

Allegato D. 6

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

Per l'analisi della qualità dell'aria attualmente presente nell'area circostante la *Centrale Termoelettrica* di proprietà di *EniPower* a Ravenna sono stati utilizzati i dati disponibili relativi all'anno 2007.

In particolare lo studio è stato realizzato sulla base dell'analisi delle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalla rete di monitoraggio di qualità dell'aria dislocata sul territorio circostante la zona industriale nord di Ravenna; tale rete, di proprietà di Ravenna Servizi Industriali S.C.p.A. ed ENEL, è gestita da Ravenna Servizi Industriali (RSI), per conto delle Aziende operanti nel distretto.

L'analisi dello stato di qualità dell'aria è stato condotto considerando gli inquinanti emessi da impianti a combustione, alimentati a gas naturale; l'analisi si è quindi limitata allo studio delle concentrazioni di NO₂ poiché la rete di RSI non monitora le concentrazioni di monossido di carbonio.

Nel seguito si riporta una sintetica presentazione della normativa nazionale vigente in materia di qualità dell'aria.

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: PM₁₀ (frazione delle particelle sospese inalabile), Benzene e IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

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

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

piombo e la *Direttiva 2000/69/CE* relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

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

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

Per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione i punti di campionamento dovrebbero essere ubicati a più di 20 km dagli agglomerati o a più di 5 km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade; il punto di campionamento dovrebbe essere ubicato in modo da essere rappresentativo della qualità dell'aria ambiente di un'area circostante di almeno 1.000 km².

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

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

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

Vengono riportati nelle successive tabelle i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria; i valori limite sono espressi in 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 per Biossido di Azoto e Ossidi di Azoto, soglia di allarme per il Biossido di Azoto

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

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

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

Dislocata sul territorio circostante la zona industriale nord di Ravenna, è presente una rete di stazioni per il monitoraggio della qualità dell'aria tale da rendere possibile il controllo dell'impatto ambientale delle attività industriali situate nella zona interessata.

Questa rete, di proprietà Ravenna Servizi Industriali S.C.p.A. ed ENEL, è gestita da Ravenna Servizi Industriali (RSI), per conto delle Aziende operanti nel distretto.

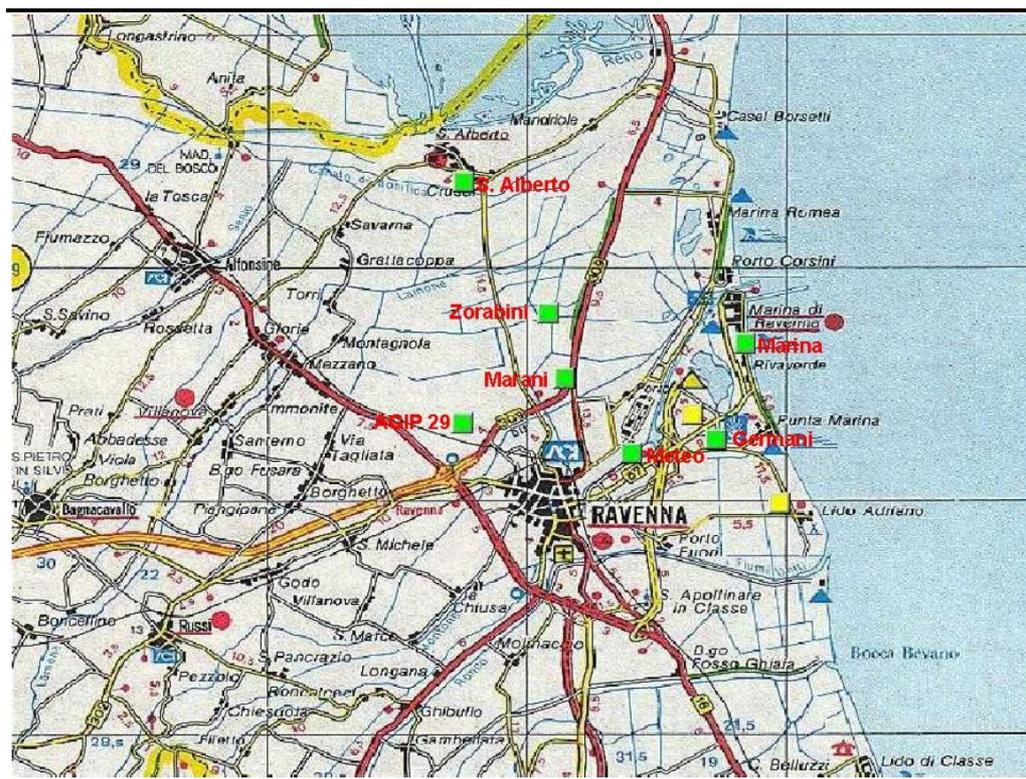
Il monitoraggio della qualità dell'aria è regolato da un protocollo di intesa sottoscritto fra la Provincia di Ravenna, il Comune di Ravenna, l'Associazione Industriali della Provincia di Ravenna e le Aziende operanti nel distretto.

La rete di monitoraggio comprende le seguenti centraline che monitorano gli ossidi di azoto:

- *Via dei Germani*: situata in un'area agricola, su terreno piatto e senza ostacoli vicini, in prossimità di una strada asfaltata a traffico molto ridotto e a circa 100 m da via Trieste con traffico piuttosto intenso in estate;
- *Azienda Marani*: ubicata a circa 100 m dalla SS 309, con intenso traffico veicolare leggero e pesante per tutto l'anno, presso l'omonima Azienda su terreno agricolo;
- *Marina di Ravenna*: ubicata a circa 300 m dal mare, all'interno di un parco gestito dal Corpo Forestale dello Stato, a circa 100m dal viale delle Nazioni, strada a intenso traffico estivo e circa 1 km a sud-est della Centrale ENEL;
- *Zorabini*: ubicata all'interno di un'area verde agricola, lontano da ostacoli naturali, da strade di collegamento e abitazioni, a circa 1,5 km a sud di Punta Alberete e 1 km a ovest dell'SS 309.

L'ubicazione delle stazioni della rete di monitoraggio utilizzate per l'analisi è riportata nella successiva *Figura 1.2a*.

Figura 1.2a Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria RSI (in Verde sono Riportate le Centraline)



1.3 OSSIDI D'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 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 NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitrati).

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

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

Per la salute umana l'NO₂ è quattro volte più tossico dell' NO esercitando, ad elevate concentrazioni, una azione irritante sugli occhi e sulle vie respiratorie; entrambi, riescono a penetrare nell'apparato respiratorio ed entrano nella circolazione sanguigna.

Nella *Tabella 1.3a* sono riportati i rendimenti strumentali delle centraline di monitoraggio che rilevano le concentrazioni di NO₂ nell'area in esame.

Tabella 1.3a *Rendimento Strumentale Stazioni per il Monitoraggio di NO₂*

Centralina	2007 [%]
Germani	99,5
Marani	99,7
Marina di Ravenna	99,7
Zorabini	99,7

Tutte le centraline considerate presentano rendimento strumentale superiore al 90% (limite inferiore imposto dal *DM 60/02*) per il periodo considerato.

Di seguito è presentato il confronto delle concentrazioni di NO₂ rilevate con i limiti imposti dal *D.M. n° 60 del 02 aprile 2002*.

Tabella 1.3b *Numero di Superamenti del Limite di Concentrazione Oraria di NO₂, 99,8° Percentile e Media di NO₂ nell'anno 2007*

Centralina	Superamenti Conc. Limite ¹	99,8° Perc. Conc. Medie orarie [µg/m ³]	Conc. Media annua ² [µg/m ³]
Germani	0	93,0	25,3
Marani	0	157,0	37,3
Marina di Ravenna	0	82,0	24,2
Zorabini	0	111,9	26,5

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 orarie.

⁽²⁾ Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m³ (2010) - tempo di mediazione anno civile.

Nel periodo in esame nessuna delle stazioni ha rilevato superamenti del limite orario (da non superare per più di 18 volte/anno secondo il *DM 60/02*). Non si registrano inoltre concentrazioni medie annue superiori al limite di legge pari al $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati, in termini di ricadute al suolo, ottenuti dallo studio di dispersione degli inquinanti (NO_x e CO) in atmosfera emessi dalla *Centrale EniPower* di Ravenna eseguito mediante il sistema di modelli CALMET - CALPUFF, al fine di stimarne gli impatti indotti sulla componente atmosfera.

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*.

2.1

METODOLOGIA

Ai fini dello studio sono stati quantificati gli impatti della *Centrale* sulla qualità dell'aria, relativamente a NO_x e CO; si è poi provveduto a presentare i risultati coerentemente con gli indici statistici, indicati dalla normativa vigente, per i quali sono stabiliti dal *D.M. 60 del 2002* i valori limite.

Si precisa come 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, sia conservativa poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera si ossida ulteriormente in NO₂.

Le quattro sorgenti emissive puntuali della *Centrale* simulate sono:

- E1 - Turbogas (CC1);
- E2 - Turbogas (CC2);
- E3 - Caldaia a gas utilizzata come riserva fredda;
- E4 - Turbogas (TG501).

In via conservativa, al fine di massimizzare l'impatto della *Centrale* negli scenari emissivi considerati, si è deciso di simulare tre camini, dei quattro totali, in funzione contemporaneamente in ogni ora dell'interno anno 2007, ipotizzando che la Caldaia in riserva fredda (camino E3) sia sempre in funzione nei periodi di manutenzione di ognuno degli altri tre gruppi, in particolare:

- dal 1 al 20 Aprile 2007, periodo di fermata del TG501;
- dal 1 al 19 Agosto 2007, periodo di fermata del CC1;
- dal 1 al 19 Ottobre 2007, periodo di fermata del CC2.

Negli altri periodi dell'anno la caldaia in riserva fredda (camino E3) non è stata considerata in funzione in quanto, come indicato nel DEC/VIA/7191 del 03/06/2002, tale caldaia può essere esercitata solo in caso di fermata di uno degli altri tre gruppi.

Per la redazione degli scenari emissivi sono stati utilizzati i dati presentati nella "Dichiarazione Ambientale 2006 Stabilimento di Ravenna" unitamente a quanto riportato nel DEC/VIA/7191 del 03/06/2002 in merito alle concentrazioni massime autorizzate di NO_x e CO nei fumi e temperature minime di uscita fumi.

2.2 SCENARI EMISSIVI

Nella studio sono stati simulati i due seguenti scenari emissivi:

- *Scenario Attuale*: rappresentativo della condizione massima emissiva autorizzata;
- *Scenario Futuro*: rappresentativo del quadro emissivo che si avrà in seguito alle modifiche tecniche dei turbogas CC1 e CC2 e alla modifica gestionale prevista per la Caldaia, descritte con maggior dettaglio nell'Allegato D15.

Scenario Attuale

Nella successiva *Tabella 2.2a* si riportano i valori di esercizio massimi autorizzati riportati nel Decreto VIA sopra indicato per la Centrale nell'assetto attuale.

Tabella 2.2a *Massime Emissioni Autorizzate da DEC/VIA/7191 del 03/06/2002*

ID	Sorgente	Portata Massima	Concentrazione	Concentrazione
		Autorizzata	Massima di NO _x nei	Massima di CO nei
		[Nm ³ /h]	Fumi	Fumi
			[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]
E1	CC1	2070000	50	30
E2	CC2	2070000	50	30
E3	Caldaia	405000	500	250*
E4	TG501	1100000	75	50

(*)Limite fissato dal D. Lgs. 152/06, Allegato II alla Parte V, Parte II Sezione IV, al 3% di O₂;

Tabella 2.2b si riportano le caratteristiche dei camini e le emissioni di inquinanti associate, che definiscono lo *Scenario Attuale*.

Tabella 2.2b *Scenario Attuale*

ID	Sorgente	Altezza	Diametro	Velocità di	Temperatura	Emissioni	Emissioni
		Camino	Camino	Uscita Fumi	Uscita fumi	NO _x	CO
		[m]	[m]	[m/s]	[°C]	[g/s]	[g/s]
E1	CC1	80	6,35	24,78	100	28,8	17,3
E2	CC2	80	6,35	24,78	100	28,8	17,3
E3	Caldaia	140	3,6	15,07	100	56,3	28,1
E4	TG501	70	5,5	17,54	100	22,9	15,3

Scenario Futuro

Nella *Tabella 2.2c* si riportano le caratteristiche dei camini e le emissioni di inquinanti, che definiscono lo *Scenario Futuro*.

Tabella 2.2c Scenario Futuro

ID	Sorgente	Altezza Camino [m]	Diametro Camino [m]	Velocità di Uscita Fumi [m/s]	Temperatura Uscita Fumi [°C]	Emissioni NO _x [g/s]	Emissioni CO [g/s]
E1	CC1	80	6,35	24,78	100	23	17,3
E2	CC2	80	6,35	24,78	100	23	17,3
E3	Caldaia	140	3,6	15,07	100	33,8	28,1
E4	TG501	70	5,5	17,54	100	22,9	15,3

Dal confronto tra le due precedenti *Tablelle* si evidenzia che le emissioni di NO_x dei gruppi CC1 e CC2 e della Caldaia diminuiscono rispetto allo *Scenario Attuale* grazie alle seguenti modifiche tecniche e gestionali che si prevede di realizzare:

- installazione dei nuovi bruciatori nei due turbogas CC1 e CC2, che abbasseranno la concentrazione di NO_x nell'effluente da 50 a 40 mg/Nm³ ;
- modifiche nella gestione della caldaia al fine di rispettare la concentrazione massima nei fumi di 300 mg/Nm³ di NO_x prescritta dal *D.Lgs 152/2006*.

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.

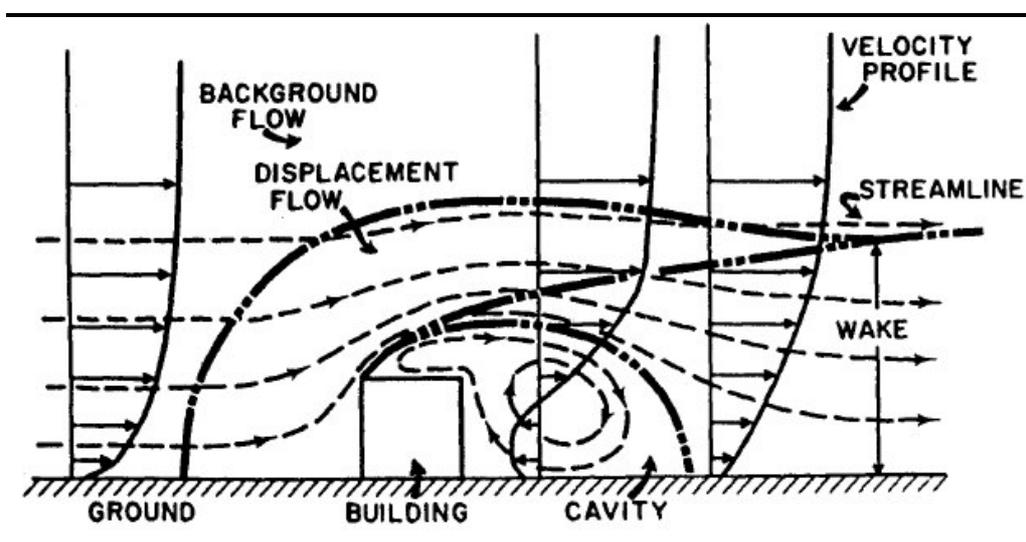
I risultati di molti esperimenti in galleria a vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici.

Se, per semplicità, si considera un edificio a forma di parallelepipedo, una visione complessiva di quello che si verifica è riassunta nella *Figura 2.2a*. 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 vorticososa 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 2.2a *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.

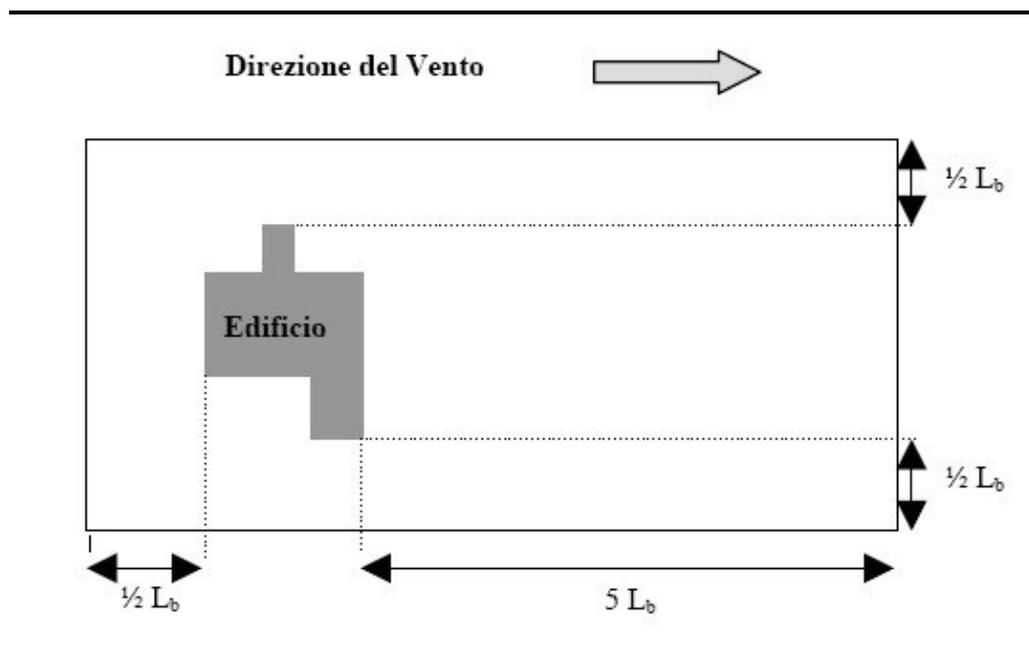
Al fine di valutare se un edificio è sufficientemente vicino ad una ciminiera tanto da generare *effetti di scia* si utilizza la relazione:

$$D \leq 5L_b \quad (2.2a)$$

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 2.2b attorno all'edificio (APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti").

Figura 2.2b Definizione del Rettangolo Critico di Influenza di un Edificio.



Se la condizione sopra proposta alla 2.2a 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 e 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:

$$H_e > H + 1,5L_b \quad (2.2b)$$

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*

Sulla base delle planimetrie e dei prospetti dell'Impianto (*Allegato B20*) sono quattro gli edifici che possono indurre un effetto "building downwash":

- la caldaia e il cabinato del turbogas del CC1 h = 38 m;
- la caldaia e il cabinato del turbogas del CC2 h = 38 m;
- la caldaia del turbogas TG501 h = 35 m;
- il cabinato della Caldaia in riserva fredda h = 39,4 m.

I primi due influenzano i pennacchi dei rispettivi camini, mentre il terzo e il quarto contribuiscono a creare l'effetto building downwash sul pennacchio emesso dal camino del TG501.

I due camini CC1 e CC2 per non risentire dell'effetto scia dovrebbero distare, secondo l'Equazione 2.2a, almeno $5 \times 38 = 190$ m dalla struttura che comprende la propria caldaia e il cabinato del turbogas, mentre il camino del TG501 dovrebbe trovarsi a $5 \times 35 = 175$ m dalla propria caldaia ed a $5 \times 39,4 = 197$ m dal cabinato della Caldaia.

Nella realtà i camini CC1 e CC2 sono contigui alle strutture che comprendono le relative caldaie e turbogas, e la prossimità si verifica ugualmente tra il camino TG501 e le altre due strutture citate. Solo il camino della Caldaia, grazie alla sua altezza, non risente dell'effetto scia.

L'esclusione del camino della Caldaia si verifica applicando l'Equazione 2.2b, per cui non si ha l'effetto "building downwash" qualora l'altezza del pennacchio sia maggiore di 2,5 volte l'altezza degli edifici.

Conservativamente, l'altezza effettiva del pennacchio è stata fatta corrispondere alla sola altezza del camino, che nel caso della caldaia è pari a 140 m, quindi superiore a $2,5 \times 39,4 = 98,5$ m (altezza dell'edificio sommata ad una volta e mezza la minima tra l'altezza dell'edificio e la sua proiezione trasversale alla direzione del vento).

Per i camini dei tre turbogas, si sono quindi inseriti in input al modello i dati geometrici relativi alle quattro strutture sopra elencate, in modo da valutare le perturbazioni create alla normale dispersione del pennacchio.

2.3

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.

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 isoconcentrazione al suolo per i diversi inquinanti simulati.

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

- *Figura 2.3a*: Scenario Attuale, Concentrazioni Medie Annue di NO_x [µg/m³];
- *Figura 2.3b*: Scenario Attuale, 99,8° Percentile delle Medie Orarie di NO_x [µg/m³];
- *Figura 2.3c*: Scenario Futuro, Concentrazioni Medie Annue di NO_x [µg/m³];
- *Figura 2.3d*: Scenario Futuro, 99,8° Percentile delle Medie Orarie di NO_x [µg/m³].

Nella *Tabella 2.3a* sono riportati, per entrambi gli scenari, i massimi valori registrati nel dominio di calcolo, degli indici statistici riportati nelle *Figure* sopra citate, mentre in *Tabella 2.3b* quelli calcolati nei punti corrispondenti alle centraline di qualità dell'aria RSI (Ravenna Servizi Industriali) presenti nel dominio di calcolo.

Tabella 2.3a

NO_x, Valori Massimi nel Dominio di Calcolo della Media Annuale e del 99,8° Percentile nei due Scenari Considerati

Indice	Scenario Attuale [µg/m ³]	Scenario Futuro [µg/m ³]	Limite Normativo D.M. 60/02 [µg/m ³]
Max Conc. Media Annuale	3,73	3,09	40
Max 99,8° percentile delle medie orarie	72,22	54,42	200

Tabella 2.3b

NO_x, Concentrazioni Medie Annue e 99,8° Percentile alle Centraline di Qualità dell'Aria (RSI) nei due Scenari Considerati

Centralina	Scenario Attuale		Scenario Futuro		Limite D.M. 60/02 media annua NO _x [µg/m ³]	Limite D.M. 60/02 99,8° percentile NO _x [µg/m ³]
	media annua NO _x [µg/m ³]	99,8° percentile di NO _x [µg/m ³]	media annua NO _x [µg/m ³]	99,8° percentile di NO _x [µg/m ³]		
Via dei Germani	2,12	48,33	1,77	35,87	40	200
Azienda Marani	0,70	24,82	0,58	18,25	40	200
AGIP 29	0,62	15,77	0,50	11,81	40	200
M.na di Ravenna	0,38	14,57	0,33	12,56	40	200
Zorabini	0,32	13,24	0,27	11,44	40	200
S.Alberto	0,34	12,05	0,29	9,79	40	200

Come si evince da un'analisi delle mappe e dei valori riportati nelle *Table* precedenti, le ricadute della Centrale EniPower di Ravenna sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti imposti dalla normativa vigente sia nello scenario *Attuale* che in quello *Futuro*.

In particolare il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie calcolato ai recettori discreti si attesta per entrambi gli scenari su valori sempre inferiori al 25% della concentrazione limite (200 µg/m³).

Anche i valori di concentrazione media annua sono decisamente al di sotto al limite fissato dal D.M. 60 del 2002 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e sempre inferiori al 5,5% del suddetto limite.

Le medie annue riproducono l'andamento dei venti delineato dalla rosa presentata nell'Allegato D5; le aree interessate dalle maggiori ricadute si propagano infatti principalmente verso Sud – Est e Ovest – NordOvest. I valori massimi, sia della media annua che del 99,8° percentile, risultano all'interno dell'area industriale ad ovest del sito di *Centrale*.

Confrontando inoltre i risultati calcolati dal modello in corrispondenza centraline di qualità dell'aria con i valori da quest'ultime, registrati e presentati nel § 1, si evidenzia come i primi siano sempre ampiamente inferiori alle concentrazioni di NO_2 monitorate.

Dal confronto tra i risultati dei due scenari simulati si osserva inoltre, con il passaggio allo scenario futuro, un sensibile decremento nei valori della media annua e del 99,8° percentile. Infatti, passando dallo scenario *Attuale* al *Futuro*, il valore massimo sul dominio della media annua di NO_x diminuisce circa del 17% e quello del 99,8° percentile di circa il 25%.

Le stesse percentuali di variazione si hanno presso centraline più vicine alla *Centrale* (Via dei Germani, Azienda Marani e AGIP 29), le quali beneficiano maggiormente delle modifiche apportate nello scenario *Futuro*. Le restanti tre centraline: Marina di Ravenna, Zorabini e S.Alberto, percepiscono anch'esse il miglioramento, anche se in misura minore, trovandosi più distanti dalla *Centrale*.

Per quanto riguarda le aree SIC e ZPS presenti sul territorio, quella maggiormente interessata dalle ricadute di inquinanti, denominata "*Pialassa dei Piomboni, Pineta di Punta Maria, etc...*" (codice SIC/ZPS IT4070006), si trova sulla costa ravennate a Nord Est del sito industriale, e presenta valori medi che arrivano al massimo a $1,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, contro i $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del limite di legge (D.M. 60 del 2002, concentrazione limite di NO_x per la protezione della vegetazione).

Monossido di Carbonio

In merito alla ricadute di monossido di carbonio è stata realizzata un'unica simulazioni ed i risultati riportati nel proseguo del rapporto sono comuni ad entrambi gli scenari simulati, in quanto non è prevista una variazione delle emissioni massime di CO (si veda *Tabelle 2.2b-c*).

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

- *Figura 2.3e*: Massimo delle Concentrazioni Medie Mobili sulle 8 Ore di CO [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Nelle due *Table* seguenti si riportano i valori massimi della media mobile sulle 8 ore di CO, riscontrati nel dominio di calcolo (*Tabella 2.3c*) e in punti recettori discreti collocati in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria (*Tabella 2.3d*).

Tabella 2.3c

CO, Massima Concentrazione Media Mobile su 8 Ore nei due Scenari Considerati

Indice	Scenario	Limiti Normativi
	Attuale/Futuro [µg/m ³]	D.M. 60/02 [µg/m ³]
Massima media mobile su 8 ore di CO	33,6	10000

Tabella 2.3d

CO, Massima Concentrazione Media Mobile su 8 Ore alle Centraline di Qualità dell'Aria nei due Scenari Considerati

Centralina	Massima media mobile su 8 ore di CO [µg/m ³]	Limite D.M. 60/02 massima media mobile su 8 ore di CO [µg/m ³]
Via dei Germani	14,68	10000
Azienda Marani	6,96	10000
AGIP 29	6,99	10000
M.na di Ravenna	3,95	10000
Zorabini	4,85	10000
S.Alberto	3,69	10000

Il massimo valore sul dominio della media mobile calcolata su 8 ore di CO risulta pari a 33,6 µg/Nm³, tre ordini di grandezza inferiore al limite normativo e si verifica, come per l'NO_x, ad ovest dei punti di emissione, all'interno del sito industriale.

Le due centraline più vicine, Via dei Germani e Azienda Marani, le quali si trovano circa a tre chilometri dal sito, presentano valori pari a circa un terzo e un sesto del massimo sul dominio di calcolo evidenziando come non vi sia alcuna criticità in riferimento al Monossido di Carbonio.

Le simulazioni effettuate, pur nelle condizioni conservative in cui sono state eseguite, hanno permesso di evidenziare che per entrambi gli scenari simulati non si verifica alcun superamento dei limiti di legge stabiliti dal *D.M. 60 del 2002* per l' NO_2 in tutto il dominio di calcolo, sia per le concentrazioni medie annue sia per il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie; le massime concentrazioni calcolate di NO_x per i rispettivi parametri di legge sono inoltre localizzate all'interno dell'area industriale, ad ovest delle sorgenti emissive. In corrispondenza delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nel dominio di calcolo i valori per entrambi i parametri di legge analizzati, 99,8° percentile e concentrazione media annua di NO_x , sono ampiamente inferiori ai rispettivi limiti.

In particolare il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie si attesta per entrambi gli scenari, *attuale e futuro*, su valori sempre inferiori al 25% della concentrazione limite ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$); anche i valori di concentrazione media oraria sono inferiori al 5,5% del rispettivo limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Si precisa inoltre che in via conservativa, oltre alla 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, si è optato per simulare la Centrale, in entrambi gli scenari, nelle condizioni emissive tali da massimizzare le concentrazioni al suolo, considerando la *Centrale* di fatto operativa per le 8760 ore annue con concentrazioni di NO_x nei fumi pari alle massime autorizzate.

Alla luce dei risultati ottenuti, si evidenzia che le modifiche alla *Centrale*, previste per i due turbogas CC1 e CC2 e per la Caldaia in riserva fredda, porteranno ad un miglioramento in termini di concentrazioni al suolo di NO_x quantificabili in una diminuzione fino al 17% per le concentrazioni medie annue e fino al 25% per il 99,8° percentile, portando di fatto un miglioramento a quello che è l'attuale stato di qualità dell'aria.

Per quanto riguarda il CO non si rileva alcuna criticità dato che il massimo valore stimato sul dominio di calcolo è pari allo 0,34% del limite legislativo.

INDICE

<i>1</i>	<i>QUALITÀ DELL'ARIA</i>	<i>1</i>
<i>1.1</i>	<i>NORMATIVA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA</i>	<i>1</i>
<i>1.2</i>	<i>RETE DI MONITORAGGIO INQUINANTI IN ATMOSFERA</i>	<i>4</i>
<i>1.3</i>	<i>OSSIDI D'AZOTO</i>	<i>5</i>
<i>2</i>	<i>STIMA DEGLI IMPATTI</i>	<i>8</i>
<i>2.1</i>	<i>METODOLOGIA</i>	<i>8</i>
<i>2.2</i>	<i>SCENARI EMISSIVI</i>	<i>9</i>
<i>2.3</i>	<i>RISULTATI</i>	<i>13</i>
<i>3</i>	<i>CONCLUSIONI</i>	<i>17</i>