche e cromosomiche) e effetti oncogeni.

Per quanto riguarda l'effetto oncogeno, il benzene è stato classificato dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) tra i cancerogeni certi. Studi epidemiologici hanno anche dimostrato chiaramente l'associazione tra esposizione al benzene e patologie di tipo leucemico, nonché l'interazione tra i prodotti metabolici del benzene e il DNA, con effetti mutageni e teratogeni.

NMHC nell'anno 2005

L'attività del CIPA ha permesso di registrare, nell'anno solare 2005, i valori delle concentrazioni di NMHC presso le stazioni di Belvedere, Villasmundo e Melilli.

Il valore limite di riferimento è quello indicato dal DPCM 30/1983, pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato per le concentrazioni medie di 3 ore consecutive; il limite è applicabile, secondo il parere d'attuazione regionale, solo in presenza di superamenti del limite per l'Ozono.

Tabella 2.2.2.5a

Superamenti del Limite di Concentrazione per NMHC nel 2005

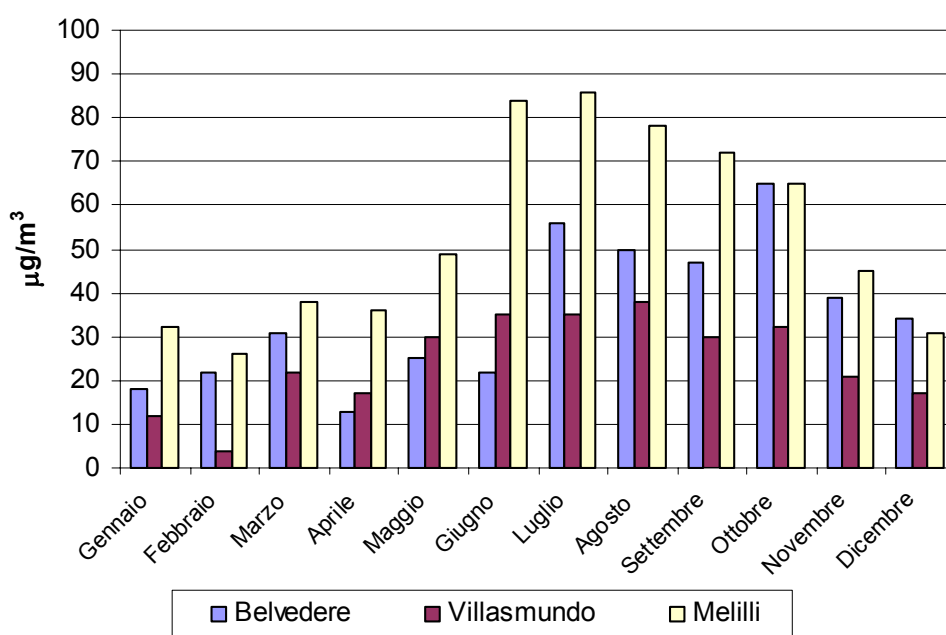
Centralina	N° di Superamenti delle Concentrazioni Medie di 3 ore consecutive-2005 ¹
Belvedere	14
Villasmunda	15
Melilli	49

Note:
1: Il limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è applicabile solo in presenza di superamenti del limite di O_3

Nelle stazioni in esame si sono verificati episodi di superamento del limite; alla luce dell'andamento delle medie mensili visibile in *Figura 2.2.2.5a* appare evidente come gli episodi identificati, tendano a concentrarsi nel periodo estivo.

In tutte e tre le stazioni considerate, le concentrazioni rilevate risultano massime nei mesi estivi durante nei quali la temperatura è maggiore e l'evaporazione degli HCNM viene ulteriormente favorita.

Figura 2.2.2.5a *Concentrazioni Medie Mensili di NMHC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Rilevate nel 2005 alle Stazioni di Belvedere, Villasmundo, Melilli*



Benzene negli anni 2001 - 2005

La rete di rilevamento del CIPA per il monitoraggio del benzene è rappresentata dalle stazioni di Belvedere, Melilli e Augusta (quest'ultima attiva solo dal 2002) disposte rispettivamente a sud, ovest e nord del polo multindustriale di Priolo Gargallo.

Tabella 2.2.2.5b *Rendimento Strumentale Stazioni di Monitoraggio del Benzene*

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	%	%	%	%	%
Belvedere	71	60	72	81	91
Melilli	96	91	43	74	77
Augusta	-	21	82	91	85

Il rendimento strumentale della rete di monitoraggio risulta nel complesso scarso con valori per spesso inferiori al 90 % tanto che per la stazione di

Belvedere l'unico anno con sufficienti dati è il 2005, per Melilli il 2001 - 2002 e per Augusta solo l'anno 2004.

Nel proseguo del rapporto verranno riportate a titolo informativo le concentrazioni medie annuali ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) anche degli anni con rendimento strumentale insufficiente.

Tabella 2.2.2.5c *Concentrazioni Medie Anno di Benzene negli Anni 2001-2005*

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Belvedere	1,80	1,80	1,80	1,80	1,70
Melilli	2,30	2,10	2,30	2,10	1,60
Augusta	-	0,30	0,40	0,30	0,20

In corsivo sono riportati i valori calcolati negli anni nel quale le stazioni hanno presentato un rendimento strumentale inferiore al 90%

I valori riportati in *Tabella 2.2.2.5c* sono confrontati con il limite per la protezione della salute umana, imposto dal *D.M. n°60 del 02 aprile 2002*, fissato a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il quale entrerà effettivamente in vigore a partire dal 1 gennaio 2010; nonostante ciò non si registrano valori superiori alla concentrazione massima di legge.

L'ozono è un gas dall'odore caratteristico con formula chimica O_3 si forma negli strati superiori dell'atmosfera (stratosfera) a quote di circa 20 - 25km di quota, dove svolge una funzione protettiva nei confronti del pianeta, schermando i raggi ultravioletti solari.

L'ozono può tuttavia generarsi anche a quote inferiori, nella troposfera, a causa dell'interazione della radiazione solare con alcuni inquinanti primari generati principalmente dal traffico urbano tra cui NO_x , idrocarburi, CO etc. Definiamo quindi in base alla quota di formazioni in ozono stratosferico e ozono troposferico.

L'ozono stratosferico rappresenta uno dei principali componenti dello smog fotochimico, un particolare inquinamento dell'aria, caratteristico delle aree urbane, che si produce nelle giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione. Gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (VOC), emessi nell'atmosfera da molti processi naturali od antropogenici, vanno incontro ad un complesso sistema di reazioni fotochimiche indotte dalla luce ultravioletta presente nei raggi del sole che porta alla formazione di inquinanti secondari tra cui ozono (O_3), e altri composti organici.

Un'esposizione allo smog a bassi livelli di concentrazione provoca un'irritazione agli occhi, al naso, alla gola ed una fastidiosa lacrimazione. Un'esposizione acuta può però peggiorare questi sintomi e condurre all'infiammazione dei polmoni, ad una crescente difficoltà nel compiere la respirazione, in un aumento della suscettibilità alle malattie respiratorie, all'aumento della sensibilità agli allergeni, alla riduzione delle performance atletiche, ad un senso di pena e di sofferenza nel compiere respiri profondi e ad un aumento degli attacchi di asma.

Ozono negli anni 2001 - 2005

Tabella 2.2.2.6a

Rendimento Strumentale Stazioni Rilevamento di Ozono

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
	%	%	%	%	%
Belvedere	93	99	95	96	95
Villasmundo	96	98	95	86	97
Melilli	98	96	91	97	96

Tutte le stazioni in esame presentano per tutto il periodo in esame rendimenti strumentali superiori al 90%.

In *Tabella 2.2.2.6b* sono riportati gli episodi nei quali è stato superato il valore bersaglio per la protezione della salute umana, calcolato come previsto dalla normativa come media sulle otto ore massima giornaliera e fissato a $120 \mu g/m^3$; tale valore non deve essere superato per più di 25 volte all'anno, come medie su tre anni di rilevamento.

Tabella 2.2.2.6b *Numero Superamenti Valore bersaglio per la Protezione della Salute Umana nel Triennio 2003 - 2005*

Centralina	2003	2004	2005	Media
Belvedere	97	16	37	50
Villasmundo	92	87	85	88
Melilli	33	39	12	28

Come si evidenzia in *Tabella 2.2.2.6b* gli episodi di superamento registrati nelle stazioni sono stati numerosi nei tre anni, tanto che in è in nessun caso rispettato il limiti dei 25 superamenti annui come media nel triennio.

A questo dato non positivo si aggiungono quelli presentati nella *Tabella 2.2.2.6c*, nel quale sono riportati gli episodi di inquinamento acuto registrati nel periodo 2001 - 2005, identificati come superamenti della soglia di informazioni fissata a 180 µg/m³ e della soglia di allarme 240 µg/m³ (concentrazione media oraria, il superamento si deve verificare per tre ore consecutive).

Tabella 2.2.2.6c *Superamenti della Soglia di Informazione e della Soglia di Allarme per l'Ozono negli anni 2001 - 2005*

Superi Soglia di informazione					
Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
Belvedere	9	5	15	0	3
Villasmundo	118	19	16	24	16
Melilli	66	12	8	30	4
<i>Totale</i>	193	36	39	54	23

Superi Soglia di Allarme					
Centralina	2001	2002	2003	2004	2005
Belvedere	0	0	0	0	0
Villasmundo	0	0	1	-	0
Melilli	0	0	0	0	0

Sono numerosi gli episodi di superamento della soglia di informazione, gli episodi più gravi si sono verificati nella stazione di Villasmundo e Melilli nel corso 2001, dove le concentrazioni medie orarie hanno superato la soglia rispettivamente per 118 e 66 volte.

Osservando il numero totale degli episodi registrati nel quinquennio si può identificare una situazione in evoluzione con una diminuzione degli episodi di inquinamento acuto dal 2001 al 2005.

Nei cinque anni si è verificato un unico superamento della soglia di allarme, nel 2003 a Villasmundo.

Tra le centraline indicate l'unica classificata come rurale e adatta ad un confronto tra le concentrazioni misurate e il valore bersaglio per la protezione

della vegetazione quella di Belvedere, del quale sono riportati in *Tabella 2.2.2.6d* i valori di AOT40.

Tabella 2.2.2.6d *AOT40 Calcolato negli Anni 2001 - 2005 [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$]*

Centralina	2001	2002	2003	2004	2005	Media
Belvedere	33504	39074	43810	19549	26651	32518

Il valore di AOT40 mediato sui cinque anni, come previsto dal *D.lg. 181 del 21 maggio 2004*, è di molto superiore al limite previsto di $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$; presentando un picco pari a $43810 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ registrato nel 2003, nel quale però si è presentata un'estate particolarmente torrida in tutta Italia. la situazione appare in lieve miglioramento alla luce dei valori rilevati negli ultimi due anni, anche se il valore dell'AOT40 nel 2004-2005 non è comunque sceso al di sotto del limite previsto.

In conclusione i risultati riportati mostrano una situazione ben definita. Gli episodi di inquinamento acuto (superamento dei livelli di attenzione e di allarme) sono numerosi, ma nel complesso nella media, se non inferiori, a valori registrati in altre zone in Italia (*fonte: Annuario Dati Ambientali APAT 2002*).

Al contrario il numero di superamenti del limite sulla media mobile trascinata di 8 ore (*DM 16/05/1996*) mostra una situazione di inquinamento diffuso, anche se in lieve miglioramento nell'ultimo biennio.

Quest'ultima osservazione è però parzialmente mitigata considerando che l'andamento delle concentrazioni di ozono risulta fortemente influenzato dai fattori meteorologici e della variabilità degli stessi.

E' necessario sottolineare che le regioni meridionali, ed in particolar modo questa zona della Sicilia (una tra le più calde d'Italia) risulta, dati i livelli di irraggiamento solare, estremamente vulnerabile ad un inquinamento di questo tipo.

3.1 CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO CALPUFF

Il sistema di modelli *CALPUFF*, inserito dall'U.S. EPA in *Appendix A* di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da *Sigma Research Corporation*, ora parte di *Eart Tech, Inc*, con il contributo di *California Air Resources Board (CARB)*.

Il sistema di modelli è composto da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico *CALMET*: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore *CALPUFF*: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da *Calmet* e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore *CALPOST*: ha lo scopo di manipolare i dati di output di *CALPUFF*, in modo da renderli in un formato più adatti alle esigenze dell'utente.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa. Il campo di vento viene ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale (spesso vento geostrofico), viene aggiustato per tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso. *CALMET* è dotato infine di un modello micrometeorologico, per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera. *CALPUFF* è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente. *CALPUFF* è in grado di utilizzare campi meteorologici prodotti da *CALMET*, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo. *CALPUFF* contiene diversi algoritmi, che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida, trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ecc. *CALPUFF* è infine in grado di trattare diverse tipologie di sorgente emissiva, in base essenzialmente alle caratteristiche geometriche: sorgente puntiforme, lineare, areale, volumetrica.

CALPOST consente di manipolare i dati di output forniti da *CALPUFF*, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle esigenze dell'utente. Tramite *CALPOST* si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione.

Per quanto detto, il sistema di modelli *CALPUFF* risulta uno strumento molto versatile, facilmente adattabile alle varie possibili realtà oggetto di studio. Inoltre, grazie ai numerosi algoritmi che possono essere opzionalmente adoperati, consente di eseguire un certo studio con diverso livello di dettaglio, a seconda delle esigenze dell'utente.

3.2 *CONDIZIONI DI SIMULAZIONE*

La simulazione di dispersione degli inquinanti in atmosfera ha riguardato un periodo di tempo che copre tutto l'anno 2004.

Sono state stimate le concentrazioni orarie degli inquinanti emessi (SO_2 , NO_x e polveri sottili), con particolare riferimento a 11 recettori, che coincidono con le centraline di monitoraggio della qualità dell'aria di proprietà del *CIPA* identificate nella *Figura 1a* con i numeri da 1 a 11.

Per una corretta simulazione del campo di vento, e quindi della dispersione degli inquinanti, sono stati presi in considerazione dati geofisici, quali uso del suolo e altimetria. In *Figura 3.2a* e *Figura 3.2b* sono mostrate le mappe di uso del suolo e dell'altimetria, secondo i dati inseriti all'interno del modello meteorologico *CALMET*.

La risoluzione della griglia per i dati di input è di 110x110 celle di 600 metri di lato.

Figura 3.2a

Mappa di uso del suolo

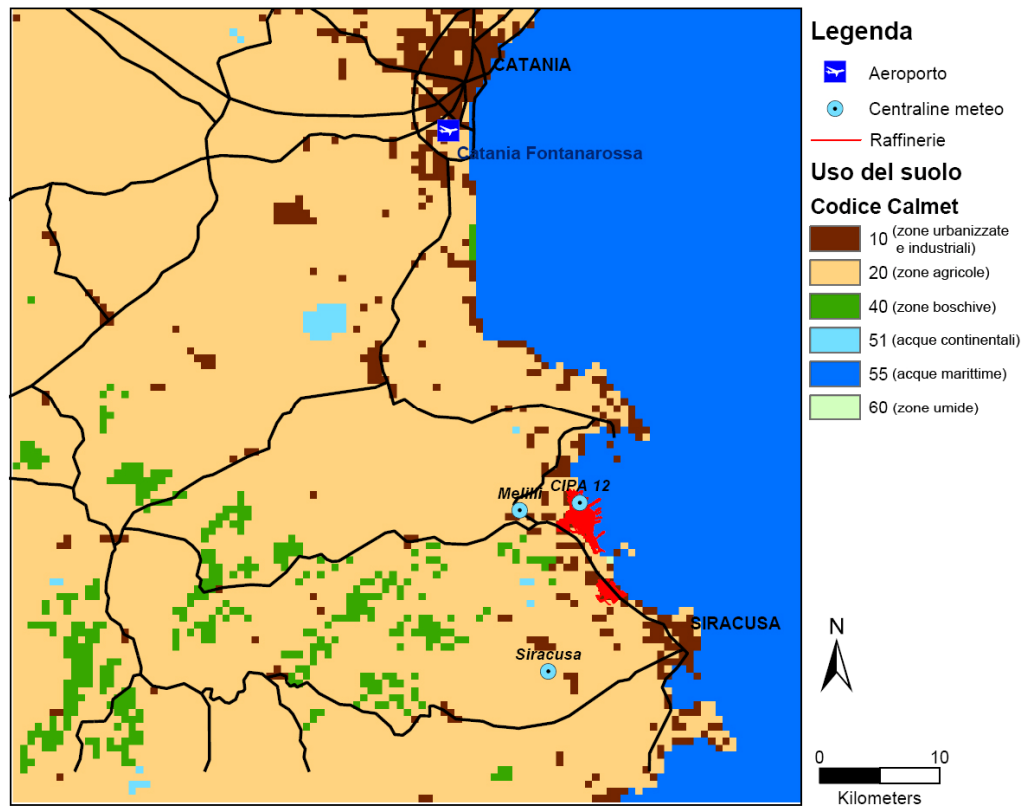
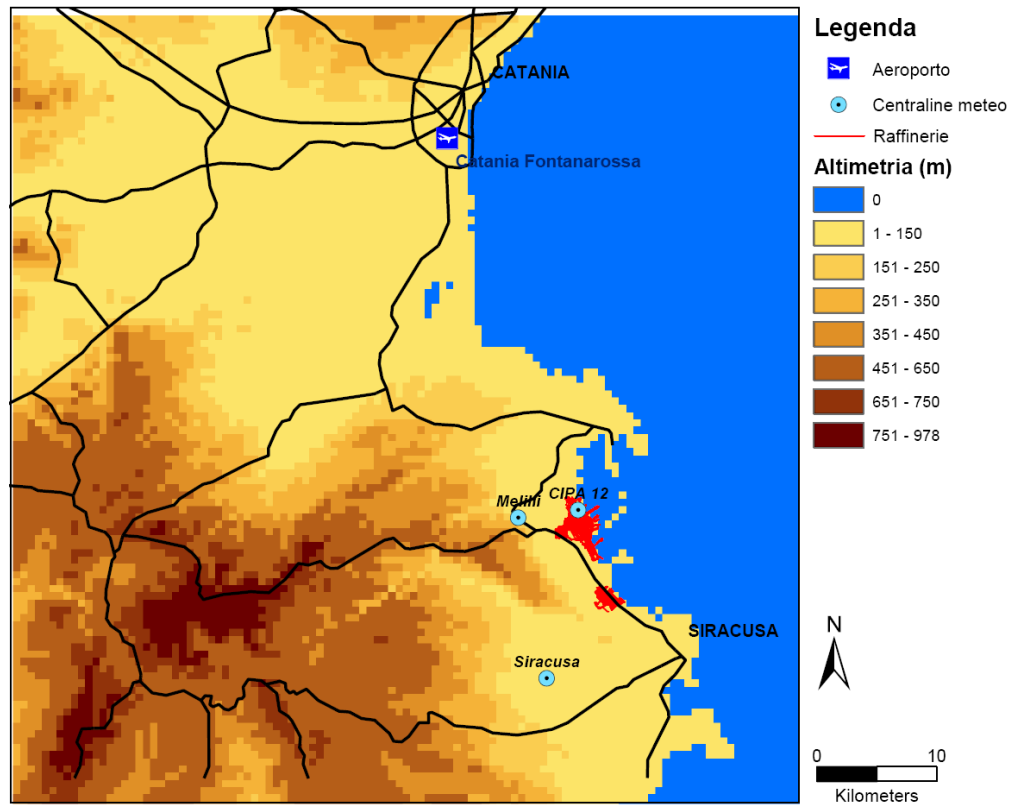


Figura 3.2b

Mappa altimetrica



3.2.1 Scenari Emissivi

Gli scenari emissivi, con riferimento alla descrizione riportata al *Capitolo 1*, sono sintetizzati nella seguente *Tabella*, in cui sono riportati anche gli input per il modello di calcolo (*CALPUFF*) per ogni singolo camino.

Tabella 3.2.1a Definizione degli scenari emissivi

ID Sorgente	Altezza camino (m)	Diametro (m)	Velocità (m/s)	Tempo (°K)	Portata Massiva (Kg/h)		
					SO ₂	NO _x	Polveri
<i>Nord</i>	140.00	6.90	9.94	448.15	913.10	155.40	49.40
<i>Sud</i>	130.00	6.40	14.08	488.15	897.94	233.06	41.70
<i>Unità 1800</i>	50.00	1.50	7.21	659.15	0.70	2.40	0.00
<i>Nuovo TG 77.31</i>	60.00	4.00	20.00	371.15	0.00	44.12	0.00
<i>HOT OIL</i>	130.00	2.30	19.48	433.44	168.74	49.35	7.31
<i>CCU 1</i>	130.00	6.30	30.35	431.32	26.76	54.25	11.60
<i>CCU 2</i>	130.00	6.30	31.67	435.13	26.76	54.25	11.60

3.2.2 Dominio di Calcolo

Il dominio di calcolo è stato scelto in modo da comprendere, oltre le varie complessità orografiche presenti nell'area, le due stazioni meteo di Catania e Siracusa, in modo da avere una panoramica sufficientemente ampia delle condizioni meteorologiche della zona d'indagine.

Si sono considerati, quindi, due domini:

- uno più grande, dell'estensione di 4356 km² per la simulazione delle condizioni meteorologiche;
- un dominio più piccolo, di 2025 km² per le simulazioni della dispersione in atmosfera.

Il dominio per il calcolo del campo meteo (dominio *CALMET*) è stato suddiviso in una griglia di 110x110 celle delle dimensioni di 600 metri di lato; il dominio per la simulazione della dispersione (dominio *CALPUFF*) è costituito da una griglia 75x75 celle, sempre con dimensioni di 600 metri di lato.

I due domini di calcolo sono rappresentati in *Figura 3.2.3a*.

3.2.3 Dati Meteorologici

È stata effettuata un'indagine preliminare per il censimento delle varie stazioni di monitoraggio dei parametri meteorologici presenti nell'area. Sono state quindi selezionate 4 centraline per il monitoraggio dei parametri meteorologici al suolo:

- Catania;
- Siracusa;
- Melilli;
- CIPA;

I dati in quota, fondamentali per l'utilizzo del codice *CALMET*, sono stati desunti dai radiosondaggi della centralina di Catania.

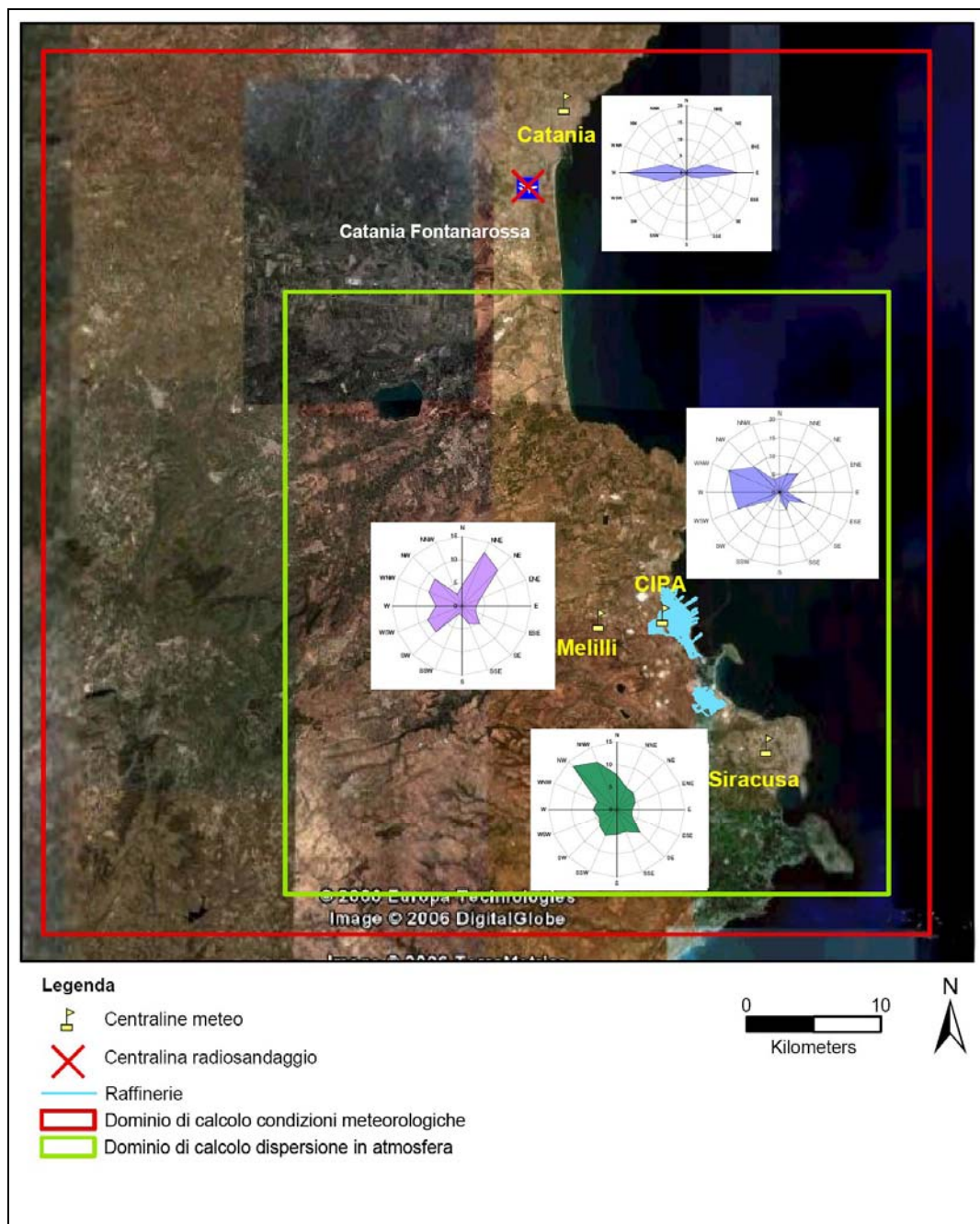
Le rose dei venti, costruite sulla base delle misure provenienti dalle centraline, sono conformi alla morfologia del territorio (tipica alternanza costiera di brezze di mare e terra).

Come anno di riferimento, è stato scelto il 2004 poiché risulta essere il più completo dal punto di vista della qualità dei dati meteorologici disponibili.

La posizione delle centraline e le rispettive rose dei venti, sono riassunte per l'anno 2004 nella seguente *Figura 3.2.3a*.

Figura 3.2.3a

Definizione dell'estensione dei domini di calcolo e rose dei venti (anno 2004) per le centraline meteo



I risultati delle simulazioni sono mostrati nelle seguenti tabelle.
Tali dati, consentono di confrontare le ricadute calcolate dal modello con i valori di qualità dell'aria misurati alle centraline.

SCENARIO	ID CAMINO	Coordinate Camino		Altezza camino [m]	Diametro [m]	Velocità [m/s]	Temp. [°K]	Portata Massiva [kg/h]		
		X UTM33	Y UTM33					SO ₂	NOx	Polveri
	Nord	519452	4108529	140.00	6.90	9.94	448.15	913.10	155.40	49.40
	Sud	519777	4108247	130.00	6.40	14.08	488.15	897.94	233.06	41.70
	Unità 1800	519672	4108516	50.00	1.50	7.21	659.15	0.70	2.40	0.00
	Nuovo TG 77.31	519598	4108580	60.00	4.00	20.00	371.15	0.00	44.12	0.00
	HOT OIL	517960	4109478	130.00	2.30	19.48	433.44	168.74	49.35	7.31
	CCU 1			130.00	6.30	30.35	431.32	26.76	54.25	11.60
	CCU 2			130.00	6.30	31.67	435.13	26.76	54.25	11.60

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		SO ₂				NOx				Polveri				n° sup. 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$											
		Media su base annua		Max annuale su base oraria		Max annuale su base giornaliera		99.73° percentile		Media su base annua		Max annuale su base oraria			99.8° percentile		Media su base annua		Max annuale su base giornaliera						
Centraline	Modello	Central. *	% **	Modello	Central. *	% **	% **	Modello	Central. *	% **	Modello	Central. *	% **	Modello	Central. *	% **	Modello	Central. *	% **						
1	SAN FOCA'	4.96	12 (9)	24.8	176.88	414 (365)	34.57	27.7	118.51	33.9	1.37	16 (16)	3.4	46.27	124 (103)	33.16	16.6	0.27	34 (38)	1.4	9.52	1.84	181 (203)	3.7	0
2	BRUCOLI	0.97	1 (2)	4.8	48.99	40 (101)	13.84	11.1	30.16	8.6	0.27	-	0.7	13.60	-	8.31	4.2	0.05	-	0.3	2.74	0.74	-	1.5	0
3	BELVEDERE	5.43	8 (11)	27.2	513.97	232 (293)	44.15	35.3	120.67	34.5	1.49	18 (20)	3.7	105.17	88 (113)	32.35	16.2	0.30	34 (34)	1.5	26.31	2.32	403 (242)	4.6	0
4	FLORIDIA	3.49	1 (4)	17.5	164.22	34 (189)	34.44	27.5	70.18	20.1	0.98	-	2.4	39.89	-	19.36	9.7	0.20	-	1.0	8.75	1.75	-	3.5	0
5	FARO DROMO	2.36	14 (17)	11.8	115.42	397 (522)	28.52	22.8	62.24	17.8	0.66	-	1.6	29.85	-	16.66	8.3	0.13	28 (30)	0.6	6.48	1.52	336 (214)	3.0	0
6	OGLIASTRO	1.69	9 (10)	8.5	71.05	490 (656)	21.45	17.2	52.65	15.0	0.48	-	1.2	18.31	-	14.54	7.3	0.09	-	0.5	4.13	1.14	-	2.3	0
7	VILLASMUNDO	1.48	11 (10)	7.4	76.55	432 (443)	20.17	16.1	45.71	13.1	0.43	11 (11)	1.1	19.75	138 (145)	13.59	6.8	0.08	-	0.4	4.20	1.08	-	2.2	0
8	MELILLI	3.16	17 (18)	15.8	199.48	614 (920)	48.49	38.8	94.38	27.0	0.87	16 (19)	2.2	48.07	121 (168)	26.79	13.4	0.18	45 (38)	0.9	10.97	2.74	290 (243)	5.5	0
9	SIRACUSA	3.27	1 (2)	16.3	268.57	94 (194)	23.84	19.1	99.31	28.4	0.93	-	2.3	67.36	-	28.52	14.3	0.17	-	0.9	13.97	1.25	-	2.5	0
10	BONDIFE'	3.06	18 (17)	15.3	144.02	531 (525)	32.00	25.6	73.16	20.9	0.85	-	2.1	35.47	-	19.57	9.8	0.17	-	0.8	7.95	1.73	-	3.5	0
11	AUGUSTA	0.84	3 (3)	4.2	81.38	178 (229)	13.35	10.7	27.75	7.9	0.23	-	0.6	17.96	-	7.66	3.8	0.05	33 (33)	0.2	4.08	0.71	184 (137)	1.4	0
Valori limite fissati dal DMA 2 aprile 2002		20 ³			125		350		40 ¹ 30 ²		200 ¹		40 ^{***} 20 ^{****}		50		50		35 ^{***} 7 ^{****}						

* valori misurati dalle centraline di monitoraggio dell'aria e riferiti all'anno 2004 (tra parentesi la media dal 2001 al 2005)
** contributo al raggiungimento del limite di legge (si fa riferimento ai limiti da raggiungere entro il 2010; il contributo sulla media di NOx è calcolato rispetto al limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
*** limiti da raggiungere entro il 1° Gennaio 2005
**** limiti da raggiungere entro il 1° Gennaio 2010
1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO₂
2 limite per la protezione della vegetazione (NOx totali)
3 limite per la protezione degli ecosistemi