



Allegati D5-D6
Relazione tecnica sui dati e modelli
meteo climatici
Identificazione e quantificazione delle
emissioni in aria e confronto con SQA

Indice

	Pagina
1	Introduzione..... 3
2	Modello matematico di calcolo della dispersione in atmosfera..... 4
3	Dati meteo climatici utilizzati nelle simulazioni 6
4	Modalità applicative del modello 10
4.1	Descrizione degli scenari di emissione 10
4.2	Descrizione geometrica delle sorgenti e valutazione dell'effetto building down-wash 12
4.3	Dominio di calcolo e morfologia del terreno..... 13
4.4	Recettori considerati 14
4.5	Stato di riferimento per la qualità dell'aria..... 15
5	Valutazione delle emissioni in atmosfera e confronto con gli standard di qualità dell'aria..... 16
5.1	Concentrazioni massime orarie..... 16
5.2	Concentrazioni medie annuali..... 17
5.3	Concentrazioni medie nelle 8 ore 18
5.4	Distribuzione delle concentrazioni al suolo 18
6	Conclusioni..... 20

Figure Fuori Testo:

- Figura 1: 99,8 Percentile della concentrazione massima oraria di NO₂ (µg/m³)
Figura 2: Concentrazione media annua di NO₂ (µg/m³)

1 Introduzione

Lo stato di qualità dell'aria che caratterizza un'area è fortemente dipendente dalle caratteristiche climatologiche dell'area stessa, pertanto nell'ambito della presente trattazione questi due argomenti verranno trattati contemporaneamente, evidenziando i parametri meteorologici che più influenzano la dispersione delle emissioni in atmosfera.

L'allegato D5 "*Relazione tecnica sui dati e modelli meteo climatici*" presentato nell'Istanza di AIA consegnata nel luglio 2006 descrive esaurientemente la climatologia generale dell'area di Trapani. Tale trattazione si ritiene tuttora valida e verrà integrata nel presente documento con i dati necessari per il corretto svolgimento delle simulazioni delle dispersioni in atmosfera.

Il presente documento è costituito dai seguenti paragrafi:

- presentazione del codice di calcolo AERMOD impiegato per le simulazioni di dispersione in atmosfera;
- analisi dei dati meteo climatici utilizzati per le simulazioni, ovvero i dati di direzione ed intensità del vento relativi agli ultimi 3 anni (2007, 2008, 2009);
- descrizione delle modalità applicative del modello, ovvero degli scenari di emissione, delle sorgenti, dei recettori e degli altri dati di input impiegati;
- valutazione delle emissioni in atmosfera connessi alla configurazione emissiva per la quale si richiede l'autorizzazione, ed analisi dei risultati in considerazione degli standard di qualità dell'aria che caratterizzano la zona.

Il codice di calcolo utilizzato nella presente trattazione è AERMOD della US EPA (*Environmental Protection Agency* - Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti), il *regulatory code* negli Stati Uniti, cioè l'unico codice che può essere utilizzato, secondo la legislazione vigente in tale paese per le fasi autorizzative di Centrali ed altri impianti di combustione. Il codice è molto robusto e lascia pochissimi margini di variazione delle modalità di calcolo al simulatore: i risultati ottenuti da persone diverse sono quindi tra loro facilmente confrontabili.

2 Modello matematico di calcolo della dispersione in atmosfera

I modelli di dispersione atmosferica sono utilizzati per ricostruire, in maniera quantitativa, i fenomeni che determinano l'evoluzione spazio-temporale della concentrazione degli inquinanti in atmosfera.

La scelta di un modello di dispersione atmosferica da utilizzare va orientata dalle condizioni del caso specifico. In particolare tale scelta dipende da molti fattori, tra cui:

- l'effettiva qualità e disponibilità dei dati meteorologici;
- il numero di sorgenti ed inquinanti che si intendono simulare.

La precedente analisi degli effetti delle emissioni di centrale sulla qualità dell'aria è stata condotta utilizzando il modello gaussiano ISC3, mentre per l'attuale analisi è stato utilizzato il codice AERMOD della US EPA, che ne rappresenta l'evoluzione e che attualmente figura tra i codici più noti ed utilizzati a livello nazionale e internazionale.

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'*American Meteorological Society (AMS)/ Environmental Protection Agency (EPA) Regulatory Model Improvement Committee (AERMIC)*. Tale modello è stato recentemente riconosciuto come "regulatory" nei protocolli EPA per la modellazione della dispersione atmosferica, in sostituzione di ISC3. L'utilizzo del codice AERMOD è raccomandato nelle "Linee guida sui modelli di dispersione atmosferica" dell'US EPA.

Il modello proposto è basato sull'integrazione dell'equazione differenziale di diffusione che viene ricavata dal bilancio di massa esteso ad un volume infinitesimo di aria, sotto ipotesi a contorno restrittive, come il comportamento del contaminante come fluido incomprimibile e la diffusività molecolare del contaminante trascurabile rispetto alla turbolenza.

AERMOD è un modello di equilibrio stazionario, con plume di tipo Gaussiano modificato, che valuta la dispersione atmosferica sulla base della struttura dei livelli di turbolenza presenti nella troposfera calcolati in base ad algoritmi ed estrapolazioni che includono sia sorgenti superficiali che di quota e sia condizioni determinate della morfologia del terreno.

Qui di seguito sono elencate le maggiori caratteristiche del modello proposto, enfatizzando le differenze rispetto ai modelli tradizionali di trasporto e dispersione.

Il codice prevede la possibilità di considerare diverse tipologie di fonti emmissive (puntuali, areali, volumiche) ed a ciascun tipo di sorgente fa corrispondere un diverso algoritmo per il calcolo della concentrazione. Il modello calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza di ricettori distribuiti su una griglia (definita dall'utente) o discreti e ne somma gli effetti. Poiché il modello è stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione (generalmente un'ora).

Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

- "short term": fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere e quindi a breve termine, consentendo di individuare la peggior condizione possibile;

- “*long-term*”: tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell’intervallo di tempo considerato, generalmente un anno e quindi a lungo termine.

Il modello si può avvalere dell’utilizzo di due altri codici per elaborare i dati di input:

- il preprocessore meteorologico AERMET, che consente di raccogliere ed elaborare i dati meteorologici rappresentativi della zona studiata, per calcolare i parametri dispersivi dello strato limite atmosferico; esso permette pertanto ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti sul trasporto e dispersione degli inquinanti;
- il preprocessore orografico AERMAP, che permette di raccogliere ed elaborare le caratteristiche e l’altimetria del territorio, consentendo l’applicazione di AERMOD a zone sia pianeggianti che a morfologia complessa.

Il codice di dispersione AERMOD infine, dopo aver integrato le informazioni provenienti dai due preprocessori sopra illustrati, calcola le concentrazioni al suolo degli inquinanti emessi in atmosfera assumendo particolari ipotesi. Nel caso di atmosfera stabile il codice suppone che l’inquinante diffonda nello spazio mantenendo una forma sia nella direzione orizzontale che verticale assimilabile ad una distribuzione gaussiana, mentre nel caso di atmosfera convettiva la forma adottata dal codice per diffondere il pennacchio riflette la natura non gaussiana della componente verticale della velocità del vento.

L’attuale versione di AERMOD contiene particolari algoritmi in grado di tenere conto di determinate caratteristiche dello strato limite atmosferico (PBL – *planetary boundary layer*) ed è in grado di simulare il comportamento del pennacchio in diverse situazioni:

- calcola il “*plume rise*”, ossia il sovrinnalzamento del pennacchio legato agli effetti di intrappolamento del pennacchio nei flussi turbolenti, sia di natura meccanica che convettiva, che tendono a manifestare una spinta discendente sottovento agli edifici eventualmente presenti vicino al camino e una spinta ascendente collegata ai flussi turbolenti diretti verso l’alto;
- simula la “*buoyancy*”, ossia la spinta di galleggiamento del pennacchio legato alle differenze di densità e di temperatura del pennacchio rispetto all’aria esterna;
- è in grado di simulare i “*plume lofting*”, cioè le porzioni di massa degli inquinanti che in situazioni convettive prima di diffondersi nello strato limite, tendono ad innalzarsi e a rimanere in prossimità del top dello strato limite;
- tiene conto della penetrazione del plume in presenza di inversioni termiche in quota;
- tiene conto del “*building downwash*”, ossia dell’effetto di distorsione del flusso del pennacchio causato dalla presenza di edifici di notevoli dimensioni e la possibilità che tale distorsione trascini il pennacchio al suolo.

3 Dati meteo climatici utilizzati nelle simulazioni

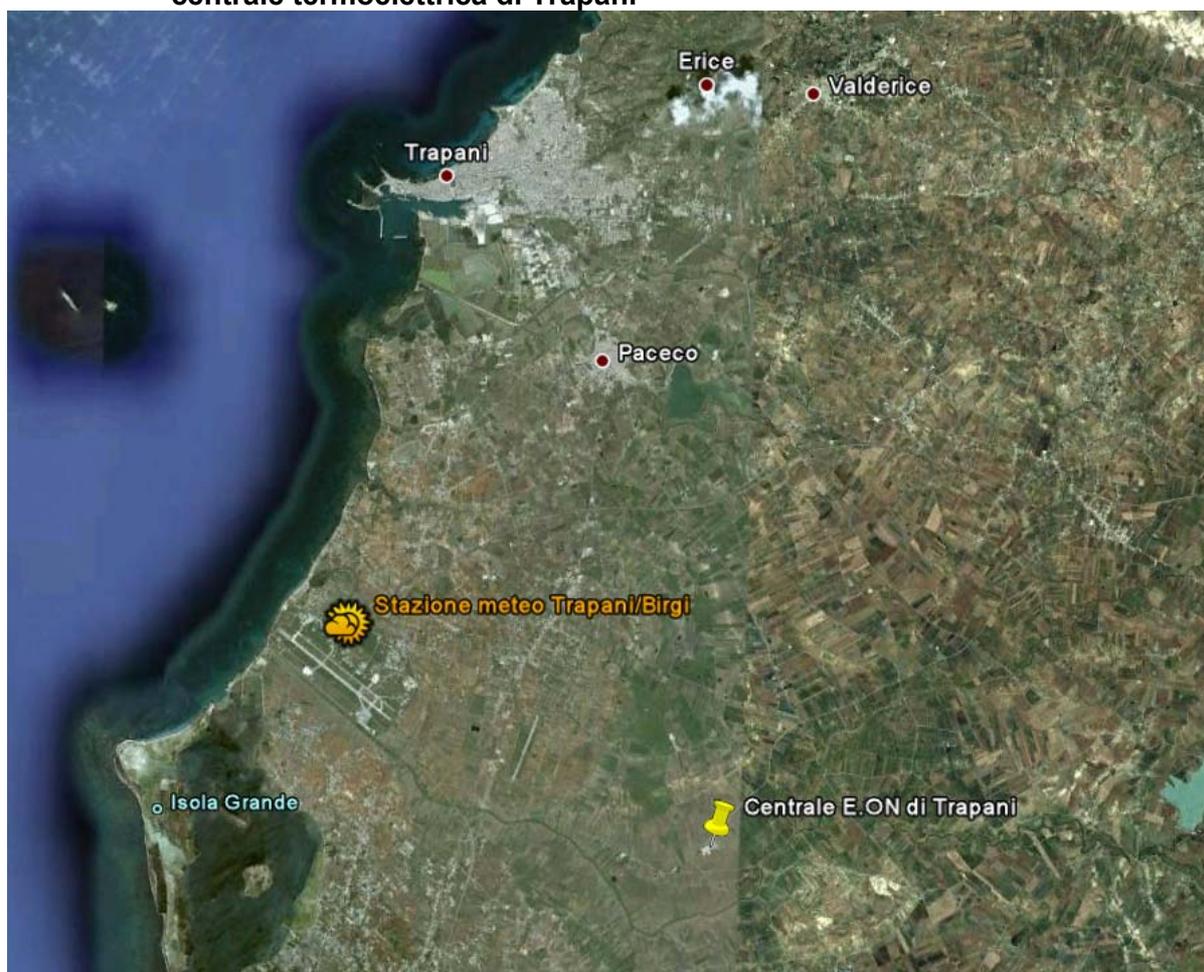
Come accennato nel capitolo 1, nell'ambito della presente trattazione verranno illustrati i dati meteo climatici che influenzano le simulazioni di dispersione in atmosfera. In particolare in questo capitolo verrà fornita una descrizione delle caratteristiche di direzione ed intensità del vento misurate presso la centralina meteo TRAPANI/BIRGI, localizzata in prossimità dell'aeroporto Birgi, a circa 10 km dalla Centrale.

Le caratteristiche geografiche che identificano la posizione della centralina sono riportate nella seguente **Tabella 1**, mentre nella successiva **Figura 1** ne è riportata la localizzazione.

Tabella 1: Centralina meteorologica Trapani/Birgi	
Latitudine (gradi decimali)	37,917
Longitudine (gradi decimali)	12,500
Quota (s.l.m.)	14

(Coordinate: Latitudine:– Longitudine: 12.500), the base elevation is 14 m

Figura 1: Localizzazione della centralina meteorologica Trapani/Birgi e della centrale termoelettrica di Trapani

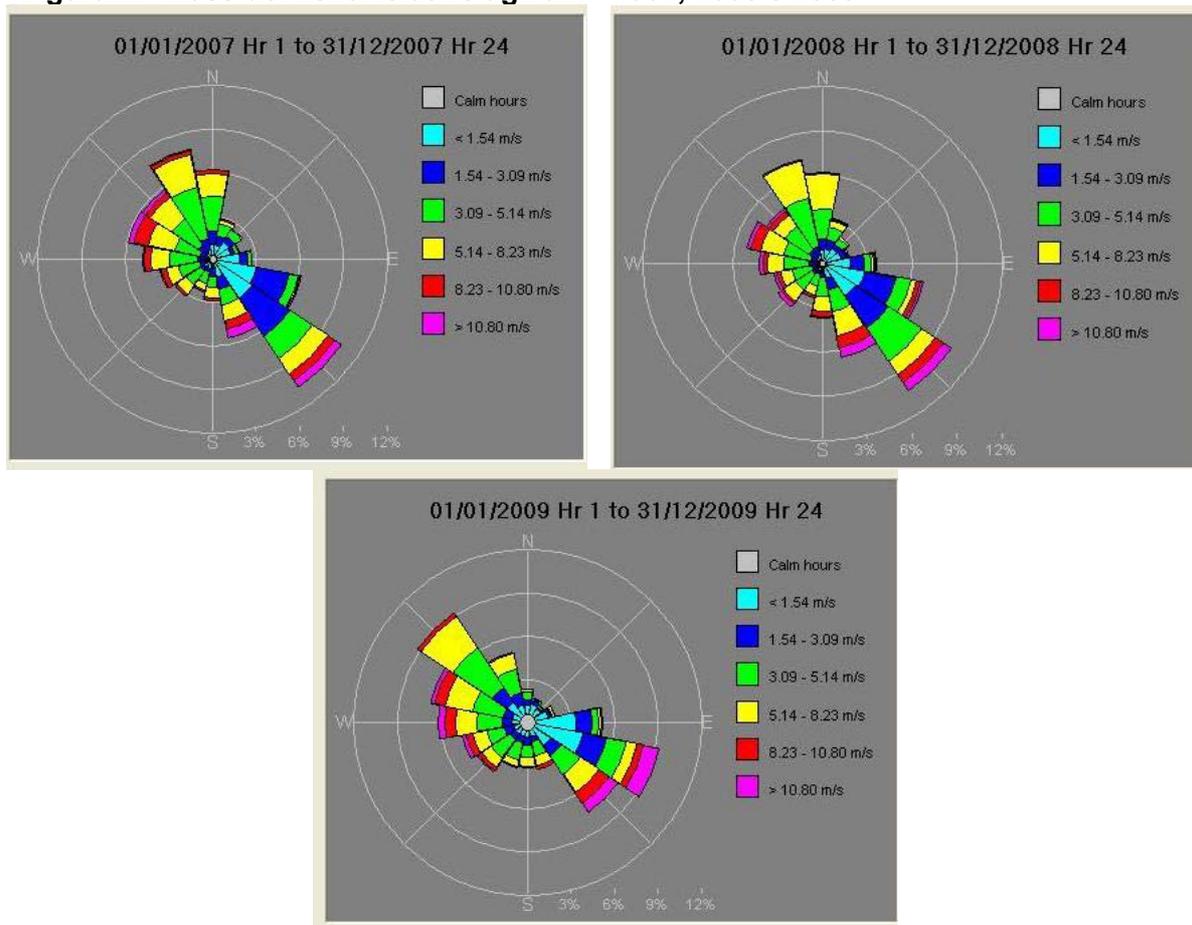


Per l'elaborazione del presente studio sono stati acquisiti i dati meteorologici registrati negli anni 2007, 2008 e 2009 dalla centralina. Il set completo dei dati meteorologici è stato fornito dalla US National Climatic Data Center, tramite la società di consulenza software Trinity Consultants. I dati utilizzati si riferiscono agli interi anni e sono basati su 8.760 dati/anno relativi ad ore singolarmente simulate. Qualitativamente, la copertura dei dati è superiore all'85%, considerando meno dell'1% di dati non definiti e la percentuale restante relativa alle calme orarie di velocità del vento (come mostrato nella seguente **Tabella 2**).

Anno	Copertura dei dati		Calme orarie di vento	
	Ore	%	Ore	%
2007	8248	94,2%	425	4,9%
2008	8303	94,8%	392	4,5%
2009	7607	86,8%	1086	12,4%

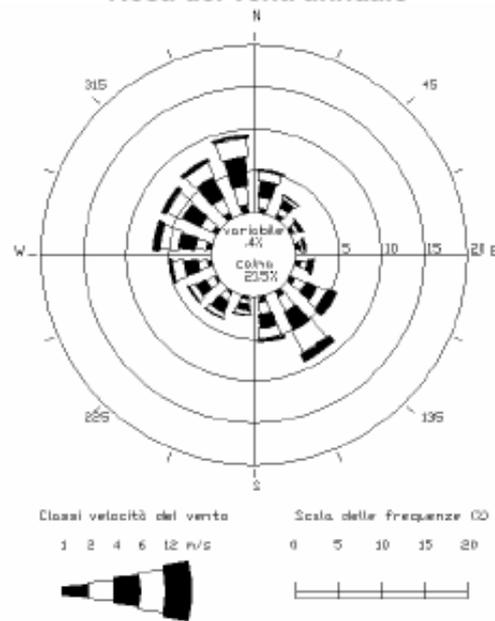
I dati raccolti hanno consentito l'elaborazione delle rose dei venti annuali riportate in **Figura 2**, dall'analisi delle quali si evince che i venti dominanti provengono dai quadranti sud orientale e nord occidentale. In particolare la direzione prevalente di provenienza del vento è stata per gli anni 2007 e 2008 quella Sud-Est (rispettivamente circa il 20% ed il 25% dei casi), mentre per il 2009 le direzioni prevalenti sono state la Est-SudEst (più del 20% dei casi) e la Nord-Ovest (meno del 20% dei casi). Per tutti e tre gli anni i casi di vento più intenso, con velocità superiore a 10,8 m/s, corrispondono ai settori sudorientale (SE ed ESE) ed occidentale (SW, W e NW). Tutte le rose dei venti esaminate mostrano una situazione di ventosità abbastanza elevata, con la maggioranza degli eventi con intensità superiore ai 3 m/s da tutte le direzioni. Le calme di vento e gli eventi con intensità inferiori ad 1,54 m/s si verificano prevalentemente dalla direzione Sud-Est ed Est-SudEst.

Figura 2: Rose dei venti relative agli anni 2007, 2008 e 2009



I dati appena presentati possono essere confrontati direttamente con la rosa dei venti annuale presentata nell'allegato D5 della precedente istanza AIA. In quell'occasione i dati si riferivano alla stessa centralina meteorologica, ma erano relativi alla serie storica 1962-1991. La rosa dei venti annuale riportata in **Figura 3** mostra che i venti prevalenti provenivano da SE (circa 20% dei casi) e dai settori nord-occidentali (circa 30% dei casi), con condizioni di calma di vento (< 1 m/s) registrate per poco più del 20% delle osservazioni. La ventosità del sito è stata ritenuta abbastanza elevata, essendo caratterizzata da eventi con intensità maggiore di 4 m/s, con punte superiori ai 12 m/s, che si sono verificate anche nelle altre direzioni, oltre a quelle prevalenti.

Figura 3: Rosa dei venti annuale media relativa alla serie storica 1962-1991



Il confronto diretto tra i dati presentati nella precedente istanza di AIA e quelli elaborati in questa sede mostra che il recente regime anemologico è coerente con quello “storico”, in quanto sono state confermate sia la direzione di provenienza prevalente che il carattere di elevata ventosità da tutte le direzioni che caratterizza l’area.

4 Modalità applicative del modello

Nel seguente capitolo sono descritti i dati di input impiegati per le simulazioni condotte in relazione allo scenario di riferimento e le modalità applicative del modello al caso specifico della Centrale di Trapani.

4.1 Descrizione degli scenari di emissione

L'Istanza di AIA di cui il presente allegato è parte è presentata da E.ON in considerazione delle modifiche impiantistiche descritte nell'allegato C6 (*Nuova relazione tecnica dei processi produttivi dell'impianto da autorizzare*) che saranno adottate presso la centrale e che, prevedendo anche la sostituzione dei bruciatori, comporteranno anche variazioni delle emissioni in atmosfera in termini sia di portata dei fumi che di concentrazione di inquinanti emessi.

Le simulazioni sono state eseguite considerando 3 diversi scenari emissivi:

- stato attuale, descrittivo dell'effettivo assetto impiantistico autorizzativo, alla piena capacità produttiva;
- stato futuro, descrittivo dell'assetto per il quale si richiede l'autorizzazione, tenendo conto di due possibili situazioni:
 - esercizio della Centrale costantemente alla piena potenza;
 - esercizio della Centrale costantemente al minimo tecnico.

Ovviamente, la centrale sarà operata ad un livello di potenza effettivo compreso tra il minimo tecnico e quello nominale. Le caratteristiche emissive di ciascuno scenario sono riportate nella seguente **Tabella 3**.

Tabella 3: Scenari emissivi considerati						
Scenario	Portata fumi tal quali (m ³ /h)	Velocità di uscita dei fumi (m/s)	Inquinanti			
			NOx		CO	
			Concentrazione (mg/Nm ³)	Flusso di massa (g/s)	Concentrazione (mg/Nm ³)	Flusso di massa (g/s)
Scenario ATTUALE	2.800.000	21,41	250	194,44	30	23,33
Scenario FUTURO	3.204.731	24,51	50	45,40	100	89,02
Scenario FUTURO <i>Minimo Tecnico</i>	2.423.643	18,54	50	34,33	100	67,32

Gli scenari di riferimento sono stati elaborati confermando alcune delle ipotesi che erano state utilizzate per la precedente applicazione modellistica, svolta nell'ambito dell'istanza AIA che ha condotto al vigente autorizzazione. In particolare le simulazioni realizzate nell'ambito della precedente istanza erano state realizzate considerando le seguenti ipotesi:

- funzionamento complessivo dei due gruppi turbogas per 3.927 ore annue (numero massimo complessivo di ore di funzionamento, raggiunto in periodo antecedente il 2003, e mai più raggiunto successivamente);
- funzionamento di ciascun gruppo solo nelle ore diurne;
- funzionamento prevalentemente non contemporaneo dei due gruppi, con massimo indice di contemporaneità per il 10% delle ore totali di funzionamento, scelte in modo casuale all'interno delle ore totali di funzionamento;
- emissioni pari a quelle effettive (anziché a quelle autorizzate);
- parziale conversione atmosferica degli ossidi di azoto a biossido, stimata sulla base di un modello di equilibrio chimico di tipo estremamente semplificato.

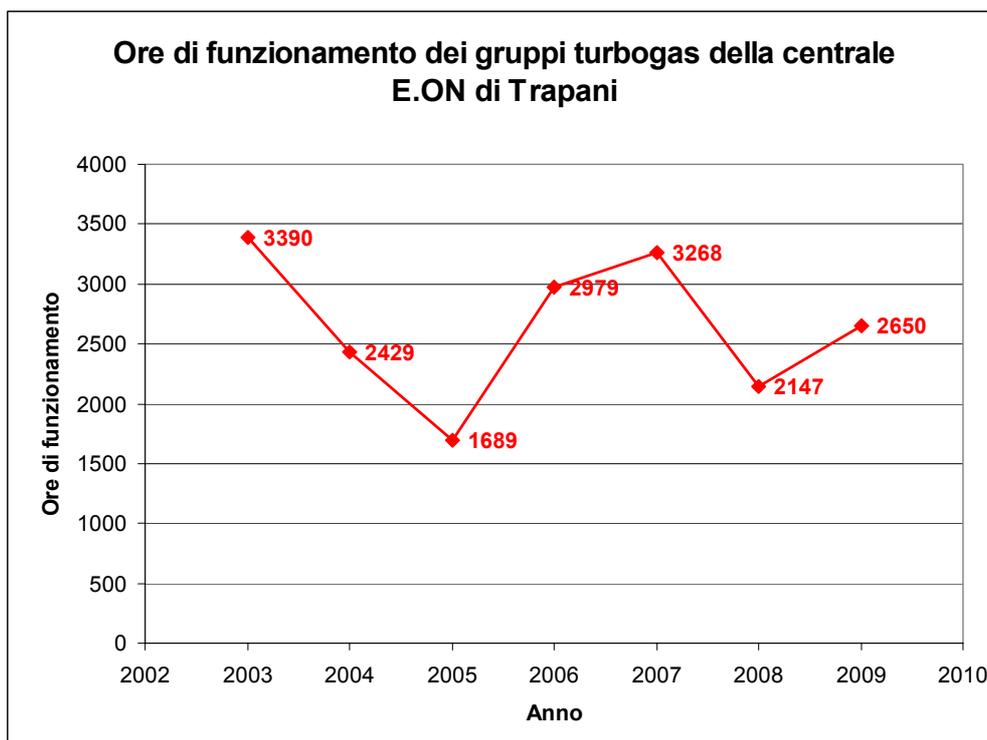
Per l'elaborazione delle simulazioni qui presentate sono state mantenute alcune delle ipotesi appena elencate e ne sono state formulate altre, anche dovute alle modalità applicative di AERMOD. In particolare le condizioni simulate sono le seguenti:

1. emissioni uguali a quelle massime autorizzate;
2. funzionamento complessivo di entrambi i gruppi turbogas per 3.927 ore annue;
3. funzionamento di ciascun gruppo solo nelle ore diurne, dalle 6:00 alle 18:00 di ogni giorno;
4. funzionamento non contemporaneo dei due gruppi;
5. conversione totale degli ossidi di azoto a biossido di azoto;
6. effetto di building down wash (influenza dovuta alla presenza di edifici nelle immediate vicinanze delle sorgenti di emissione).

Le ipotesi di cui ai punti 1, 4 e 5 introducono elementi di cautela assai più elevati di quelli utilizzati in passato, che compensano l'ipotesi 3, che introduce una possibile minore cautela nel solo calcolo delle concentrazioni massime orarie (non ha viceversa alcun effetto nel calcolo delle concentrazioni medie annue).

Il numero di ore di funzionamento, pari a 3.927, è ritenuto molto cautelativo e non superabile, anche in considerazione delle attuali caratteristiche tecniche della rete elettrica regionale. Nel seguente grafico sono mostrate le ore di funzionamento registrate negli ultimi sette anni di funzionamento della centrale (2003-2009), dai quali si conferma che i valori massimi, relativi agli anni 2003 e 2007, sono stati inferiori al massimo utilizzato nella trattazione.

Figura 4: Grafico delle ore di funzionamento della centrale E.ON di Trapani



Occorre precisare che nel calcolo del valore di concentrazione massimo orario al suolo, il numero di ore di funzionamento è stato comunque assunto pari al totale delle ore diurne. La massima concentrazione oraria al suolo non dipende infatti dal numero di ore di funzionamento.

Per garantire un adeguato livello di cautelatività, le simulazioni per lo scenario futuro alla capacità produttiva sono state eseguite sull'intero data-set di dati meteorologici acquisiti, che comprende gli anni 2007, 2008 e 2009. Una volta determinato l'anno meteorologico che causa gli impatti peggiori, con esso sono state elaborate le simulazioni relative allo scenario attuale ed allo scenario futuro nella fase di minimo tecnico. In particolare le ricadute massime nello scenario futuro alla capacità produttiva si sono verificate nelle simulazioni relative all'anno 2009.

4.2 Descrizione geometrica delle sorgenti e valutazione dell'effetto building down-wash

In tutti gli scenari emissivi le simulazioni sono state realizzate considerando il contributo dei gruppi turbogas presenti presso la centrale. Le coordinate e le caratteristiche geometriche di altezza e diametro equivalente dei due camini dai quali provengono le emissioni, sono riportate nella **Tabella 4**.

Tabella 4: Caratteristiche delle sorgenti di emissione				
Punto di emissione	Coordinate UTM		Altezza camino (m)	Diametro equivalente camino (m)
	E (m)	N (m)		
E2A	288.009,95	4.194.925,32	19,2	6,8
E2B	288.029,49	4.194.891,48	19,2	6,8

Si ricorda che la dispersione degli inquinanti dai camini industriali può essere influenzata dalla presenza di ostacoli (edifici o rilievi orografici) posti nelle vicinanze del punto di emissione. Il fenomeno, noto con il nome di “effetto edificio” oppure “*building downwash*”, è rilevante in quanto è possibile che il pennacchio dei fumi emessi dal generico camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

Nell'applicazione in esame, considerate l'elevata altezza dei camini (pari a 19,2 metri), è stato considerato effetto *building down wash* dovuto alla presenza dei due edifici sala macchine, entrambi di altezza pari a 14 m e lunghezza e larghezza rispettivamente pari a 29 e 13 m.

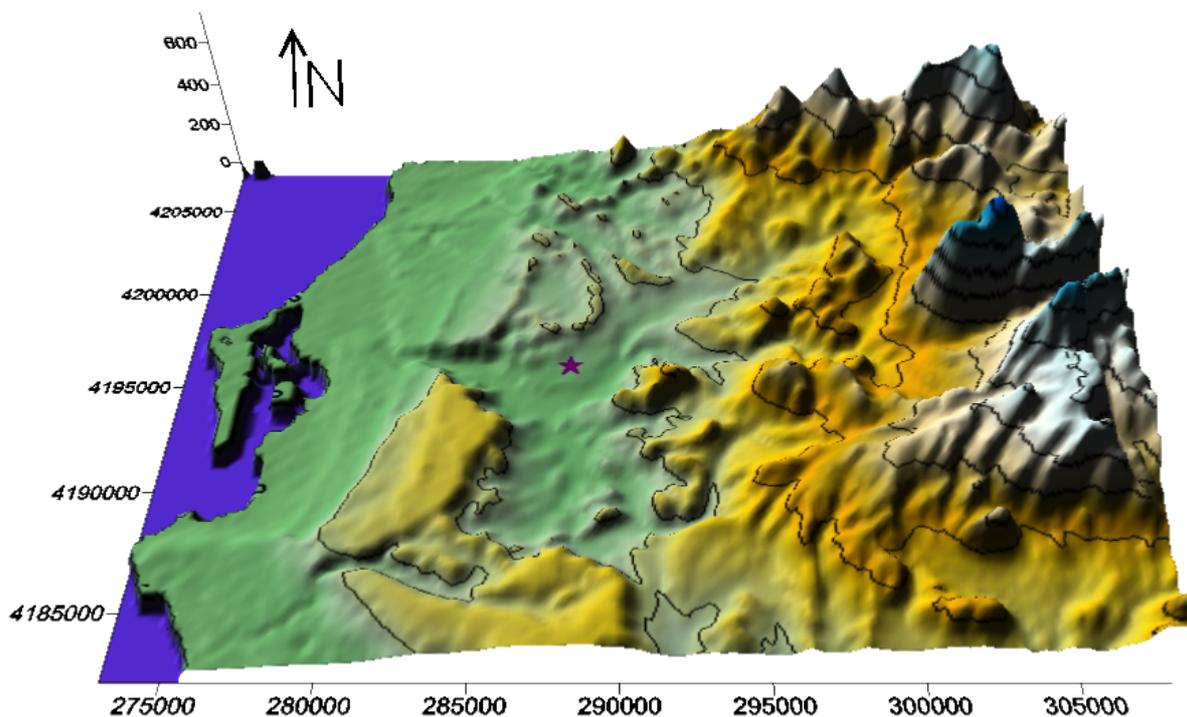
Per simulare l'effetto di *building downwash* sulle emissioni della Centrale, il modello AERMOD consente di utilizzare l'applicativo *BPIP building downwash*, specificatamente elaborato a tale fine e facente parte dell'interfaccia grafica Breeze di AERMOD. Tale strumento calcola in automatico i parametri caratteristici dell'effetto downwash e consente, quindi, di simulare la presenza degli edifici circostanti alle sorgenti di emissioni considerate.

4.3 Dominio di calcolo e morfologia del terreno

Il modello AERMOD richiede i dati di elevazione del terreno in un grigliato che contiene al suo interno il dominio di calcolo. Tali dati vengono processati da AERMAP al fine di calcolare le elevazioni del terreno presso le sorgenti, i recettori e tutti gli altri punti definiti in AERMOD nel dominio.

Per il caso in esame è stato utilizzato lo stesso dominio di calcolo presentato nella precedente Istanza AIA, di forma rettangolare con estensione 35 x 25 km, orientato a Nord ed opportunamente decentrato rispetto all'ubicazione della centrale. Le quote sono state ricostruite ed elaborate a partire da un modello digitale del terreno a scala nominale di acquisizione pari a 1:25.000. La **Figura 5** illustra il dominio di calcolo utilizzato nella modellazione.

Figura 5: Dominio di calcolo impiegato nella modellazione (la stella color viola identifica la posizione della centrale E.ON)



4.4 Recettori considerati

Le simulazioni sono state condotte considerando come recettore una griglia regolare di estensione pari all'intero dominio (35 km x 25 km) e con interasse sia orizzontale che verticale pari a 200 metri. I punti di calcolo corrispondenti sono stati quindi 22.176.

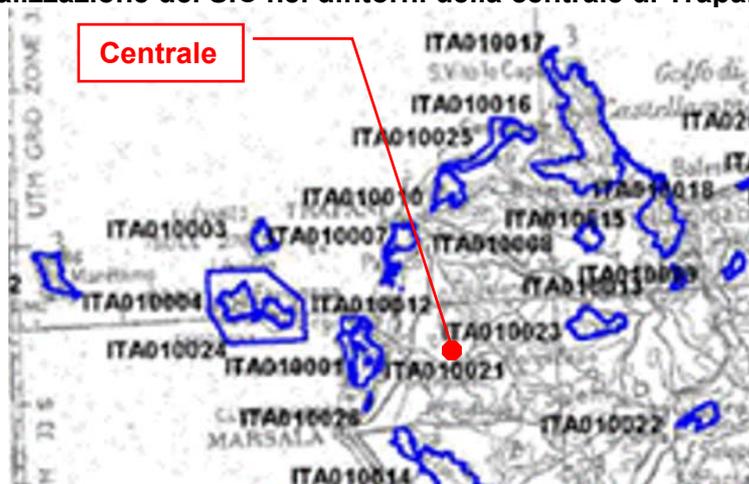
Poiché nell'immediato intorno della centrale non sono presenti nuclei abitati di dimensioni rilevanti e poiché nel territorio di Trapani non sono installate centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, nelle simulazioni condotte non è stata considerata la presenza aggiuntiva di recettori puntuali, ad eccezione delle considerazioni che verranno presentate in merito agli eventuali impatti sulle aree SIC (Siti di Importanza Comunitaria) presenti nel dominio di calcolo.

In particolare nell'area oggetto della trattazione sono presenti i seguenti SIC:

- ITA010021: *Saline di Trapani e Paceco* e ITA010026: *Fondali dell'isola dello Stagnone di Marsala*, a circa 8,5 km dalla centrale;
- ITA010023: *Montagna grande di Salemi*, a circa 13 km dalla centrale.

Il dominio di calcolo comprende anche la porzione settentrionale del SIC ITA01014 *Sciare di Marsala*.

Figura 6: Localizzazione dei SIC nei dintorni della centrale di Trapani



Per i siti limitrofi allo stabilimento produttivo è stato operato un confronto diretto tra le concentrazioni al suolo stimate tramite il modello di dispersione atmosferica ed i limiti specifici stabiliti dalla normativa vigente per la protezione degli ecosistemi.

4.5 Stato di riferimento per la qualità dell'aria

Come accennato nel paragrafo precedente, nei dintorni della centrale di Trapani non sono presenti stazioni fisse di misura della qualità dell'aria. Gli unici dati attualmente disponibili riguardano i monitoraggi eseguiti dalla Provincia Regionale di Trapani, tramite un laboratorio mobile, nei comuni di Mazara del Vallo, Alcamo, Trapani, Marsala e Castelvetro, discussi e commentati nell'Allegato D6 contenuto nella precedente Istanza.

Poiché allo stato attuale la Provincia di Trapani non ha fornito ulteriori dati o informazioni riguardo lo stato di qualità dell'aria nel proprio territorio, i dati già presentati risultano attuali, pertanto si rimanda ad essi per le informazioni a riguardo nel sito di interesse, evidenziando che la loro analisi ha mostrato che non sussistono criticità nel territorio esaminato, ad eccezione del traffico veicolare nei maggiori centri urbani, non interessati in modo significativo dalle ricadute della centrale. I centri più vicini sono Marsala e Trapani, distanti circa 16 km dalla centrale.

5 Valutazione delle emissioni in atmosfera e confronto con gli standard di qualità dell'aria

In questo capitolo sono presentati i risultati delle simulazioni eseguite per l'assetto impiantistico per il quale si richiede l'autorizzazione.

Gli inquinanti considerati sono gli unici emessi in modo significativo dall'impianto di centrale e normati dagli strumenti legislativi vigenti, ovvero gli ossidi di azoto ed il monossido di carbonio. In questa sede è stato cautelativamente assunto che tutti gli ossidi di azoto (NO_x) emessi siano convertiti in atmosfera a biossido di azoto (NO₂).

Per gli ossidi di azoto sono state stimate sia le concentrazioni *long term*, ossia medie annue, e le concentrazioni *short term*, ossia massime orarie e la loro elaborazione statistica espressa in percentile; in particolare è stato calcolato il 99,8° percentile della concentrazione media oraria di NO₂, corrispondente al valore da non superare più di 18 volte all'anno, come previsto dal D.M. 60/02.

Per il monossido di carbonio sono state stimate le concentrazioni *short term* medie massime giornaliere nelle 8 ore e sono state confrontate con il valore limite per la protezione della salute umana previsto dal D.M. 60/02.

Nei paragrafi seguenti sono riportati i risultati ottenuti per ciascuna simulazione e per ciascuno scenario di riferimento. Per maggiore chiarezza, nelle tabelle riepilogative sono riportati anche i valori limite normativi.

5.1 Concentrazioni massime orarie

Nella seguente **Tabella 5** sono riportati i valori 99,8 percentili delle concentrazioni massime orarie di biossido di azoto stimate dal modello nell'intero dominio di calcolo.

Tabella 5: 99,8 percentile della concentrazione massima oraria di biossido di azoto (µg/m³)	
Scenario	Concentrazione (µg/m³)
Scenario Attuale	158,03
Scenario Futuro	28,70
Limite normativo di riferimento	200

Le simulazioni effettuate mostrano che, nell'area di rilevamento, per nessuno degli scenari simulati si verificano particolari criticità. Dal confronto con i valori limite normativi emerge che le concentrazioni stimate di NO₂ sono sempre inferiori ai limiti applicabili; per lo scenario futuro addirittura di un ordine di grandezza.

L'analisi dei valori riportati evidenzia il netto miglioramento che deriverà dalla nuova configurazione impiantistica, che comporterà una riduzione delle concentrazioni massime (riferite agli scenari di tabella) pari a circa l'80%.

A livello informativo, è forse utile precisare che:

- in futuro, se entrambi i gruppi di centrale funzionassero contemporaneamente a piena potenza per tutto il periodo diurno, il massimo valore del 99,8 percentile sarebbe comunque limitato a 57,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- se un singolo gruppo funzionasse costantemente al minimo tecnico, il massimo valore del 99,8 percentile sarebbe comunque limitato a 35,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore massimo puntuale sarebbe più elevato di quello che si verifica in caso di funzionamento costante a piena potenza, ma la distribuzione delle ricadute al suolo sarebbe complessivamente assai più limitata.

Entrambe le ipotesi di cui al punto precedente sono poco credibili, e qui riportate solo a titolo di completezza. Possono tuttavia farsi le seguenti considerazioni:

- nelle ore di morbida nelle richieste di rete, comprese tra le richieste di punta del mattino e pomeridiane, le macchine potrebbero funzionare per un numero limitato di ore a carichi costanti abbastanza prossimi al minimo tecnico;
- la modalità operativa precedentemente descritta riduce il numero degli avviamenti, che tipicamente non sarà superiore ad uno al giorno;
- il transitorio di avvio, nel caso della Centrale di Trapani e delle turbogas in genere, ha una durata molto breve, pari a circa 20 minuti; una durata assai ridotta se comparata a quella dei transitori dei cicli combinati. Ciò riduce nettamente la rilevanza del transitorio nella stima delle emissioni totali, nonostante il più elevato numero di avviamenti;
- il transitorio è caratterizzato da emissioni (g/s) inferiori a quelle massime corrispondenti alla piena potenza, ad eccezione di un breve periodo, e da concentrazioni superiori a quelle nominali. Successivamente, per un periodo variabile dipendente dalla velocità di incremento del carico, le emissioni tendono ad aumentare (linearmente con il carico) mentre le concentrazioni al punto di emissione si portano al valore nominale. Entro i primi 35 minuti la macchina è già alla piena potenza. Non si ritiene dunque che le ricadute medie orarie, nell'ora in cui avviene il transitorio, si possano discostare in modo significativo da quelle calcolate ipotizzando un esercizio continuo al minimo tecnico.

5.2 Concentrazioni medie annuali

Nella seguente **Tabella 6** sono riportate le concentrazioni medie annue di biossido di azoto stimate dal modello nell'intero dominio di calcolo.

Tabella 6: concentrazioni medie annue di biossido di azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Scenario	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Scenario Attuale	3,58
Scenario Futuro	0,67
Limite normativo di riferimento	40

Come verificato per le concentrazioni massime orarie, anche per le medie annuali le simulazioni eseguite mostrano il rispetto dei limiti normativi, con valori per lo *scenario futuro* inferiori di due ordini di grandezza rispetto al valore limite normativo stabilito per la protezione della salute umana. Inoltre anche per questo scenario si conferma il forte miglioramento generato dal nuovo assetto produttivo, con concentrazioni relative allo *scenario futuro* pari a circa il 20% di quelle dello *scenario attuale*.

Anche in questo caso, per completezza di informazione, si precisa che in caso di funzionamento contemporaneo di entrambi i gruppi per tutte le ore diurne, la concentrazione massima al suolo sarebbe pari a $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.3 Concentrazioni medie nelle 8 ore

Nella seguente **Tabella 7** sono riportate le concentrazioni medie massime su 8 ore di monossido di carbonio stimate dal modello nell'intero dominio di calcolo.

Tabella 6: concentrazioni medie massime su 8 ore di monossido di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Scenario	Concentrazione (mg/m^3)
Scenario Attuale	0,0331
Scenario Futuro	0,1071
Limite normativo di riferimento	10

Come mostrato nelle precedenti simulazioni, anche per le concentrazioni medie massime su 8 ore si evidenzia l'ampio rispetto dei limiti normativi, con valori per lo *scenario futuro* inferiori di due ordini di grandezza rispetto al valore limite normativo stabilito per la protezione della salute umana.

5.4 Distribuzione delle concentrazioni al suolo

Nelle **Figure 01_FT** e **02_FT** sono presentate le mappe di concentrazione al suolo relative rispettivamente al 99,8 percentile della concentrazione massima oraria del biossido di azoto e alla concentrazione media annua di biossido di azoto nella situazione futura.

In entrambe le figure i valori massimi si verificano nelle immediate vicinanze della centrale, a valle di essa rispetto alla direzione di provenienza del vento (Sud-Est); tale situazione è imputabile alla presenza degli edifici sala macchine adiacenti ai camini. Infatti, come spiegato al **paragrafo 4.2**, la presenza di ostacoli di dimensioni paragonabili a quelle della sorgente emissiva, genera il cosiddetto effetto *building down wash*, ovvero genera delle turbolenze nei flussi di aria che incrementano la ricaduta di inquinanti nelle vicinanze degli edifici stessi.

I valori immediatamente inferiori rispetto ai massimi si verificano a Nord-Ovest della centrale ed in corrispondenza dei rilievi collinari ad est, in zone scarsamente abitate.

Per quanto riguarda la presenza dei Siti di Importanza Comunitaria identificati nel precedente **paragrafo 4.4**, i valori di concentrazione media annuale stimati dal codice di dispersione sono stati confrontati con il valore limite normativo stabilito per la protezione degli ecosistemi ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nelle aree SIC sono state stimate concentrazioni medie annue dell'ordine di $0,1-0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pertanto ampiamente inferiori rispetto al limite.

6 Conclusioni

Le simulazioni condotte permettono di concludere che:

- gli interventi in progetto consentono un sostanziale miglioramento delle future concentrazioni di ossidi di azoto, che si attesteranno attorno a valori massimi inferiori al 15% del valore limite di qualità dell'aria definito per le concentrazioni orarie ed inferiori al 2% del valore limite di qualità dell'aria definito per le concentrazioni medie annue;
- gli interventi determinano un peggioramento delle future concentrazioni di monossido di carbonio, il cui massimo, pari a circa l'1% del valore limite di qualità dell'aria definito su 8 ore, rimane tuttavia del tutto trascurabile.

Considerando la trascurabile concentrazione futura del CO rispetto al vigente limite di qualità dell'aria, i vantaggi derivanti dalla significativa riduzione della concentrazioni degli ossidi di azoto sono considerati ampiamente prevalenti rispetto al peggioramento inerente il CO stesso.

I valori massimi di ricaduta si manifestano nelle immediate adiacenze della centrale, in aree dove non sono presenti nuclei residenziali o industriali e dove pertanto non si prevede la presenza fissa di recettori umani. In tali aree le concentrazioni medie annue di NOx sono ampiamente inferiori ai 30 µg/m³, e può escludersi che le emissioni di Centrale possano danneggiare le colture agricole.

Il confronto delle concentrazioni al suolo stimate con i valori limite stabiliti per la protezione della vegetazione ha garantito un ampio margine di rispetto anche nelle aree SIC ricadenti all'interno del dominio di calcolo.

Figure Fuori Testa