

Allegato D. 6

Identificazione e Quantificazione degli Effetti delle Emissioni in Aria e Confronto con gli Standard di Qualità dell'Aria

PREMESSA

Il presente allegato riporta e commenta i risultati delle simulazioni condotte per valutare gli effetti delle emissioni in atmosfera della *Centrale Termoelettrica* di Simeri Crichi (CZ) sulla qualità dell'aria locale, per gli assetti per i quali la *Società Edison Spa* richiede l'autorizzazione.

Le valutazioni sono state condotte simulando, in particolare, le condizioni più gravose tecnicamente possibili, in termini di ore di funzionamento e di carico emissivo dei singoli gruppi.

Ciò premesso, le simulazioni hanno evidenziato, per entrambi gli assetti impiantistici oggetto di richiesta di autorizzazione, il rispetto delle soglie fissate dalla normativa nazionale sulla qualità dell'aria.

Per l'analisi dello stato della qualità dell'aria presente nell'area circostante la Centrale di Simeri Crichi sono stati utilizzati i dati disponibili relativi all'anno 2006-2007.

Lo studio è stato realizzato sulla base dell'analisi delle concentrazioni dei diversi inquinanti considerati, rilevati dalle due centraline di monitoraggio di qualità dell'aria. Edison ha stipulato una convenzione con ARPA Calabria per la gestione delle centraline; attualmente la manutenzione sono ancora gestite da *Edison Spa* con la supervisione da parte di ARPACAL.

I dati vengono trasmessi e validati direttamente dalle centraline all'ARPA Dipartimento Provinciale di Catanzaro, è in corso il passaggio della gestione ad ARPA.

Nel seguito si riporta una sintetica presentazione della normativa nazionale vigente in materia di qualità dell'aria per l' NO_x , NO_2 e CO.

1.1 *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 tra cui il PM_{10} (frazione delle particelle sospese inalabile).

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, e il biossido di azoto, e la *Direttiva 2000/69/CE* relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per 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

monossido di carbonio, ma l'entrata in vigore dei nuovi limiti avverrà gradualmente per completarsi nel gennaio 2010.

Il *D.M. 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 D.M. 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, Materiale Particolato (PM₁₀) 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 *Decreto Ministeriale n°60 del 02/04/2002* stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido Azoto, PM 10 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 la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto la 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.

Si precisa che il *D.Lgs 152 del 2006* non modifica quanto stabilito dai suddetti decreti in materia di qualità dell'aria.

Vengono riportati nelle successive tabelle i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria; i valori limite sono espressi in µg/m³ (ad eccezione del Monossido di Carbonio espresso come mg/m³) e il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 °K e ad una pressione di 101,3 kPa.

Tabella 1.1a Valori limite e 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
Soglia di Allarme	Tre ore consecutive	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	nessuno	

Tabella 1.1b 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

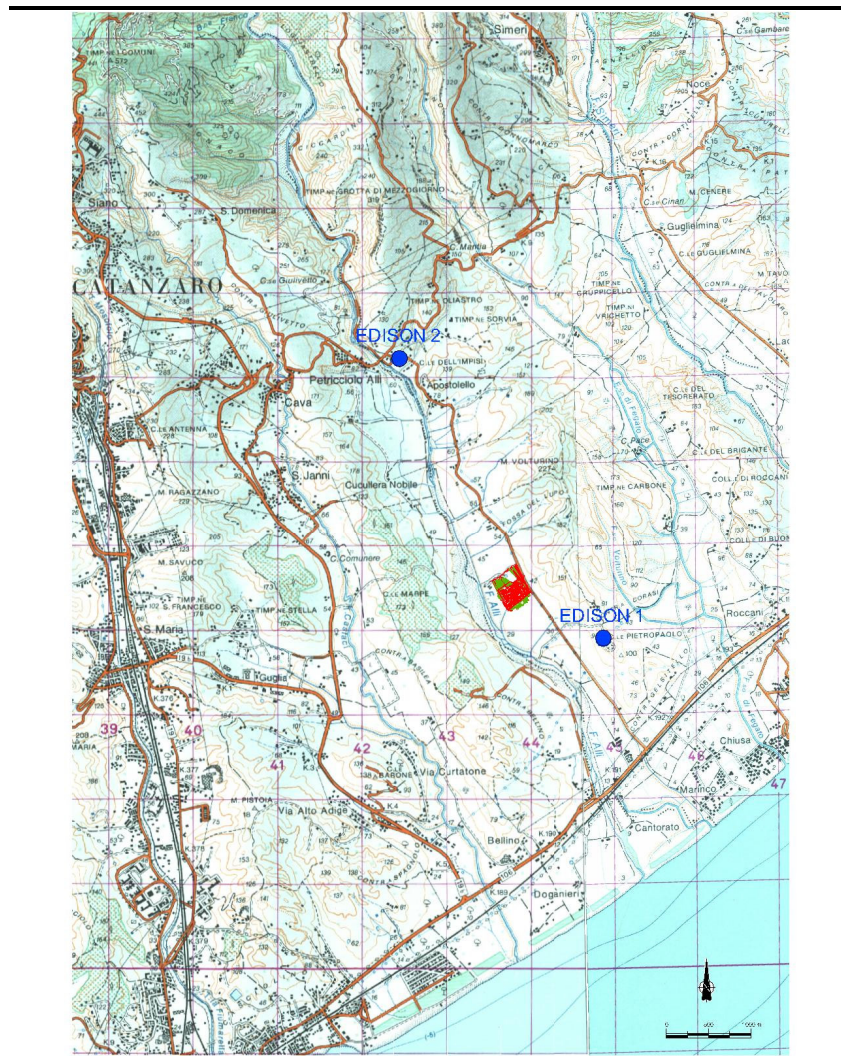
1.2

RETE DI MONITORAGGIO INQUINANTI IN ATMOSFERA

Al fine di caratterizzare lo stato di qualità dell'aria nell'area oggetto del presente studio, sono stati utilizzati i dati registrati dalle centraline installate da *Edison* a fine 2005. Per singolo inquinante è stato quindi effettuato un confronto con i limiti previsti dalla normativa vigente. La serie di dati copre il periodo 2006 – 2007.

Per gli inquinanti analizzati sono stati utilizzati i dati monitorati dalle centraline denominate "*Edison 1*", posizionata in località Pietropaolo in prossimità della vasca di accumulo del Consorzio di Bonifica, e *Edison 2*, posizionata in località Apostolello (a circa 20 m dalla strada provinciale per Simeri Crichi, esattamente in corrispondenza del palo Enel di Media Tensione). La *Figura 1.2a* mostra l'ubicazione delle centraline rispetto la *Centrale*.

Figura 1.2a Localizzazione delle Stazioni di Monitoraggio



Nella successiva *Tabella 1.2a* sono riportati gli inquinanti monitorati dalle due centraline.

Tabella 1.2a Inquinanti Monitorati dalle Stazioni di Monitoraggio di Firmo e Saracena.

Centralina	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	O ₃	CO	NMHC
Edison 1	X	X	X	X	X	X
Edison 2	X	X	X	X	X	X

In *Tabella 1.2b* sono riportati i rendimenti strumentali di entrambe le centraline sopra descritte per gli inquinanti considerati.

Tabella 1.2b Rendimento Strumentale Percentuale delle Centraline Edison 1 ed Edison 2

Centralina	2006			2007		
	NO ₂	NO _x	CO	NO ₂	NO _x	CO
Edison 1	90,2	90,7	74,8*	89,2*	92,5	95,1
Edison 2	87,8*	95,4	95,5	83,2*	92,3	92,3

* Non è stato raggiunto il rendimento strumentale minimo del 90% previsto dal D.M. 60/2002

Il sensore del biossido di azoto non ha raggiunto il valore minimo di rendimento del 90% previsto dal *D.M. 60/2002* nella centralina *Edison 2* nel 2006 ed in entrambe le centraline nel 2007. Per NO_x il rendimento minimo è stato raggiunto in entrambe le centraline sia per il 2006 che per il 2007. Il sensore del CO non ha raggiunto gli standard minimi di qualità alla centralina *Edison 1* nel 2006.

1.3 STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA

Di seguito vengono presentate le elaborazioni effettuate sulla base dei dati disponibili per le centraline *Edison 1* e *Edison 2*.

Ossidi di Azoto

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.

Nella successiva *Tabella 1.3a* sono presentati i valori di medie annue registrati dalle due centraline, per il periodo 2006 – 2007.

Tabella 1.3a *NO₂ - Concentrazioni Medie Annue Rilevate alle Centraline*

Centralina	Concentrazione Media Anno ⁽¹⁾	
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	2006	2007
Edison 1	7,09	7,36
Edison 2	5,89	5,82

Note: Rif: *D.M. 60/02*.

⁽¹⁾ Limite annuale per la protezione della salute umana: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2010) - tempo di mediazione anno civile.

Non si registrano concentrazioni medie annue superiori al limite di legge pari al $40 \text{ mg}/\text{m}^3$ per ambedue le centraline.

A completamento dell'analisi, nella successiva *Tabella 1.3b* viene presentato un riepilogo del numero di superi dei limiti previsti dalla normativa e il valore del 99,8° percentile delle concentrazioni di biossido d'azoto (valore di protezione della salute umana calcolato come media oraria: 200 µg/m³ da non superarsi per più di 18 volte).

Tabella 1.3b *NO₂ – Superi della Concentrazione Limite Oraria di 200 µg/m³ e 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie*

Centralina	Superi ⁽¹⁾		99,8° Percentile [µg/m ³]	
	2006	2007	2006	2007
Edison 1	0	0	36,7	113,4
Edison 2	0	0	42,1	33,3

Note: Rif: D.M. 60/02.
⁽¹⁾ N° superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 200 µg/m³ (2010), come NO₂ da non superare per più di 18 volte nell'anno civile- tempo di mediazione 1 ora. Rappresenta il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.

Per ambedue le centraline non si sono registrati superi nei due anni considerati.

Monossido di Carbonio

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico; viene emesso da fonti naturali ed antropiche (tra queste, a livello globale, il 90% deriva dal traffico veicolare).

E' un inquinante primario ad alto gradiente spaziale, ossia la sua concentrazione varia rapidamente nello spazio e di conseguenza si rileva una forte riduzione dell'inquinante anche a breve distanza dalla fonte di emissione.

L'origine antropica del monossido di carbonio è fortemente legata alla combustione incompleta per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno) degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili: per tale ragione le emissioni di CO sono maggiori in un veicolo con motore al minimo o in fase di decelerazione, diminuiscono alla velocità media di 60-110 Km/h, per poi aumentare nuovamente alle alte velocità.

Già da diversi anni il monossido di carbonio non è più un inquinante critico poiché le sue concentrazioni in aria ambiente sono molto basse. Esso comunque continua ad essere rilevato in modo sistematico.

Il valore limite previsto dal *D.M. 60/2002* per la protezione della salute umana è pari a 10 mg/m³ inteso come massima giornaliera delle medie mobili di 8 ore.

Nella successiva *Tabella 1.3c* si riportano i valori massimi di tale parametro riscontrati negli anni 2006-2007 nelle centraline considerate.

Tabella 1.3c *Massima Giornaliera delle Medie Mobili di 8 ore di CO [mg/m³],*

Centralina	Max Concentrazione Media Mobile sulle 8 Ore ⁽¹⁾ [mg/m ³]	
	2006	2007
Edison 1	0,8	4,3
Edison 2	3,1	3,1

Note: Rif: D.M. 60/02.
⁽¹⁾ Limite previsto dal D.M. 60/2002: 10 mg/m³

Tutti i valori riscontrati sono ampiamente al disotto del limite di 10 mg/m³ previsto dal D.M. 60/2002 per la protezione della salute umana inteso come massima giornaliera delle medie mobili sulle 8 ore.

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati ottenuti dallo studio di dispersione degli inquinanti (NO_x e CO) in atmosfera emessi dalla *Centrale Edison* di Simeri Crichi.

Le simulazioni sono state eseguite utilizzando il sistema di modelli CALMET-CALPUFF; per una descrizione dettagliata degli input geomorfologici e meteorologici utilizzati e delle caratteristiche tecniche del codice di calcolo adottato si rimanda a quanto riportato all'*Allegato D5*.

I risultati sono presentati prendendo in considerazione tutti i limiti di legge per gli inquinanti considerati che, nella fattispecie, sono tutti stabiliti dal *D.M. 60/2002*.

Tali limiti fanno riferimento sia a condizioni di esposizione cronica, fissando concentrazioni medie annue massime, sia acuta, prevedendo concentrazioni medie orarie massime da non superare per un numero definito di episodi (percentili delle concentrazioni medie orarie).

2.1

SCENARIO EMISSIVO

La *Centrale* di Simeri è costituita da due gruppi turbogas accoppiati con una turbina a vapore, ognuna delle quali è dotata di un camino a valle del generatore di vapore a recupero (GVR).

Le due sorgenti emissive "puntuali" della *Centrale* simulate sono quindi:

- TG1 – Turbogas 1;
- TG2 – Turbogas 2.

Scenario alla massima capacità produttiva

Nello studio è stato simulato lo scenario emissivo rappresentativo dell'impianto alla massima capacità produttiva.

La concentrazione nei fumi di NO_x e CO è stata rispettivamente considerata pari a 40 mg/Nm³ e 30 mg/Nm³ (fumi anidri a 15% di O₂) per tutte le 8160 ore di esercizio annuo, previsto come funzionamento massimo della *Centrale*.

Delle 600 ore di fermata programmata per i due gruppi, 576 sono state collocate a cavallo dei mesi di aprile e maggio e 24 in corrispondenza del 16/12/2007, giorno per il quale non si disponeva di alcuna dato di input meteorologico.

In *Tabella 2.1a* sono indicati ubicazione e caratteristiche delle sorgenti emissive simulate.

Tabella 2.1a Scenario Massima Capacità - Ubicazione e Caratteristiche Emissive delle Sorgenti TG1 e TG2

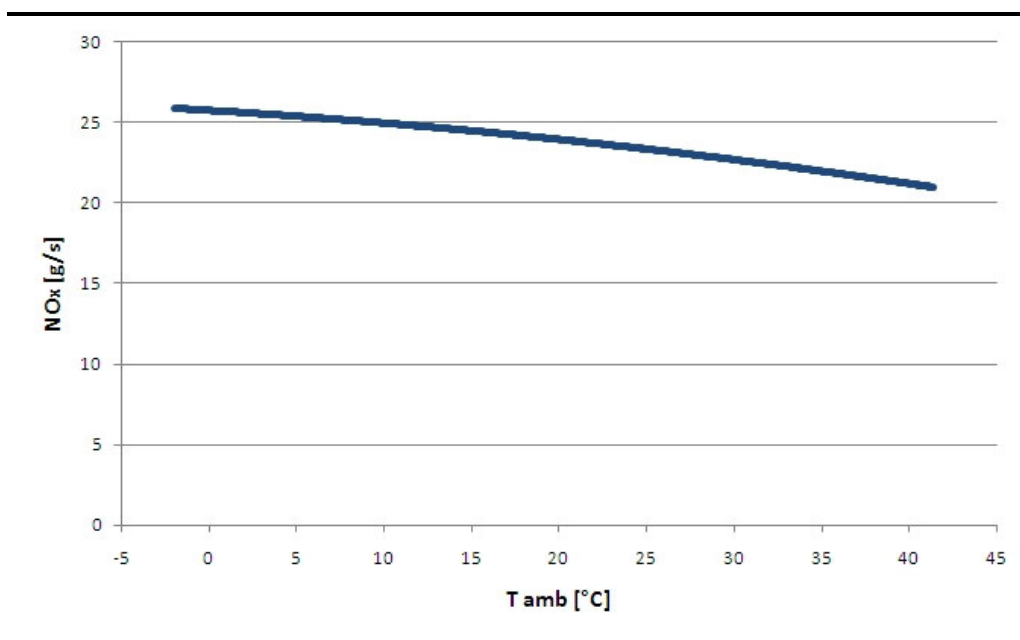
Sorgente	X UTM 33N [m]	Y UTM 33N [m]	Totale ore di funzionamento [h]	Altezza [m]	Diametro [m]	Velocità [m/s]	Temperatura [°C]
TG1	643670	4304229	8160	50	6,4	~21	~ 89
TG2	643654	4304247	8160	50	6,4	~21	~ 89

Al fine di non sottostimare in alcuna situazione di esercizio le emissioni massive della *Centrale*, determinate sia dalla concentrazione di inquinanti che dalla portata volumetrica dei fumi in uscita dai camini, quest'ultima è stata calcolata su base oraria in funzione delle caratteristiche tecniche delle turbine qui installate e della temperatura ambiente registrata presso il sito di *Centrale* (stazione di monitoraggio meteorologico *Edison 1*).

Operando in tal maniera si è quindi evitato di sottostimare le emissioni della *Centrale* nel periodo invernale, durante il quale la portata volumetrica dei fumi di combustione risulta maggiore, anche del 10%, rispetto ai periodi dell'anno caratterizzati da temperature maggiori.

A titolo esemplificativo di seguito in *Figura 2.1a* si riporta la curva, che interpolando i valori di portata massiva di NO_x (espressi in g/s) del TG1, in funzione della temperatura ambiente, mostra la variazione del carico inquinante al variare della temperatura registrata nel sito.

Figura 2.1a Scenario Massima Capacità - Rateo Emissivo di NO_x del TG1 in Funzione della Temperatura Ambiente



Effetto Edificio Indotto dalle Strutture dell'Impianto

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 camino venga richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

Se il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio vengono inseriti nel modello dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione e innalzamento del pennacchio.

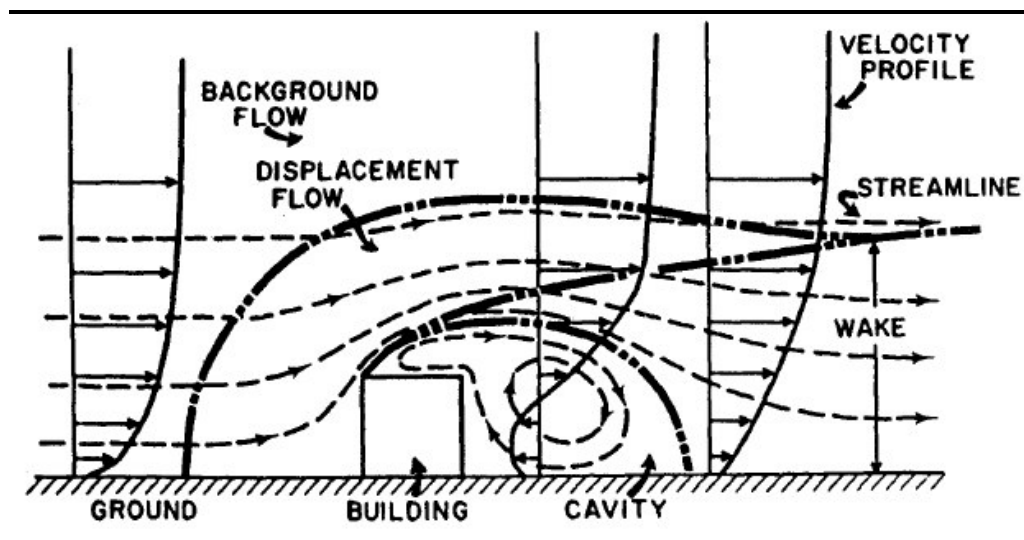
I risultati di molti esperimenti in galleria del vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici.

Se, per semplicità, si considera un edificio a forma di parallelepipedo, una visione complessiva di quello che si verifica è riassunta nella *Figura 2.1b*. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento circa logaritmico con la quota.

L'orientamento dell'edificio sia tale per cui due facce del parallelepipedo siano perpendicolari al vento medio, una sopravvento e l'altra sottovento. Quello che si viene a creare è (Hanna e al., 1982):

- una *zona di stagnazione* in corrispondenza della faccia sopravvento dell'edificio che si estende dal suolo a circa 2/3 dell'altezza dell'edificio stesso;
- una *zona di ricircolazione* posta sulla sommità del parallelepipedo ed in corrispondenza delle facce laterali parallele alla direzione del vento;
- una zona immediatamente a valle della faccia sottovento che rappresenta una *cavità turbolenta* causata dalla scia dell'edificio dove si instaura una circolazione vorticoso in media stagnate;
- una *zona di scia turbolenta* dove sono localizzate le principali perturbazioni al flusso che però comincia a sottrarsi alla cavità e ricomincia a disporre sempre più in una situazione simile a quella imperturbata.

Figura 2.1b *Perturbazione del Flusso delle Masse d'Aria in Presenza di un Edificio (Fonte, APAT)*



Scopo della seguente analisi è di verificare se sussistono le condizioni per implementare l'opzione "building downwash" nell'esecuzione del codice di calcolo.

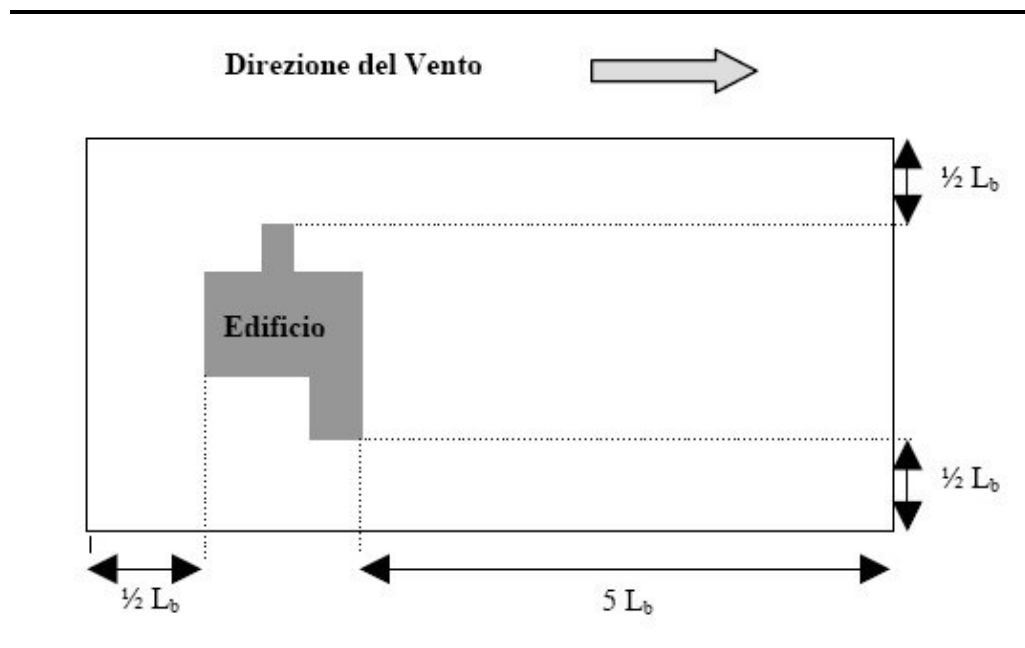
Al fine di valutare se un edificio è sufficientemente vicino ad una ciminiera tanto da generare *effetti di scia* si utilizza la relazione:

$$D \leq 5L_b \quad (2.1a)$$

dove D è la distanza che intercorre tra l'edificio e la ciminiera, mentre L_b è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In definitiva si può escludere che un edificio possa generare effetto *building downwash* se la ciminiera non ricade all'interno del rettangolo costruito come proposto in *Figura 2.1c* attorno all'edificio (APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti").

Figura 2.1c Definizione del Rettangolo Critico di Influenza di un Edificio.



Se la condizione sopra proposta alla 2.1a non è verificata è impossibile escludere la presenza di possibili *effetti di scia*; per poterne quindi valutarne l'influenza si procede al calcolo dell'innalzamento del pennacchio all'equilibrio, usando differenti formulazioni a seconda delle condizioni di stabilità dell'atmosfera.

Una ciminiera posta all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzata dalla presenza dell'edificio se è soddisfatta la disequazione seguente:

$$H_e > H + 1,5L_b \quad (2.1b)$$

H_e = innalzamento del pennacchio all'equilibrio

H = altezza dell'edificio

L_b = è la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento.

In caso contrario, il pennacchio emesso subisce l'influenza idrodinamica dell'edificio che viene normalmente modellizzato, soprattutto nei modelli Gaussiani a Plume, inserendo dei fattori correttivi che modificano i parametri di dispersione e innalzamento del pennacchio.

In ogni caso, si ammette che per camini medi l'effetto edificio sia trascurabile per velocità di uscita superiori a 5 volte la velocità del vento, mentre per grandi camini l'effetto è spesso trascurabile già per velocità di uscita pari a 1,5 volte la velocità del vento. Il valore esatto della minima velocità di uscita tale da garantire il non manifestarsi della condizione di downwash dipende dalle condizioni specifiche del sito, ma per un camino di grandi dimensioni un valore 2 volte la velocità del vento appare ragionevole (si veda *Guideline for*

Determination of Good Engineering Practice Stack Height technical Support document for the stack height regulation).

Sulla base della planimetria e dei prospetti presentati come in *Figura 2.1d* e considerate le altezze degli edifici posti in prossimità dei camini, l'edificio turbine alto 37,15 m è risultato, dopo attenta valutazione tramite codice di calcolo BPIP consigliato dall'US-EPA, maggior responsabile dell'effetto edificio sui pennacchi.

Di conseguenza, al fine di considerare l'effetto downwash, nel file di input al modello CALPUFF sono stati caricati tutti i dati relativi all'altezza e alla forma delle strutture sopraccitate.

2.2

RISULTATI

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati del codice di simulazione in termini di concentrazioni a livello del suolo di NO_x e CO.

I risultati sono presentati prendendo in considerazione i limiti di legge per gli inquinanti considerati che, nella fattispecie, sono tutti presi dal *D.M. 60/2002* per la definizione di limiti di riferimento. Tali limiti sono riferiti all'esposizione cronica (medie annue) e acuta (percentili di legge).

Gli output generati dal modello sotto forma di matrici di valori georeferenziati sono stati elaborati con il software ARCMAP 8.3 (ESRI) specifico per operazioni di interpolazioni geostatistiche.

Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive *Figure* le quali riportano rispettivamente le mappe di isocentrazione al suolo per i diversi inquinanti simulati.

Ossidi di Azoto (NO_x)

I risultati delle modellazioni effettuate per l'NO_x sono riportati nelle seguenti *Figure*:

- *Figura 2.2a*: Concentrazioni Medie Annue di NO_x [µg/m³];
- *Figura 2.2b*: 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie di NO_x [µg/m³].

Nella *Tabella 2.2a* sono riportati i massimi valori registrati nel dominio di calcolo, degli indici statistici riportati nelle *Figure* sopra citate, mentre in *Tabella 2.2b* quelli calcolati nei punti corrispondenti alle centraline di qualità dell'aria, denominate *Edison 1* e *Edison 2*.

Si precisa che la scelta di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.M. 60 del 2002* per il biossido di azoto, è conservativa poiché

solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO₂.
L'efficacia di tale conversione dipende da numerosi fattori: l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

Tabella 2.1a *NO_x - Massime Concentrazioni Calcolate dal Modello sul Dominio di Calcolo*

Indice Statistico	Valore Stimato dal Modello per NO _x [µg/m ³]	Limite Normativo D.M. 60/02 per NO ₂ [µg/m ³]
Concentrazione Media Annua ⁽¹⁾	1,92	40
99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie ⁽¹⁾	93,00	200

⁽¹⁾ Parametro indicato nel D.M. 60/2002 per la protezione della salute umana

Tabella 2.2b *NO_x - Concentrazioni Medie Annue e 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie alle Centraline di Qualità dell'Aria*

Centralina	Media Annua NO _x [µg/m ³]	99,8° Percentile di NO _x [µg/m ³]	Limite D.M. 60/02 Media Annua NO ₂ [µg/m ³]	Limite D.M. 60/02 99,8° Percentile NO ₂ ⁽¹⁾ [µg/m ³]
Edison 1	1,20	60,52	40	200
Edison 2	0,18	12,25	40	200

⁽¹⁾ Rappresenta il valore di media oraria che non deve essere superato più di 18 volte in un anno

Come si evince da un'analisi delle mappe e dei valori riportati nelle *Tabelle* precedenti, le ricadute sono sempre inferiori ai limiti di legge. Le aree interessate dalle maggiori ricadute per le medie annue si distribuiscono principalmente in direzione SudEst rispetto alla *Centrale*, presentando i valori massimi nel dominio di calcolo in corrispondenza dei primi lievi rilievi orografici, poco distanti dall'impianto, incontrati in questa direzione e in prossimità di località Pietropaolo dove è installata la centralina *Edison 1*.

Per il 99,8° le aree interessate dalle ricadute sono principalmente distribuite in direzione Est e SudEst rispetto alla centrale; il punto di massima ricaduta è lo stesso delle medie anno.

La localizzazione delle suddette aree di ricaduta appare giustificata dalle caratteristiche orografiche del dominio di calcolo, dal regime anemologico del sito oltre dall'influenza dell'effetto building downwash, debitamente considerato nel modello.

Da *Figura 2.2a* si può infine notare come all'interno delle aree SIC presenti nel dominio di calcolo le concentrazioni medie annue sono decisamente inferiori rispetto al limite di 30 µg/m³ imposto dal *D.M. 60 del 2002* per la protezione della vegetazione.

Monossido di Carbonio (CO)

Il risultato delle modellazioni effettuate per il CO è riportato nella seguente Figura:

- *Figura 2.2c*: Massimo delle Concentrazioni Medie Mobili sulle 8 Ore di CO.

Nelle due *Table* seguenti si riportano i valori massimi della media mobile sulle 8 ore di CO, riscontrati nel dominio di calcolo (*Tabella 2.2c*) e in punti recettori discreti collocati in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria (*Tabella 2.2d*).

Tabella 2.2c CO - Massima Concentrazione Media Mobile su 8 Ore nel Dominio di Calcolo

Indice Statistico	Valore Stimato dal Modello per il CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Limiti Normativi D.M. 60/02 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Massima media mobile su 8 ore di CO	67,60	10000

Tabella 2.2d CO - Massima Concentrazione Media Mobile su 8 Ore Calcolate dal Modello alle Centraline di Qualità dell'Aria

Centralina	Massima media mobile su 8 ore di CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Limite D.M. 60/02 massima media mobile su 8 ore di CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Edison 1	48,18	10000
Edison 2	5,55	10000

Il massimo valore sul dominio della media mobile calcolata su 8 ore di CO risulta pari a 67,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tre ordini di grandezza inferiore al limite normativo e si verifica, come per l'NO_x, in corrispondenza dei primi rilievi incontrati in direzione SudEst.

Le simulazioni effettuate, pur nelle condizioni conservative in cui sono state eseguite, ovvero considerando entrambi i turbogas (TG1 – TG2) alla massima capacità produttiva, e funzionanti costantemente a pieno carico per 8160 ore, hanno permesso di evidenziare che non si verifica alcun superamento dei limiti di legge stabiliti dal *D.M. 60/2002* per tutti gli inquinanti considerati sull'intero il dominio di calcolo.

Sono stati inoltre calcolati anche tutti i parametri statistici, per i quali è previsto un limite di legge, in corrispondenza delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria; tali valori si presentano sempre ampiamente inferiori ai rispettivi limiti per tutti gli inquinanti.

Confrontando infine i risultati delle modellazioni effettuate con i parametri di qualità dell'aria, calcolati sulla base delle rilevazioni effettuate alle centraline *Edison 1* e *Edison 2*, si evidenzia come il contributo della *Centrale* sia contenuto alla luce dei limiti imposti dal *D.M. 60/2002* sia in termini di concentrazione media annua che di 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.

I risultati delle simulazioni effettuate non presentano quindi alcuna criticità, considerato in particolare l'approccio cautelativo adottato per trattare le dispersioni degli ossidi di azoto NO_x , i quali rappresentano il più significativo inquinante emesso da impianti alimentati a gas naturale.

Si è, infatti, optato per simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.M. 60/2002* per il solo biossido di azoto; tale scelta comporta pertanto una sovrastima delle concentrazioni al suolo indotte dall'esercizio della *Centrale*, dal momento che solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO_2 .