

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 a Ciclo Combinato Napoli Levante* sulla qualità dell'aria locale, per l'assetto per il quale la società *Tirreno Power S.p.A* richiede il rinnovo dell'autorizzazione ambientale integrata.

Le valutazioni sono state condotte simulando, in particolare, le condizioni più gravose tecnicamente possibili, in termini di ore di funzionamento della CCGT e di concentrazione di inquinanti nei fumi.

Ciò premesso, le simulazioni hanno evidenziato, per l'assetto impiantistico oggetto della richiesta di rinnovo 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*, sono stati utilizzati i dati disponibili relativi al triennio 2006-2008. In particolare, lo studio è stato realizzato sulla base dell'analisi delle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalle 8 centraline della rete di monitoraggio di qualità dell'aria del C.R.I.A. (Centro Regionale Inquinamento Atmosferico) e dalle 2 centraline installate da *Tirreno Power* in ottemperanza alla relativa prescrizione contenuta nel Decreto Autorizzativo MAP n°55/01/2005 del 18 Maggio 2005, situate nel territorio.

L'analisi dello stato di qualità dell'aria è stato condotto considerando NO₂ e CO, tipici inquinanti emessi da impianti a combustione alimentati a gas naturale, monitorati dalle centraline sopra considerate.

Nel seguito si riporta una sintetica presentazione della normativa nazionale vigente in materia di qualità dell'aria in merito a ossidi di azoto e monossido di carbonio.

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 PM₁₀ (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 PM₁₀, 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. 60/2002* 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 *D.M. 60/2002* stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido di Azoto, PM₁₀ 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 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.

Si precisa che il *D.Lgs 152 del 3 Aprile 2006 (Codice dell'Ambiente)* non modifica quanto stabilito dai suddetti decreti in materia di qualità dell'aria.

Vengono riportati nelle successive *Tablelle* 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/m^3) 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

Tipologia	Valore	Riferimento Legislativo
Soglia di allarme*	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	D.M. 60/02
Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	1 gennaio 2008: 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	D.M. 60/02
	1 gennaio 2009: 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	1 gennaio 2010: 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	1 gennaio 2008: 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	D.M. 60/02
	1 gennaio 2009: 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	1 gennaio 2010: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

* misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Tabella 1.1b Valore 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

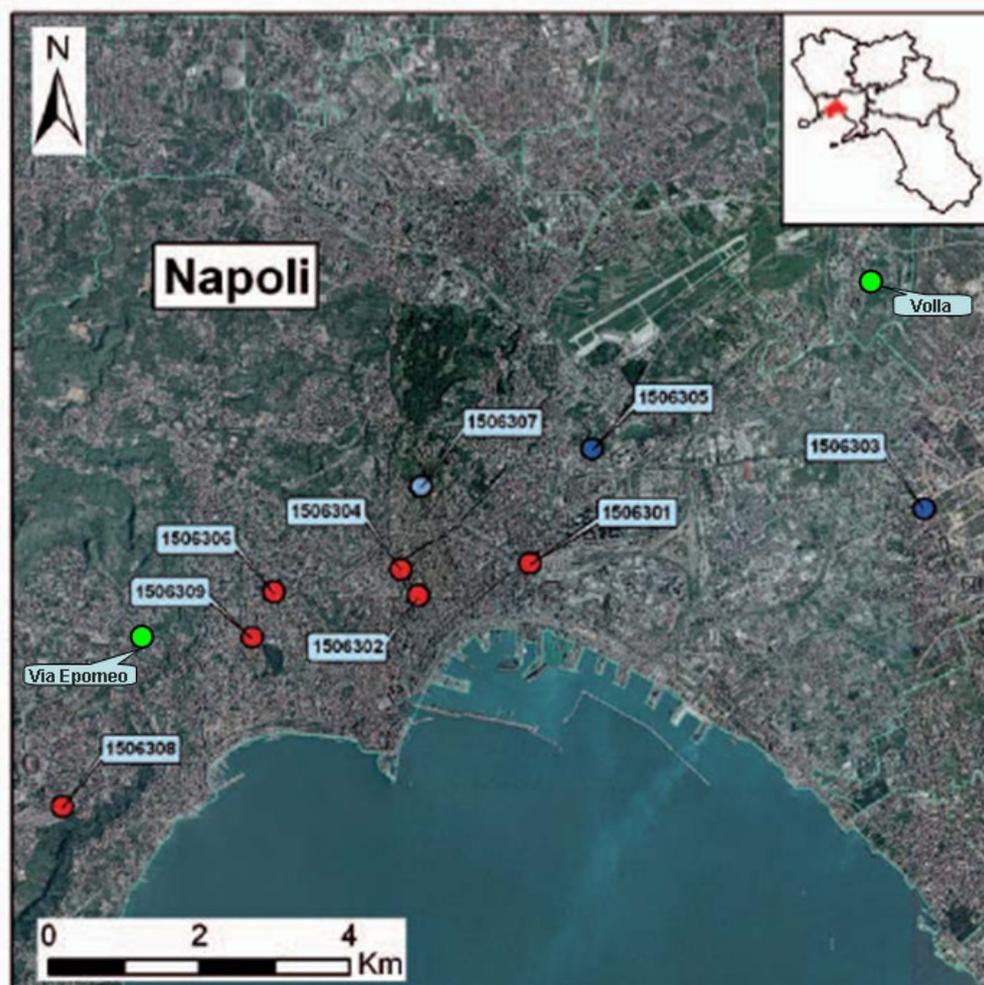
RETE DI MONITORAGGIO INQUINANTI IN ATMOSFERA

Al fine di caratterizzare lo stato di qualità dell'aria nell'area oggetto del presente studio, sono stati utilizzati i dati registrati dalle 8 centraline appartenenti alla rete del C.R.I.A. (Centro Regionale Inquinamento Atmosferico) e dalle 2 centraline installate da *Tirreno Power* in ottemperanza alla relativa prescrizione contenuta nel Decreto Autorizzativo MAP n°55/01/2005 del 18 Maggio 2005, situate nel territorio.

I dati analizzati si riferiscono al triennio 2006 -2008 per quanto riguarda la rete C.R.I.A., mentre per le stazioni di monitoraggio installate da *Tirreno Power*, denominate "Via Epomeo" e "Volla", l'analisi dei dati si riferisce esclusivamente all'anno 2008, essendo queste entrate in servizio nel Luglio 2007.

Di seguito si riporta l'analisi della qualità dell'aria redatta sulla base delle concentrazioni di NO_2 e CO monitorate dalle centraline, localizzate nel comune di Napoli (Oss. Astronomico, Osp. Santobono, Primo Policlinico, Scuola Vanvitelli, Museo Nazionale, Ferrovie dello Stato, Osp. Nuovo Pellegrini, I.T.I.S. San Giovanni, via Epomeo e Volla), indicate nella successiva *Figura 1.2a*.

Figura 1.2a Centraline di Monitoraggio della Qualità dell'Aria



Legenda

Stazioni di monitoraggio

Tipo stazione, Tipo zona

-  Fondo, Suburbana (C.R.I.A.)
-  Traffico, Suburbana (C.R.I.A.)
-  Traffico, Urbana (C.R.I.A.)
-  Stazioni Tirreno Power

 Limiti Amministrativi Comunali

 Codice stazione (C.R.I.A.)

- La centralina 1506308 NA04 – scuola Silio Italico, è riportata in figura ma presenta dati solo per pochi mesi del 2008, nello studio non è quindi stata considerata

Qui sotto, si riporta inoltre la classificazione delle suddette centraline integrate nella rete di monitoraggio della qualità dell'aria in base alla tipologia di stazione e all'area monitorata.

Tabella 1.2a *Classificazione Stazioni di Monitoraggio della Qualità dell'Aria*

ID	Centralina	Tipologia di Stazione	Tipologia di Zona
1506307	Osservatorio Astronomico	Fondo	Suburbana
1506306	Ospedale Santobono	Traffico	Urbana
1506302	I Policlinico	Traffico	Urbana
1506309	Scuola Vanvitelli	Traffico	Urbana
1506304	Museo Nazionale	Traffico	Urbana
1506301	Ente Ferrovie	Traffico	Urbana
1506305	Ospedale Nuovo Pellegrini	Traffico	Suburbana
1506303	I.T.I.S. Argine	Traffico	Suburbana
-	Via Epomeo	Fondo	Urbana
-	Volla	Fondo	Urbana

Ossidi di Azoto

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, 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).

Nelle successive *Tablelle* è presentato il confronto tra i parametri statistici di legge calcolati sulla base delle concentrazioni di NO_2 rilevate negli anni 2006, 2007 e 2008 presso le centraline considerate, insieme con i limiti imposti dal *D.M. 60/2002*.

Tabella 1.2b *NO₂ - Concentrazione Media Annu*

ID	Centralina	Concentrazione Media Annu			Valori Limite D.M. 60/02 [µg/m ³]
		2006 [µg/m ³]	2007 [µg/m ³]	2008 [µg/m ³]	
1506307	Osservatorio Astronomico	36,0	67,5*	43,4*	
1506306	Ospedale Santobono	59,1	57,4*	76,9	
1506302	I Policlinico	49,6*	63,3*	52,2*	
1506309	Scuola Vanvitelli	58,6*	52,7*	103,9*	
1506304	Museo Nazionale	53,4*	49,5	59,0	40 **
1506301	Ente Ferrovie	35,5	37,4	62,8*	
1506305	Ospedale Nuovo Pellegrini	36,8*	34,0*	59,8*	
1506303	I.T.I.S. Argine	31,0	44,3	54,7*	
-	Via Epomeo	-	-	37,6	
-	Volla	-	-	45,6*	

^(*) La centralina non ha raggiunto un rendimento strumentale pari al 90% richiesto dal DM 60/2002
^(**) Valore limite il cui raggiungimento è previsto per il 2010

Tabella 1.2c *NO₂ – Superi della Concentrazione Limite Oraria e 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie*

ID	Centralina	Superi Anni Della Concentrazione Limite Oraria**			Valori Limite D.M. 60/02
		2006	2007	2008	
		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	
1506307	Osservatorio Astronomico	4	0*	1*	
1506306	Ospedale Santobono	26	3*	58	
1506302	I Policlinico	0*	24*	5*	
1506309	Scuola Vanvitelli	12*	114*	112*	
1506304	Museo Nazionale	5*	0	0	18
1506301	Ente Ferrovie	0	1	25*	
1506305	Ospedale Nuovo Pellegrini	4*	0*	4*	
1506303	I.T.I.S. Argine	0	2	0*	
-	Via Epomeo	-	-	8	
-	Volla	-	-	39*	
(*) La centralina non ha raggiunto un rendimento strumentale pari al 90% richiesto dal DM 60/2002					
(**) pari a 200 µg/m ³ Valore limite il cui raggiungimento è previsto per il 2010					

ID	Centralina	99,8° Percentile			Valori Limite D.M. 60/02
		2006	2007	2008	
		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	
1506307	Osservatorio Astronomico	163,9	134,0*	125,9*	
1506306	Ospedale Santobono	210,3	171,2*	226,4	
1506302	I Policlinico	129,5*	216,4*	172,9*	
1506309	Scuola Vanvitelli	193,4*	268,7*	256,1*	
1506304	Museo Nazionale	172,4*	84,3	145,0	200**
1506301	Ente Ferrovie	123,2	97,1	206,3*	
1506305	Ospedale Nuovo Pellegrini	182,6*	148,9*	176,9*	
1506303	I.T.I.S. Argine	121,9	171,2	155,6*	
	Via Epomeo	-	-	164,8	
	Volla	-	-	224,7*	
(*) La centralina non ha raggiunto un rendimento strumentale pari al 90% richiesto dal DM 60/2002					
(**) Valore limite il cui raggiungimento è previsto per il 2010					

I dati riportati mostrano chiaramente come la rete strumentale ha avuto, durante il triennio, problemi di acquisizione dei dati presentando in molti casi rendimenti inferiori al 90%.

Inoltre, i valori misurati evidenziano un generale aumento dei superamenti dei limiti legislativi dal 2006 al 2008, sia per quanto riguarda la concentrazione media annua che il 99,8° percentile. In particolare la media annua del 2008 risulta al di sopra del limite di legge di 40 µg/m³ in 9 centraline su 10, con un valore massimo di 103,9 µg/m³ nella stazione "Scuola Vanvitelli".

Nel 2008 la soglia di legge per il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie di NO₂ è stata superata in 4 centraline di tipo "traffico" e "urbana".

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.

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

Nella successiva *Tabella 1.2d* sono presentati i valori della massima media mobile su 8 ore di Monossido di Carbonio, registrati dalle centraline, nel triennio considerato.

Tabella 1.2d CO – Massima Media Mobile su 8 Ore delle Concentrazioni Orarie

ID	Centralina	Massima Media Mobile su 8 Ore			Valori Limite D.M. 60/02 [mg/m ³]
		2006 [mg/m ³]	2007 [mg/m ³]	2008 [mg/m ³]	
1506307	Osservatorio Astronomico	3,44	2,54	1,70	
1506306	Ospedale Santobono	7,55	6,29	7,09	
1506302	I Policlinico	5,01*	3,73	6,35*	
1506309	Scuola Vanvitelli	5,96	6,10	5,08*	10
1506304	Museo Nazionale	5,10	7,96*	6,03	
1506301	Ente Ferrovie	7,96*	7,96	8,80*	
-	Via Epomeo	-	-	3,08	
-	Volla	-	-	3,68	

^(*) La centralina non ha raggiunto un rendimento strumentale pari al 90% richiesto dal *DM 60/2002*

Anche in questo caso, durante i tre anni considerati, 4 centraline su 8 mostrano una scarsa efficienza nell'acquisizione del dato, con alcuni rendimenti strumentali annuali inferiori al 90%.

Nel triennio considerato il limite imposto dal *D.M. 60/2002* non è mai stato superato in nessuna delle centraline di monitoraggio.

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati ottenuti dallo studio di dispersione degli inquinanti (NO_x e CO) in atmosfera emessi dalla *Centrale*. 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 stabiliti dal *D.M. 60/2002*. Tali limiti sono stati presentati in *Tabella 1.1a* per gli NO₂ e in *Tabella 1.1b* per il CO.

2.1

SCENARIO EMISSIVO

La *Centrale* è costituita da un gruppo turbogas accoppiato ad una turbina a vapore dotata di un camino a valle del generatore di vapore a recupero (GVR). L'unica sorgente emissiva "puntuale" della *Centrale* simulata è quindi quella indicata come E1 nella *Scheda B, Quadro B7.2*.

Il *Decreto MAP (Ministero delle Attività Produttive) n°55/01/2005*, il quale autorizza la *Centrale* all'esercizio, stabilisce un limite per le concentrazioni nei fumi di NO_x, CO pari rispettivamente a 40 e 30 mg/Nm³ (fumi anidri al 15% O₂), espressi come valori medi orari.

In via conservativa le emissioni del turbogas della *Centrale* sono state considerate costanti alla massima capacità produttiva per tutte le 8.760 ore del 2008 (anno di simulazione).

Nella *Tabella 2.1a* sono indicati l'ubicazione e le caratteristiche emissive del camino in cui sono convogliati i fumi della *Centrale*.

Tabella 2.1a Scenario Emissivo, Centrale di Napoli

Sorgente	X UTM 33N [m]	Y UTM 33N [m]	Altezza Camino [m]	Diametro [m]
E1	441015	4520566	67,5	8

Sorgente	Temp. Fumi [°C]	Velocità Fumi [m/s]	Ore esercizio [h/y]	Portata [Nm ³ /h] ⁽¹⁾
E1	99,7	15,35	8760	1.864.510

Sorgente	Conc. NO _x [mg/Nm ³] ⁽¹⁾	Conc. CO [mg/Nm ³] ⁽¹⁾	Portata NO _x [g/s]	Portata CO [g/s]
E1	40	30	20,72	15,54

⁽¹⁾ Valori riferiti ai fumi anidri al 15% di O₂

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.

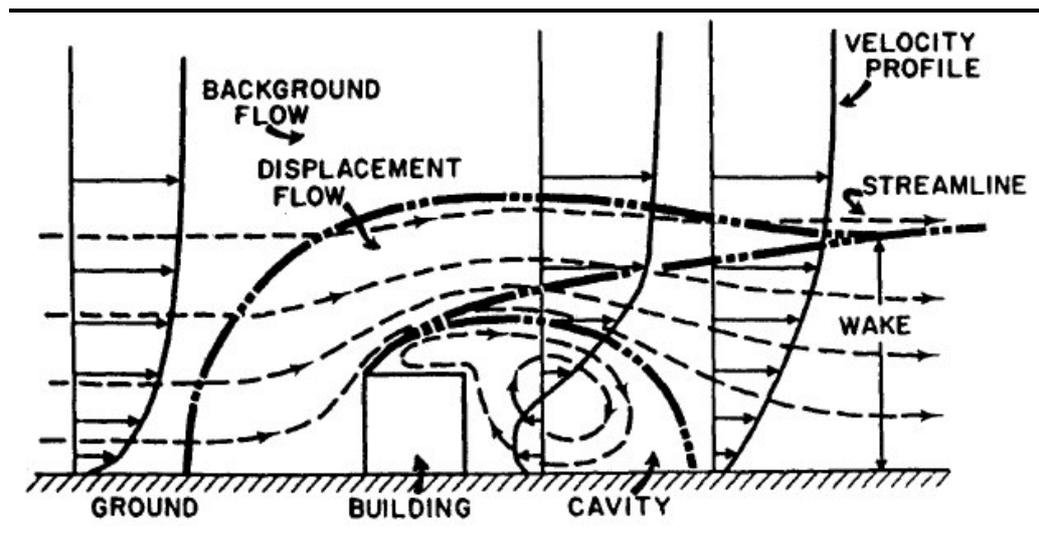
Se, per semplicità, si considera un edificio a forma di parallelepipedo, una visione complessiva di quello che si verifica è riassunta nella *Figura 2.1a*. Per prima cosa si deve sottolineare che, sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico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

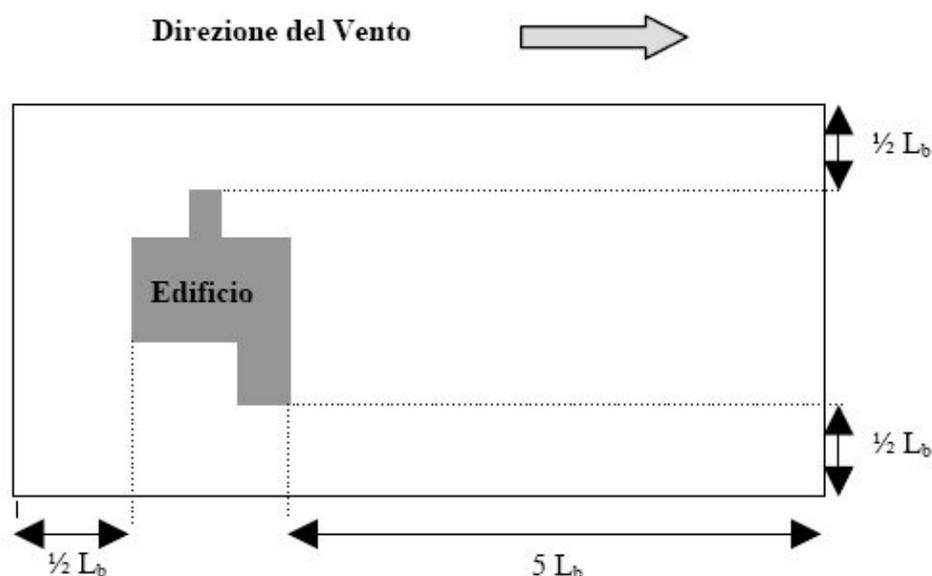
Al fine di valutare se un edificio è sufficientemente vicino ad un camino tanto da generare *effetti di scia* si utilizza la relazione:

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

dove D è la distanza che intercorre tra l'edificio ed il camino, 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 il camino non ricade all'interno del rettangolo costruito come proposto in Figura 2.1b attorno all'edificio (APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti").

Figura 2.1b 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.

Un camino posto all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzato 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 presentata come *Allegato B.20* della *Scheda B* alla presente Istanza di rinnovo dell'*Autorizzazione Integrata Ambientale*, e considerate le altezze degli edifici posti in prossimità dei camini, sono stati valutati come potenzialmente perturbanti le seguenti strutture:

- l'edificio ex silos (h=34,1 m);
- la struttura del GVR (generatore di vapore a recupero) (h=26 m);
- l'edificio contenente la sala macchine turbogas (h=24,8 m).

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

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 coerentemente con i parametri statistici previsti dal *D.M. 60/2002*.

Gli output generati dal modello sotto forma di matrici di valori georeferenziati sono stati inoltre elaborati con il software ARCMAP 9.3 (ESRI).

Il risultato di tale operazione sono riportate nelle successive tabelle per i diversi inquinanti simulati.

2.2.1 **Ossidi di Azoto (NO_x)**

Si precisa che nel presente studio si è scelto 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. 60/2002* per il biossido di azoto; tale approccio è conservativo 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, infatti, da numerosi fattori, l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

La *figura 2.2.1a* e la *figura 2.2.1b*, riportate in allegato D.15.1, descrivono rispettivamente gli isolivelli delle Concentrazioni Medie Annue di NO_x [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] e del 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Nella *Tabella 2.2.1a* evidenziano invece i massimi valori registrati nel dominio di calcolo dei parametri di legge indicati nelle *Figure* sopra citate.

Tabella 2.2.1a NO_x - Massime Concentrazioni Calcolate dal Modello CALPUFF nel Dominio di Calcolo

Indice Statistico	Valore Calcolato [µg/m ³]	Limite D.M. 60/02 [µg/m ³]
Concentrazione Media Annuale ⁽¹⁾	1,41	40
99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie ⁽¹⁾	18,2	200

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

Come si evince da un'analisi delle mappe e dei valori riportati nelle *Tablelle* precedenti, le ricadute della *Centrale* sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti imposti dalla normativa vigente; le massime ricadute si registrano principalmente in direzione Nord Nord-Est, in aree non distanti dall'impianto, e in direzione Ovest Nord Ovest a circa 5,4 km di distanza.

In *Tabella 2.2.1b* si riportano i valori stimati dal modello presso le centraline di qualità dell'aria (C.R.I.A. e *Tirreno Power*).

Tabella 2.2.1b NO_x - Concentrazione Media Annuale e 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie Stimate dal Modello CALPUFF alle Centraline di Qualità dell'Aria

ID	Centralina	Media Annuale ⁽¹⁾ [µg/m ³]	99,8° Percentile ⁽¹⁾ [µg/m ³]
1506307	Osservatorio Astronomico	0,187	8,0
1506306	Ospedale Santobono	0,178	9,9
1506302	I Policlinico	0,125	5,7
1506309	Scuola Vanvitelli	0,198	12,7
1506304	Museo Nazionale	0,144	6,8
1506301	Ente Ferrovie	0,142	4,9
1506305	Ospedale Nuovo Pellegrini	0,352	13,3
1506303	I.T.I.S. Argine	0,200	8,5
-	Via Epomeo	0,109	6,7
-	Volla	0,339	11,2

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

Dai dati riportati in *Tabella* appare come il contributo della *Centrale* alle centraline di qualità dell'aria, pur nelle condizioni conservative adottate per le simulazioni, sia molto modesto; il massimo valore del 99,8° percentile è, infatti, pari a 13,3 µg/m³ contro un limite di 200 µg/m³. La massima concentrazione media annua è pari a 0,352 µg/m³ contro un valore limite di 40 µg/m³ per la protezione della salute umana.

La massima concentrazione media annua calcolata all'interno dell'area protetta "Collina dei Camaldoli" (IT8030003) maggiormente interessata dalle ricadute degli inquinanti è pari circa a 0,16 µg/m³ e significativamente

inferiore al limite di 30 µg/m³ imposto dal *D.M. 60/2002* per la protezione della vegetazione.

2.2.2 *Monossido di Carbonio (CO)*

La *figura 2.2.2a*, riportate in allegato D.15.1, descrive gli isolivelli dei valori Massimi delle Concentrazioni Medie Mobili sulle 8 ore di CO [µg/m³].

Nelle due *Tabelle* seguenti si evidenziano invece i valori massimi della media mobile sulle 8 ore di CO, riscontrati nel dominio di calcolo (*Tabella 2.2.2a*) e presso recettori discreti collocati in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria (*Tabella 2.2.2b*).

Tabella 2.2.2a CO - Massima Concentrazione Media Mobile su 8 Ore Calcolate dal Modello CALPUFF nel Dominio di Calcolo

Indice	Valore Calcolato	Limite <i>D.M. 60/02</i>
	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Massima media mobile su 8 ore di CO ⁽¹⁾	12,57	10.000

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

Tabella 2.2.2b CO - Massima Concentrazione Media Mobile su 8 Ore Calcolate dal Modello CALPUFF alle Centraline di Qualità dell'Aria

ID	Centralina	Massima media mobile su 8 ore ⁽¹⁾
		[µg/m ³]
1506307	Osservatorio Astronomico	3,9
1506306	Ospedale Santobono	4,6
1506302	I Policlinico	2,5
1506309	Scuola Vanvitelli	7,2
1506304	Museo Nazionale	2,5
1506301	Ente Ferrovie	2,4
1506305	Ospedale Nuovo Pellegrini	5,2
1506303	I.T.I.S. Argine	3,7
-	Via Epomeo	3,5
-	Volla	6,6

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

Il massimo valore sul dominio di calcolo della media mobile calcolata su 8 ore di CO risulta pari a 12,57 µg/m³ e inferiore di tre ordini di grandezza al limite normativo; tale concentrazione è calcolato in direzione Ovest Nord-Ovest rispetto alla *Centrale* a circa 5,4 km da questa.

Anche i valori stimati dal modello alle centraline di qualità dell'aria sono sempre ampiamente inferiori al limite imposto dal *D.M. 60/2002*.

Le simulazioni effettuate, pur nelle condizioni conservative in cui sono state eseguite, ovvero considerando *la Centrale* alla massima capacità produttiva funzionante costantemente a pieno carico per tutto l'anno, 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, NO_x e CO, sull'intero dominio di calcolo.

Per quanto riguarda gli NO_x il valore massimo per la concentrazione media annua calcolata dal modello sul dominio di calcolo è pari a $1,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal *DM 60/2002* e il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie massimo è pari $18,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ovvero inferiore di più di dieci volte rispetto al valore limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposto dal *DM 60/2002*.

Non emerge inoltre alcuna criticità per il CO i cui valori massimi calcolati sul dominio di calcolo sono infatti tre ordini di grandezza inferiori ai rispettivi limiti per la protezione della salute umana fissati *D.M. 60/2002*.

Sono stati inoltre calcolati anche tutti i parametri statistici, per i quali è previsto un limite di legge, in corrispondenza delle dieci centraline di monitoraggio della qualità dell'aria; tali valori si presentano sempre inferiori almeno di un ordine di grandezza rispetto ai limiti per tutti gli inquinanti rappresentando solo una minima frazione rispetto a quanto rilevato.

I risultati delle simulazioni effettuate non presentano quindi criticità in termini di impatti generati dall'impianto considerato, nonostante l'approccio cautelativo adottato per trattare la dispersione degli NO_x che 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 .

INDICE

<i>1</i>	<i>QUALITÀ DELL'ARIA</i>	<i>2</i>
<i>1.1</i>	<i>NORMATIVA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA</i>	<i>2</i>
<i>1.2</i>	<i>RETE DI MONITORAGGIO INQUINANTI IN ATMOSFERA</i>	<i>4</i>
<i>2</i>	<i>STIMA DEGLI IMPATTI</i>	<i>10</i>
<i>2.1</i>	<i>SCENARIO EMISSIVO</i>	<i>10</i>
<i>2.2</i>	<i>RISULTATI</i>	<i>14</i>
<i>3</i>	<i>CONCLUSIONI</i>	<i>17</i>