

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 114
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

5.3 Atmosfera

5.3.1 Normativa di riferimento

In Italia non esiste una vera e propria “legge quadro” relativa all’inquinamento atmosferico. Infatti, sull’argomento si contano numerose leggi e decreti che hanno come finalità la salvaguardia della qualità dell’aria.

Tra i più importanti sono:

- DPCM 28/03/83 “*Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno*” che fissa i limiti massimi di accettabilità e i livelli di esposizione relativi agli inquinanti dell’aria nell’ambiente esterno; fissa i relativi metodi di prelievo e analisi; demanda alle regioni il controllo dei limiti e la predisposizione di piani di risanamento per consentire il rispetto dei limiti;
- DPR 24/05/1988 n. 203 “*Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183*” che, oltre a normare l’inquinamento prodotto da impianti industriali, modifica alcuni limiti fissati in precedenza, definendo i valori limite e i valori guida di qualità dell’aria;
- DM 20 maggio 1991 “*Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria*”.
- DM 12/11/92 “*Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria*”;
- DM 15/04/94 “*Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203, e dell'art. 9 del D.M. 20 maggio 1991*”;
- DM 25/11/1994 “*Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994*”, relativi alle aree urbane, che fissano i livelli di attenzione e di allarme e le norme tecniche in materia.
- DM 16 maggio 1996 “*Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono*”.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 115
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

- D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE relativa alla valutazione e gestione della qualità dell’aria”.
- D 2 aprile 2002 n. 60 “Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.”

Negli ultimi anni l’Unione Europea ha individuato le azioni fondamentali che gli Stati membri debbono attuare per definire e stabilire obiettivi di qualità dell’aria finalizzati a prevenire o ridurre effetti nocivi sulla salute e sull’ambiente nel suo complesso. Oggi per il tema, vasto e complesso, della protezione dell’ambiente dall’inquinamento atmosferico, i riferimenti normativi principali, non ancora recepiti dal parlamento italiano, sono i seguenti:

- Direttiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2002 “relativa all’ozono nell’aria”.

La normativa è in generale articolata principalmente su tre diverse scale di valori:

- **valori limite di concentrazione o standard di qualità;**
- **valori guida;**
- **livelli di attenzione ed allarme.**

I **valori limite**, definiti nella maggior parte dei casi su un periodo di riferimento mediamente lungo (un anno), vengono fissati al fine di evitare, prevenire e ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l’ambiente nel suo complesso.

I **valori guida**, destinati a una prevenzione più a lungo termine in materia di salute e protezione dell’ambiente, sono i valori più cautelativi;

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 116
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

I **livelli di attenzione e i livelli di allarme**, infine, sono specificatamente adottati per limitare le conseguenze sanitarie e ambientali in occasioni di episodi anche brevi ma acuti di inquinamento atmosferico. Se superati, essi determinano lo stato di attenzione e successivamente lo stato di allarme, a seguito del quale l'autorità competente adotta provvedimenti finalizzati a limitare le emissioni ed a ridurre l'esposizione della popolazione.

Per alcuni inquinanti (PM 10, Benzene, IPA con riferimento al Benzo(a)pirene), a questi valori devono essere aggiunti gli **obiettivi di qualità**, che individuano il valore medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare a partire da una determinata data (DM 25/11/1994).

Le seguenti tabelle illustrano per gli inquinanti interessati dall'intervento in esame, in particolare dall'esercizio dell'opera, e contemplati dalla normativa vigente, valori, limiti e metodologia di analisi del dato.

Inquinante	Concentrazione, tempo di mediazione, periodo di osservazione	Valore limite	Rif. normativo
Biossido di Azoto NO ₂	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate nell'arco di 1 anno	200 µg/m³	DPR 203/88
	media oraria da non superare più di 18 volte l'anno	200 µg/m³ (entro 1/1/2010)	DM 60/02
	media annuale per la protezione della salute	40 µg/m³ (entro 1/1/2010)	DM 60/02
	media annuale per la protezione della vegetazione	30 µg/m³	DM 60/02
Monossido di Carbonio CO	Concentrazione media di 1 ora	40 mg/m³	DPCM 28/03/83
	Concentrazione media di 8 ore	10 mg/m³	DPCM 28/03/83 DM 60/02
Ozono O ₃	Concentrazione media di 1 ora da non superare più di una volta al mese	200 µg/m³	DPCM 28/03/83
	Concentrazione media di 8 ore	110 µg/m³	DM 16/05/96

Tab. 1 - Valori limite di qualità dell'aria (standard)

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 117
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Inquinante	Concentrazione, tempo di mediazione, periodo di osservazione	Valore guida	Rif. normativo
Biossido di Azoto NO ₂	50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate nell'arco di 1 anno (1/1-31/12)	50 µg/m ³	DPR 203/88
	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate nell'arco di 1 anno (1/1-31/12)	135 µg/m ³	

Tab. 2 - Valori guida di qualità dell'aria

Inquinante	Livello di attenzione	Livello di allarme	Rif. normativo
Biossido di Azoto NO ₂ (media oraria)	200 µg/m ³	400 µg/m ³	DM 15/04/94
Monossido di Carbonio CO (media oraria)	15 mg/m ³	30 mg/m ³	DM 15/04/94
Ozono O ₃ (media oraria)	180 µg/m ³	360 µg/m ³	DM 15/04/94 DM 16/05/96

Tab. 3 - Livelli di attenzione ed allarme

Inquinante	Soglia di informazione	Soglia di allarme	obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Rif. normativo
Ozono O ₃	180 µg/m ³ (media oraria)	240 µg/m ³ (media oraria; il valore va superato per tre ore consecutive)	120 µg/m ³ (media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno)	Dir. 2002/3/CE

Tab. 4 – Soglie di informazione e di allarme per l'ozono ed obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana(Dir. 2002/3/CE)

Ulteriori riferimenti normativi in tema di inquinamento atmosferico pertinenti l'opera proposta sono i seguenti:

Convenzioni e protocolli internazionali (già richiamati al capitolo 3)

- Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici adottata a New York il 9 maggio 1992 e ratificata dal Parlamento italiano con legge 65 del 15 gennaio 1994.
- Protocollo di Kyoto adottato a Kyoto l'11 dicembre 1997.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 118
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

- Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza firmata a Ginevra il 13 novembre 1979 e ratificata dal Parlamento italiano con legge 289 del 27 aprile 1982.
- Protocollo sul finanziamento a lungo termine del programma EMEP, di cooperazione internazionale per il controllo e la valutazione del trasporto transfrontaliero degli inquinanti atmosferici in Europa; firmato a Ginevra il 28 settembre 1984 e ratificato dal Parlamento italiano con la legge 27 ottobre 1988 n. 488.
- Protocollo sul controllo delle emissioni antropogeniche degli ossidi di azoto o dei flussi transfrontalieri relativi; firmato a Sofia il 31 ottobre 1988 e ratificato dal Parlamento con la legge 7 gennaio 1992 n. 39.
- Protocollo per abbattere acidificazione, eutrofizzazione e ozono troposferico, firmato a Gothenburg il 1° dicembre 1999.

Normativa nazionale

- L 13 luglio 1966 n. 615 *“Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico”*.
- DM 8 maggio 1989 *“Limitazione delle emissioni nell'atmosfera di taluni inquinanti originati dai grandi impianti di combustione”*.
- DPCM 21 luglio 1989 *“Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ai sensi dell'art.9 della legge 8/7/86, n.349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24/5/88, n.203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali”*.
- DM 12 luglio 1990 *“Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione”*.
- DL 4 agosto 1999 n. 372 *“Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento”*.

Normativa europea

- Dir. 2001/80/CE del Parlamento Europeo del Consiglio del 23/10/2001 *“concernente la limitazione delle emissioni in atmosfera di taluni inquinanti dai grandi impianti di combustione”*

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 119
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

5.3.2 Situazione ante-operam

In conformità a quanto stabilito dal DPCM 27/12/1988, “obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria e delle condizioni meteorologiche è quello di stabilire la compatibilità ambientale sia delle [...] emissioni [...] con le normative vigenti, sia di eventuali cause di perturbazione meteorologiche con le condizioni naturali”.

La caratterizzazione della componente ambientale “atmosfera” é pertanto effettuata principalmente attraverso:

- caratterizzazione meteorologica (temperatura, umidità, precipitazione) e meteorodiffusiva dell'area (direzione, velocità del vento, classi di stabilità di Pasquill);
- analisi dello stato di qualità dell'aria nella situazione attuale e in previsione di scenari futuri (realizzazione di altre centrali, espansione di aree industriali, realizzazione di nuove strade).

5.3.2.1 Caratterizzazione meteorologica e meteorodiffusiva dell'area

5.3.2.1.1 *Inquadramento climatico regionale*

Per una caratterizzazione a larga scala dell'area, il versante del medio Tirreno è caratterizzato da clima definibile di tipo temperato subtropicale con estate asciutta, caratterizzato da inverni miti, insolazione effettiva che raggiunge elevate percentuali specialmente in estate e precipitazioni, generalmente poco abbondanti, concentrate nei mesi più freddi.

L'area laziale, appartenente al versante tirrenico centrale, è caratterizzata da elementi di distinzione dal versante tirrenico settentrionale (Toscana), dalla zona appenninica ad est e dal versante tirrenico meridionale (Campania) in quanto il mare Tirreno, specialmente nella parte settentrionale, può essere considerato un mare chiuso e quindi crea differenti condizioni di mitigazione sul clima. Procedendo dalla costa verso l'interno si individuano, in generale, tre varietà fondamentali di clima e cioè quello marittimo lungo la fascia litoranea, quello temperato con inverno più marcato e infine quello di montagna nelle aree al di sopra dei 500 m. Le condizioni del retroterra determinano differenze anche sensibili nelle caratteristiche climatiche fondamentali ma il clima è essenzialmente contraddistinto dalla presenza del mare i cui venti umidi e le correnti di brezza riescono a penetrare abbastanza profondamente nell'entroterra.

Oltre alla presenza del mare, anche il regime anemologico influisce sensibilmente sulle caratteristiche climatiche generali. Il bacino tirrenico può essere interessato da condizioni di tempo perturbato (cielo molto nuvoloso o coperto) per l'azione di correnti provenienti da Nord e

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 120
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

da Nord-Ovest, umidificatesi durante il relativo percorso sulla parte settentrionale del Mar Tirreno o per l'afflusso di aria calda e umida generatasi nella depressione del centro Atlantico che influenza l'area in esame nel periodo ottobre-marzo.

Condizioni di tempo non perturbato sono invece generalmente determinate dall'estensione dell'anticiclone Nord-Atlantico delle Azzorre che apporta aria fresca o temperata dai quadranti occidentali durante l'estate o alle frequenti irruzioni di aria continentale da Nord o Nord-Est convogliate durante l'inverno sulla regione dall'anticiclone dell'Europa centrorientale.

5.3.2.1.2 *Inquadramento climatico locale*

Le caratteristiche meteorologiche dell'area sono state dedotte analizzando ed elaborando le rilevazioni orarie effettuate da una centralina meteo-climatica localizzata nell'area della Centrale ACEA di Tor di Valle e gestita da ACEA stessa.

Le rilevazioni disponibili coprono il periodo che va dal settembre 2000 al dicembre 2001. Questi dati sono stati integrati, ove necessario, con quelli della stazione meteo del depuratore ACEA Roma Sud (posto in sito adiacente a quello della Centrale di Tor di Valle) e con quelli della stazione meteo di via Saredo gestita dalla Regione Lazio.

Regime termico

Dallo studio del regime termico si evince che le temperature si tengono generalmente su valori positivi con punte massime molto elevate nei mesi estivi, anche pari a 39,2°C.

La media dei valori massimi su base annuale (2001) è di 24,9°C, mentre la media delle minime è 8,2°C.

La media annuale (2001) è di 15,7°C.

Anno	Minima	Massima	Media	Origine
1998	-2,7	38,4	16,2	Saredo
1999	-2,5	37,5	16,4	Saredo
2000	-3,1	39,2	16,9	Saredo
2001	-0,9	37,5	15,7	ACEA TdV

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 121
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Tab. 5 – Valori delle temperature (in °C) massimi, minimi e medi su base annuale dal 1998 al 2001

Regime pluviometrico

I dati a disposizione permettono di definire la zona a piovosità abbastanza scarsa con la possibilità di periodi anche lunghi pressoché siccitosi (novembre-dicembre 2001).

Anno	Piovosità (mm H ₂ O)	Origine
1998	766	Saredo
1999	809	Saredo
2000	670	Saredo
2001	199	ACEA TdV

Tab. 6 - Precipitazioni (in mm) del periodo 1998-2001 (Stazione Meteo via Saredo - Centralina ACEA Tor di Valle)

Regime igrometrico

Per ciò che riguarda il regime igrometrico, dalla tabella seguente si deduce che l'umidità relativa (espressa in %) presenta valori massimi pari a 88,5% con una media sull'anno 2001 del 75,6%. Generalmente si può concludere che il clima è abbastanza umido, con medie mensili che nella maggior parte dei casi superano il 70%.

Anno	Minima	Massima	Media	Origine
1998	13,9	99,1	68,6	Saredo
1999	18,1	98,4	70	Saredo
2000	7,9	97,7	67,7	Saredo
2001	10	98,3	75,6	ACEA TdV

Tab. 7 - Umidità relativa minima, massima e media per anno (in %) dal 1998 al 2001

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 122
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

5.3.2.1.3 Caratterizzazione meteo-diffusiva

Per la caratterizzazione meteo-diffusiva si sono utilizzati oltre ai dati sopra menzionati della Centralina ACEA di Tor di Valle relativi al periodo settembre 2000-dicembre 2001, anche quelli relativi al periodo maggio 1996 – aprile 1997 a scopo di integrazione e confronto.

Per completare la descrizione anemologica per gli anni 1998-1999-2000 si sono inoltre utilizzati i dati del depuratore ACEA posto sempre nell'area di Tor di Valle. Quest'ultima centralina non ha però la possibilità di registrare la radiazione solare, non rendendo possibile un'elaborazione ai fini della determinazione delle classi di Pasquill.

Per colmare questa lacuna quindi, sono stati presi in considerazione i dati della stazione meteo gestita dalla Regione Lazio posta in via Saredo a Roma per gli anni 1998-1999-2000. Questa stazione è una delle più prossime al sito di Tor di Valle. Un confronto tra le rose dei venti registrate dalle stazioni di via Saredo, Ciampino e Fiumicino, ha evidenziato come nessuna di queste possa perfettamente sovrapporsi a quella registrata a Tor di Valle. Questo è comprensibile alla luce della complessità del terreno della zona considerata, in cui quindi ogni stazione risente delle peculiarità della morfologia circostante. Alla luce di questa osservazione, si è scelto di affiancare ai dati meteo registrati a Tor di Valle quelli della stazione di via Saredo, caratterizzata da vicinanza al sito di interesse e da una rosa dei venti con alcune caratteristiche comuni a quella di Tor di Valle.

Regime anemologico

Nella tabella seguente vengono elencate le frequenze dei venti raggruppate per classe di velocità e di direzione di provenienza.

Il trattino indica la totale assenza di venti per quel particolare intervallo di velocità del vento, il valore nullo indica invece l'esistenza di fenomeni meteorologici caratterizzati da quell'accoppiamento velocità - direzione del vento, ma che si presentano estremamente di rado (ed è quindi frutto dell'approssimazione nel calcolo).

Gradi	Velocità (m/s)							
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-11	11-14	14-24	>24
0-22	0,014	0,022	0,004	0,001	-	-	-	-
22.5-45	0,060	0,087	0,005	0,000	-	-	-	-
45-67,5	0,054	0,027	0,001	0,000	-	-	-	-
67,5-90	0,008	0,003	-	-	-	-	-	-
90,0-112,5	0,011	0,012	0,002	0,000	-	-	-	-

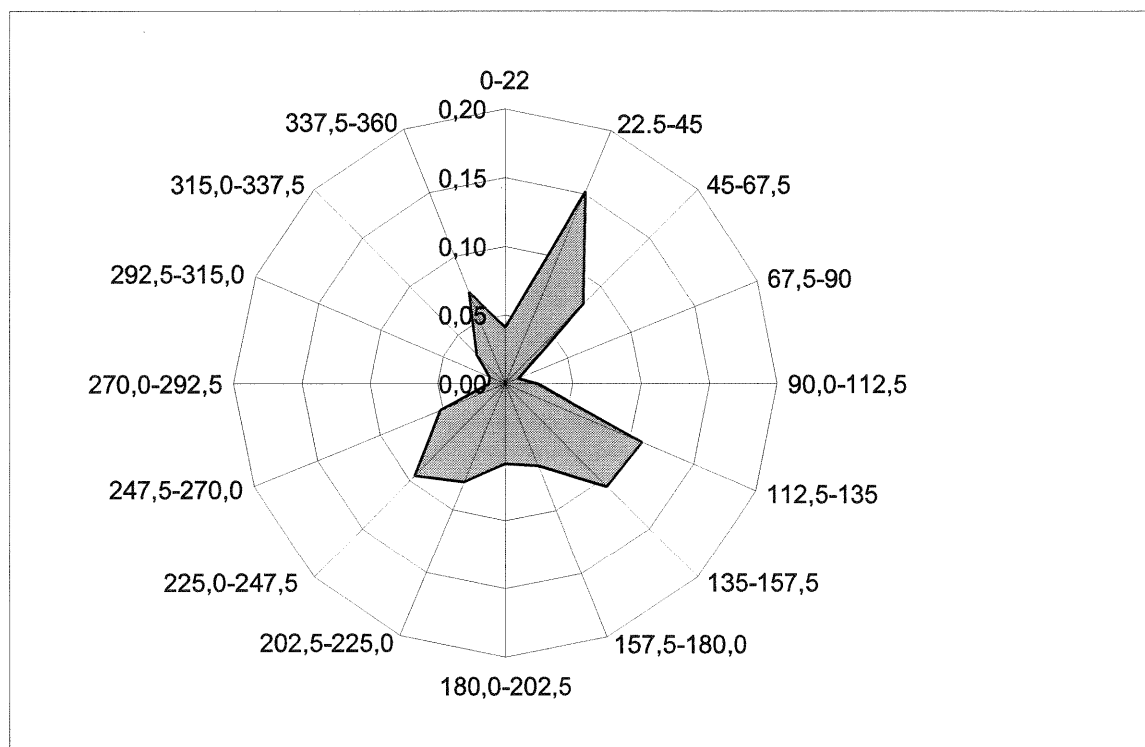
Gradi	Velocità (m/s)							
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-11	11-14	14-24	>24
112,5-135	0,026	0,059	0,019	0,005	0,000	-	-	-
135-157,5	0,033	0,040	0,022	0,010	0,001	-	-	-
157,5-180,0	0,024	0,028	0,012	0,001	-	-	-	-
180,0-202,5	0,012	0,036	0,010	0,000	-	-	-	-
202,5-225,0	0,015	0,049	0,013	0,002	0,000	-	-	-
225,0-247,5	0,017	0,052	0,023	0,002	-	-	-	-
247,5-270,0	0,014	0,024	0,013	0,001	-	-	-	-
270,0-292,5	0,006	0,004	0,001	0,001	-	-	-	-
292,5-315,0	0,007	0,004	0,001	0,000	-	-	-	-
315,0-337,5	0,012	0,012	0,005	0,000	-	-	-	-
337,5-360	0,011	0,028	0,019	0,013	0,001	-	-	-
TOTALI	0,324	0,486	0,150	0,037	0,003	-	-	-

Tab. 8 - Frequenze annuali per Direzione e Classe di Velocità dei Venti (dati relativi al 2001)

Si ha quindi una dominanza di venti con velocità inferiore ai 4 m/s.

L'analisi dei dati del depuratore ACEA per gli anni 1998-1999-2000 confermano questa dominanza, sebbene indichino in quegli anni una maggior importanza dei venti tra 0 e 2 m/s (55,6%) rispetto a quelli tra 2 e 4 m/s (30,8%).

Con riferimento ai dati disponibili per il 2001, periodo di osservazione a copertura di un intero anno, è possibile dedurre la seguente rosa dei venti:



ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 124
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Fig. 1 – Rosa dei venti rilevata dalla centralina ACEA nell'anno 2001

Questi dati sono in accordo con quelli risultanti dallo studio dei dati relativi al maggio 1996 – aprile 1997 ed indicano come direzioni prevalenti di provenienza del vento quelli compresi tra 22,5°N e 45°N, provenienti quindi da Nord-Nord-Est e con una frequenza del 15%; quelli compresi tra 112,5°N e 157,5°N (Est-Sud-Est) con una frequenza complessiva attorno al 20%; ed infine quelli compresi tra 225°N e 247,5°N (Sud-Ovest) con una frequenza del 10%.

I dati ACEA registrati sul depuratore per gli anni 1998-1999-2000 mostrano una rosa dei venti con una più forte componente da Sud-Ovest e una minor componente da Sud-Est. Rimane invariata come direzione ed importanza la componente da Nord-Est.

Ai fini di considerare la variabilità riscontrata nelle rose dei venti analizzate, le simulazioni short-term delle ricadute al suolo degli inquinanti verranno tutte fatte considerando venti provenienti da tutte le direzioni, come verrà più in dettaglio descritto nel paragrafo relativo.

Stabilità Atmosferica

Le classi di Stabilità di Pasquill sono indicatori qualitativi dell'intensità della turbolenza atmosferica, esse sono caratterizzate da 6 possibili condizioni, da fortemente instabile (A) a fortemente stabile (F). L'indice di stabilità atmosferica è un parametro molto importante per gli studi modellistici relativi alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Classe di Stabilità secondo PASQUILL	Condizioni Atmosferiche
A	Situazione estremamente instabile Turbolenza termodinamica molto forte Shear del vento molto debole
B	Situazione moderatamente instabile Turbolenza termodinamica media Shear del vento moderato
C	Situazione debolmente instabile Turbolenza termodinamica molto debole Shear del vento moderato
D	Situazione neutra adiabatica Turbolenza termodinamica molto debole Shear del vento forte
E	Situazione debolmente stabile Turbolenza termodinamica molto debole Shear del vento forte

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 125
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Classe di Stabilità secondo PASQUILL	Condizioni Atmosferiche
F+G	Situazione molto stabile Turbolenza termodinamica assente Shear del vento molto forte

Tab. 9 - Classi di Stabilità di Pasquill e condizioni atmosferiche

Le classi di stabilità sono generalmente elaborate attraverso opportuni algoritmi di calcolo sulla base dell'intensità del vento, della radiazione solare e della copertura nuvolosa.

Velocità del vento (m/s)	Giorno			Notte	
	Insolazione forte	Insolazione moderata	Insolazione debole	Coperto con velo di nubi o $\geq 4/8$ di nubi basse	$\leq 3/8$ di nuvolosità
<2	A	A-B	B	F	G
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
6	C	D	D	D	D

Tab. 10 – Classi di Stabilità di Pasquill (secondo Turner)

Nel caso specifico si è innanzitutto fatta una divisione fra giorno e notte in base ad un valore di soglia della radiazione solare di 10 W/m^2 .

Nelle ore diurne ci si è riferiti alla seguente tabella relativa al metodo di determinazione delle classi di Pasquill denominato "Solar Radiation/delta-T (SRDT)" (EPA, 2000), che dà la classe di Pasquill in funzione della radiazione solare e della velocità del vento:

Velocità del vento	Radiazione solare (W/m^2)			
	≥ 925	925-675	675-175	<175
<2	A	A	B	D
2-3	A	B	C	D
3-5	B	B	C	D
5-6	C	C	D	D
>6	C	D	D	D

Tab. 11 - Classi di Pasquill in funzione della radiazione solare e della velocità del vento (SRDT)

Nelle ore notturne ci si è riferiti invece alla tabella delle classi di Pasquill riportata in precedenza (Tab. 10) e relativa al metodo di Turner (EPA, 2000), dove come parametro discriminante per la copertura nuvolosa si è scelto di prendere la presenza o meno di precipitazioni.

I risultati di questa elaborazione sono riassunti nella tabella e nella figura seguente e denotano una frequenza alta per le classi F+G e D.

	2001	estate	inverno
A	0,8	0,8	0,1
B	12,2	8,6	3,6
C	15,3	8,2	7,1
D	20,9	9,7	11,2
E	6,0	1,5	4,5
F+G	44,8	22,7	22,1

Tab. 12 - Frequenza (in %) delle varie classi di Pasquill

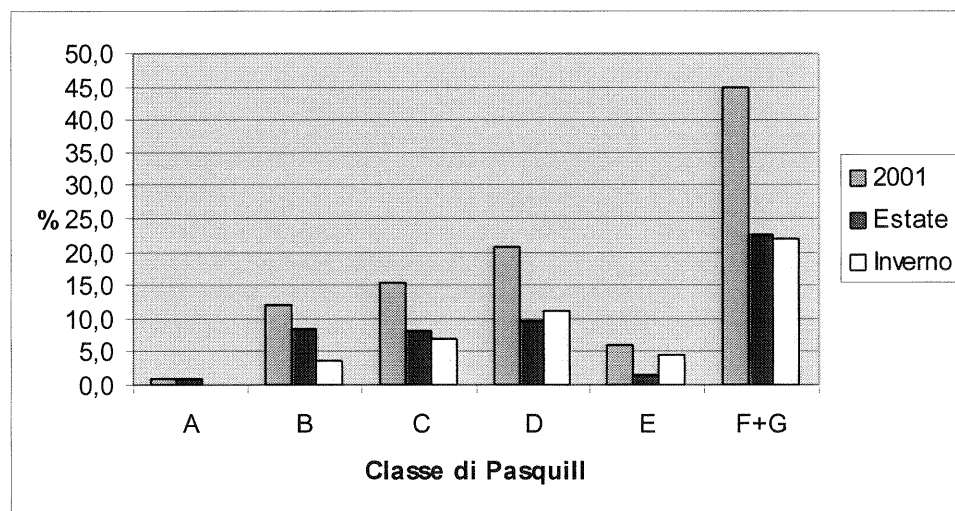


Fig. 2 - Percentuale delle Classi di Stabilità di Pasquill rilevata dalla centralina ACEA nel 2001

Si è inoltre cercata la frequenza delle classi di velocità dei venti associate alle classi di stabilità, ottenendo la seguente tabella:

Classe di Pasquill	Velocità (m/s)				
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-11
B	0,506	0,348	0,143	-	-
D	0,365	0,385	0,194	0,050	0,005
F+G	0,779	0,221	-	-	-

Tab. 13 – Classi di velocità associate alle classi di Pasquill utilizzate nelle simulazioni con ISC3 (dati 2001)

Per la classe B (moderatamente instabile) e per la D (neutra) sono quindi dominanti i venti inferiori a 4 m/s, mentre per la F+G (elevata stabilità) quelli inferiori a 2 m/s.

Dallo studio dei dati del maggio '96 – aprile '97, si deduce che sia durante la stagione estiva che in quella invernale la classe di stabilità di Pasquill che si presenta con maggiore frequenza è la D (neutra) con il 59% (26% estate e 33% inverno) seguita dalla classe F+G (elevata stabilità) con il 16%, mentre risultano poco frequenti le classi A e B corrispondenti a condizioni di dispersione instabili.

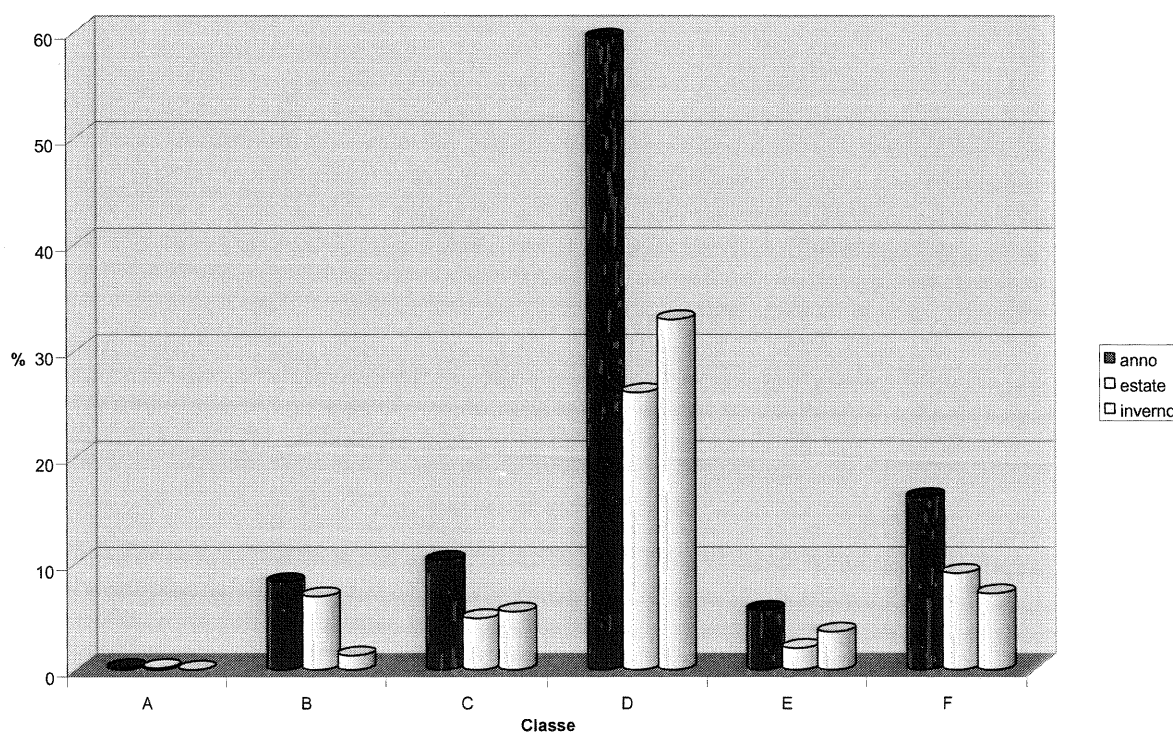


Fig. 3 – Percentuale delle Classi di Stabilità di Pasquill rilevata dalla centralina ACEA nel 1996

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 128
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Per quel che riguarda le frequenze relative alle velocità del vento rilevate dalla centralina meteo si osserva come le velocità più frequenti si attestano intorno ai 5 – 6 m/s in corrispondenza della classe di stabilità D mentre sono decisamente meno frequenti le velocità del vento intorno agli 1 o 2 m/s.

In entrambi i periodi analizzati si ha quindi una dominanza delle classi di stabilità D ed F+G.

A conferma di questa conclusione, possiamo analizzare la distribuzione delle classi di Pasquill per gli anni 1998-1999-2000 ottenute in base all'analisi dei dati della stazione meteo di via Saredo:

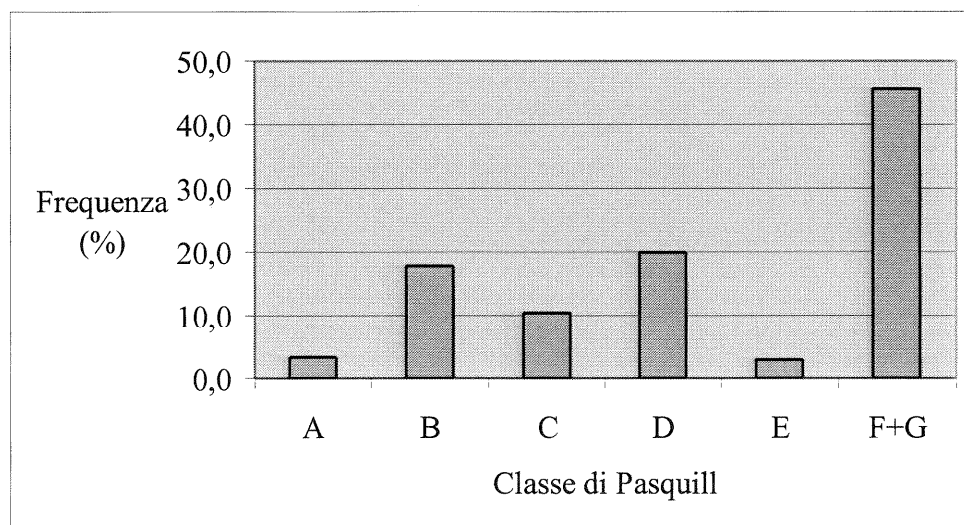


Fig. 4 – Frequenza delle classi di Pasquill negli anni 1998-1999-2000 (dati stazione meteo Regione Lazio – via Saredo, Roma)

Le classi di stabilità di Pasquill su cui si concentrerà l'attenzione delle simulazioni saranno la B, la D e la F, in modo da rappresentare tutte le tipologie di stabilità atmosferica e i risultati delle analisi dei dati campionati nelle varie stazioni meteo.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 129
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Inversione Termica

Con il termine di inversione termica si indica quel fenomeno che si riscontra nell'atmosfera quando si verifica un aumento della temperatura con il crescere della quota sul livello del mare ovvero quando il gradiente adiabatico della temperatura assume valori negativi.

La dispersione degli inquinanti emessi all'interno dello strato di inversione è fortemente inibita dalle forti condizioni di stabilità, mentre quelli emessi al di sopra dell'inversione si disperdono senza problemi.

Al fine della stima modellistica dei fenomeni di dispersione degli inquinanti in atmosfera si è fatto riferimento ai dati forniti dall'ARPA Emilia Romagna relativi alla stazione di Pratica di Mare, che è la più vicina al sito della nuova centrale tra quelle dotate di strumentazione per i radio sondaggi atti a valutare lo spessore delle inversioni termiche.

I dati a disposizione coprono il 2001, con l'eccezione del mese di marzo per il quale, in assenza di dati specifici, ci si è riferiti ai dati del 2000.

GG	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	700	>2000	1700	1200	900	600	300	500	1500	600		
2	600	700	800	1700	200	1300	800	500	1800	600	>2000	
3	900	1300	>2000	600	300	-	1200		>2000	600	1500	500
4	<100	400	1600	1100	700	-	900	400	1300	700	1400	<100
5	>2000	1100	1500	1400	-	1200	600	500	>2000	1000		1000
6	1000	800	1200	1100	-	900	600	700	>2000	800	700	500
7	100	800	1500	900	>2000	-	100	700	1100	900	1300	300
8	300	400	1300	1100	>2000	400	800	500	800	700	1400	1200
9	-	200	1300	>2000	>2000	1400	900	400	1300		1100	1000
10	1700	1400	900	500	500	>2000	300	>2000	1200	800	500	>2000
11	1000	300	900	>2000	>2000	-	>2000	800	1800	1000	200	900
12	800	500	1100	1400	700	800	400	1200	>2000	600	1900	1600
13	<100	100	700	1900	1800	300	500	700	1500	300	300	>2000
14	200	900	-	100	>2000	600		600	1400	400	1200	
15	>2000	400	1600	>2000	900	500	>2000	300	300	800	300	<100
16	>2000	600	1300	>2000	900	600		>2000	1500	500	>2000	>2000
17	500	1300	400	>2000	1000	>2000	1100	500	1500	500	400	>2000
18	1600	800	600	800	300	1800	1200	500	1900	1100	300	

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 130
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

GG	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
19	400	-	800	1600	600	>2000	>2000	600	>2000	1000	500	1600
20	1400	500	100	1100	>2000	>2000	1400	500	500	1300	1000	
21	400	500	1800	1100	1300	700		400	1300	400	1300	<100
22	600	900	1600	>2000	>2000	800		500	400	1200	500	1600
23	1500	800	900	1900	300	>2000	500	800	100	1200	700	1400
24	600	1200	900	700	500	700	500	700	500	1200	1500	200
25	800	<100	900	400	1600	300	400	600	500	1500		900
26	400	<100	>2000	>2000	1000	>2000	400	600	1100	1100	1400	>2000
27	>2000	>2000	1700	300	700	200	300	400	>2000	>2000	600	1700
28	800	>2000	>2000	1400	400	300	300	500	600	700	1100	1600
29	400		500	800	300	1500	400	500	900	1300	900	
30	200		1800	300	300	1200	500	700	700	600		
31	1200		1700		500		700	>2000		500		

Tab. 14 - Altezza dell'inversione termica presso la stazione di Pratica di Mare

L'altezza dell'inversione termica presenta spesso valori abbastanza elevati, contribuendo alla dispersione degli inquinanti.

5.3.2.2 Analisi dello stato di qualità dell'aria

Per quanto riguarda la descrizione della qualità dell'aria, ci si è avvalsi dei dati misurati da centraline installate sia da ACEA che dal Comune di Roma in prossimità del sito della Centrale (vedi fig. 5 e 6).

Le prime sono state installate proprio con lo scopo di monitorare le emissioni della Centrale di Tor di Valle e sono pertanto collocate nei pressi dell'area di centrale.

Le seconde sono state aggiunte perché comprese nell'area in cui sono diffusi i recettori usati nella simulazione col modello ISC3 e perché danno informazioni su altri inquinanti, in particolare CO e O₃, non campionati dalle centraline ACEA.

La scelta è quindi data ai fini di una miglior caratterizzazione dell'area studiata.

NOME	GESTORE	PARAMETRI RILEVATI
Torrino	ACEA	NO2, NO
Vallerano	ACEA	NO2, NO
Portuense	ACEA	NO2, NO
Fermi	Comune di Roma	CO, SO2, O3, NO, NOx NO2, PM10
Magna Grecia	Comune di Roma	CO, O3, NO, NOx NO2, PM10, BTX

Tab. 15 – Caratteristiche delle centraline considerate per lo studio

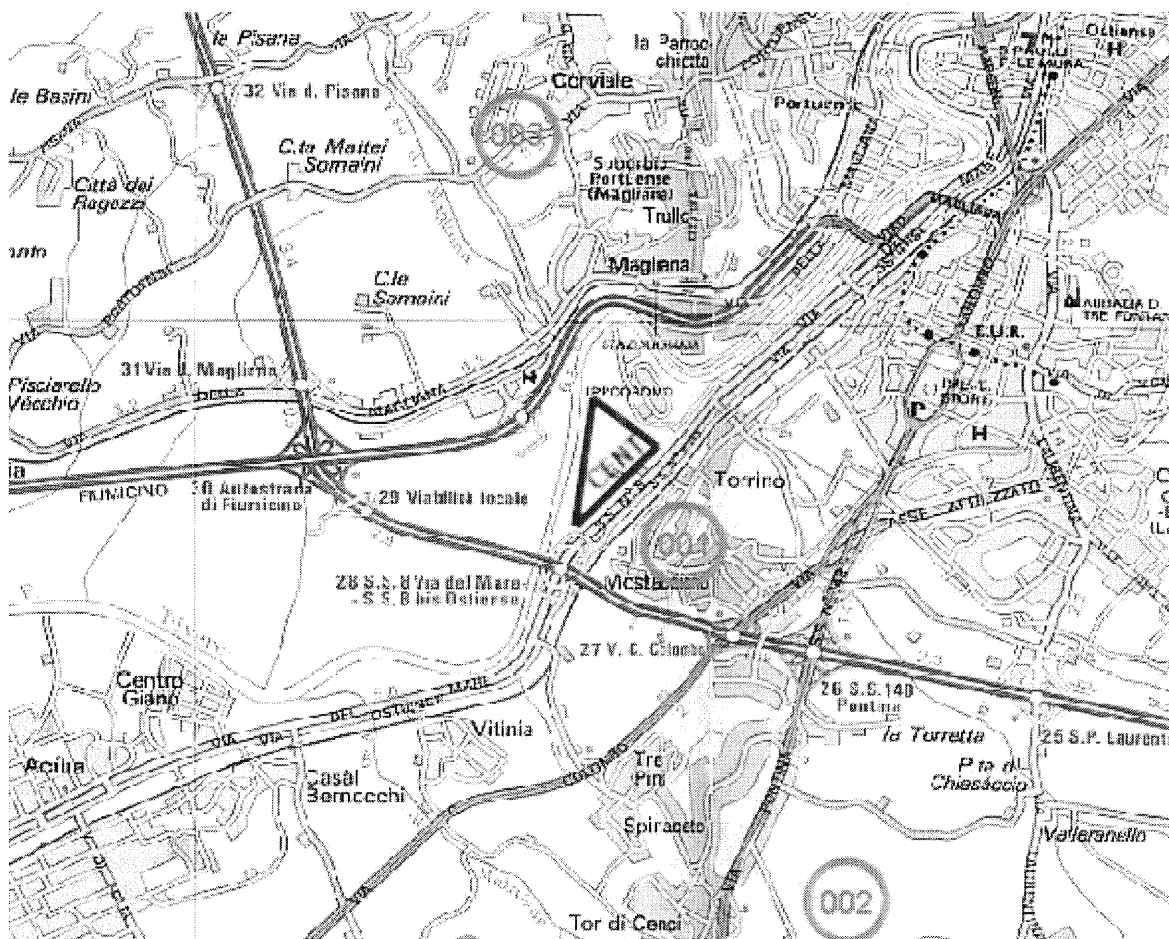


Fig. 5 - Localizzazione delle centraline ACEA (1. Torrino; 2. Vallerano; 3. Portuense)

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 132
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

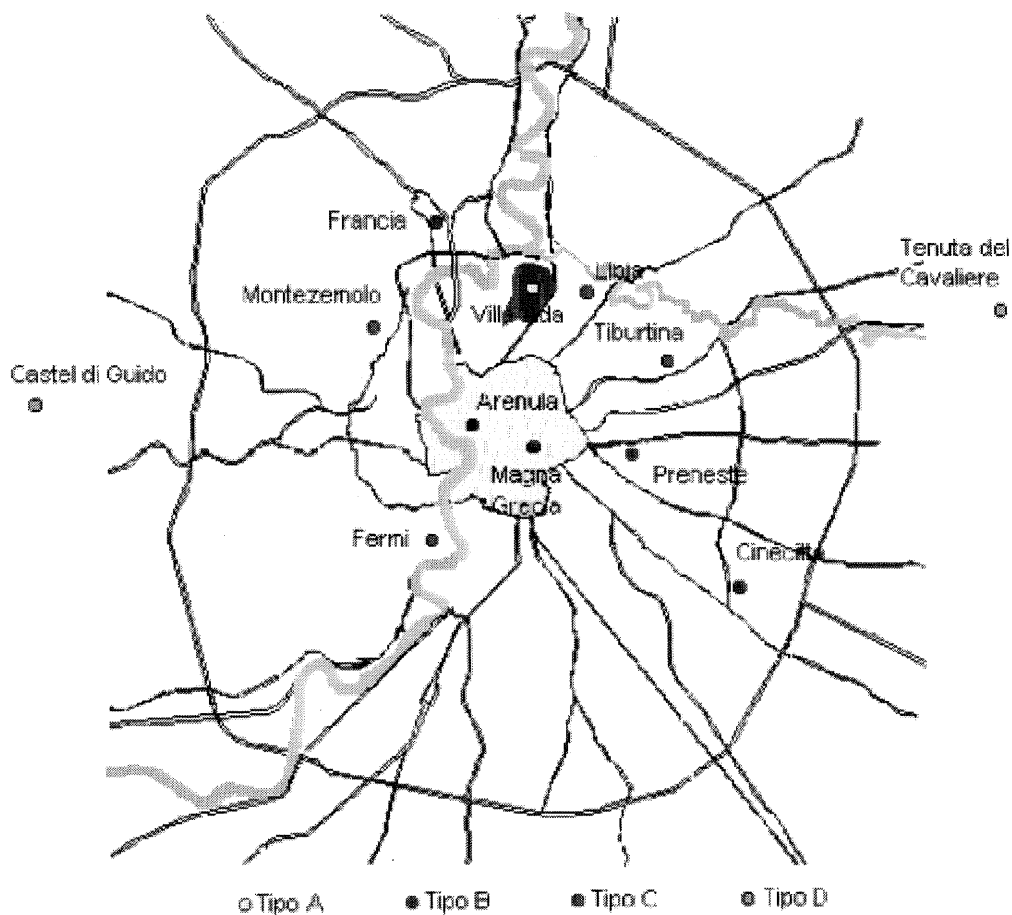


Fig. 6 – Localizzazione delle centraline del Comune di Roma

La tipologia delle stazioni (A, B, C, D) fa riferimento alla classificazione operata dal DM 20 maggio 1991, che di seguito si riporta:

- A) Stazioni di base o di riferimento sulla quale misurare tutti gli inquinanti primari e secondari ed i parametri meteorologici di base nonché inquinanti non convenzionali da valutarsi con metodologie analitiche manuali. Tali stazioni debbono essere preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana (parchi, isole pedonali, ecc.).
- B) Stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa nelle quali misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento a NO₂, idrocarburi, SO₂, materiale particolato in sospensione con caratterizzazione della massa, del contenuto in piombo.

- C) Stazioni situate in zone ad elevato traffico per la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare (CO, idrocarburi volatili), situate in zone ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione. In tal caso, i valori di concentrazione rilevati sono caratterizzati da una rappresentatività limitata alle vicinanze del punto di prelievo.
- D) Stazioni situate in periferia od in aree suburbane finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici (NO₂, ozono, PAN) da pianificarsi sulla base di campagne preliminari di valutazione dello smog fotochimico particolarmente nei mesi estivi.

Le concentrazioni in aria delle sostanze inquinanti in tabella vengono misurate in continuo garantendo una disponibilità di dati pari a 24 concentrazioni medie orarie al giorno.

Per quanto riguarda le centraline ACEA, dopo depurazione dai dati non validi, sono stati calcolati i valori del minimo, del massimo, della media, della mediana e del 98° percentile per NO e NO₂:

	NO (µg/m ³)				
	min	max	media	mediana	98° perc
Torrino 1997	0,0	285,0	39,8	18,5	216,3
Torrino 1998	0,0	285,0	27,3	8,2	180,4
Torrino 1999	0,0	252,2	25,8	10,3	168,1
Torrino 2000	0,0	297,3	45,3	18,5	231,7
Torrino 2001	0,0	251,7	15,2	5,3	124,0
Vallerano 1997	0,0	221,4	30,1	12,3	164,0
Vallerano 1998	0,0	278,8	27,9	10,3	162,2
Vallerano 1999	0,0	291,1	26,2	12,3	159,9
Vallerano 2000	0,0	190,7	24,4	14,4	131,6
Vallerano 2001	0,0	176,7	12,3	4,1	113,2
Portuense 1997	2,1	250,1	72,4	63,6	188,6
Portuense 1998	0,0	262,4	48,2	32,8	184,5
Portuense 1999	0,0	274,7	42,8	28,7	174,3
Portuense 2000	-	-	-	-	-
Portuense 2001	0,0	275,9	43,1	23,2	181,0

Tab. 16 - Valori di concentrazione NO registrati dalle centraline ACEA

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 134
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	min	max	media	mediana	98° perc
Torrino 1997	-	-	-	-	-
Torrino 1998	0,0	194,8	59,5	53,3	146,2
Torrino 1999	4,1	196,8	55,6	47,2	147,6
Torrino 2000	0,0	196,8	51,7	43,1	131,2
Torrino 2001	1,2	201,5	60,9	49,6	163,6
Vallerano 1997	2,1	141,5	40,8	34,9	104,6
Vallerano 1998	2,1	159,9	42,2	36,9	110,7
Vallerano 1999	0,0	176,3	47,2	39,0	125,1
Vallerano 2000	4,1	168,1	39,8	32,8	125,1
Vallerano 2001	2,9	84,3	23,2	17,0	67,0
Portuense 1997	12,3	151,7	56,0	53,3	121,0
Portuense 1998	4,1	182,5	58,4	55,4	127,1
Portuense 1999	4,1	166,1	61,3	57,4	123,0
Portuense 2000	-	-	-	-	-
Portuense 2001	3,3	183,9	53,3	49,4	116,6
Valore guida mediana DPR 203/88	50				
Valore guida 98° percentile DPR 203/88	135				
Livello di attenzione (DM 25/11/1994)	200				
Livello di allarme (DM 25/11/1994)	400				

Tab. 17 - Valori di concentrazione NO2 registrati dalle centraline ACEA

Riguardo alle centraline gestite dal Comune di Roma, dalla Relazione sullo Stato della Qualità dell'Aria per l'anno 2000 disponibile sul sito del Comune, si possono trarre i seguenti dati per i principali inquinanti di interesse:

CO – Monossido di Carbonio																								
Stazioni	Eventi con media oraria >40 mg/m ³						Eventi con media fasce 8 ore >10 mg/m ³																	
							01 – 08					09 – 16					17 - 24							
Anno	00	99	98	97	96	95	00	99	98	97	96	95	00	99	98	97	96	95	00	99	98	97	96	95
Fermi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	2	10	12	24	20	30
M. Grecia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1	3

Tab. 18 - Riepilogo eventi per il monossido di carbonio negli anni 1995 – 2000

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 135
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

NO2 – Biossido di Azoto								
Stazioni	98° Percentile (µg/m3)							
Anno	2000	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993
Fermi	184	181	196	204	159	171	204	198
M. Grecia	145	150	150	160	149	158	173	190

Tab. 19 - Riepilogo 98° percentile per il Biossido di Azoto

O3 - Ozono							
Limiti	PROTEZIONE DELLA SALUTE			ATTENZIONE/ ALLARME		PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	
	Medie fasce 8 ore >110 µg/m³			>180 µg/m³	>360 µg/m³	>200 µg/m³	>65 µg/m³
Tipo di evento	8÷16	16÷24	12÷20	Ore	Ore	Ore	Giorni
Fermi (C)	-/-	-/-	-/2	-/1	-/-	-/-	-/1/2
M. Grecia (B)	4/3/4	-/1	32/15/16	3/5/13	-/-	1/2/3	28/14/7

Tab. 20 - Ozono. Riepilogo degli eventi negli anni 2000/99/98 secondo l'ALLEGATO I al D.M. 16 maggio 1996

Stazioni	Monossido di Carbonio												Biossido di Azoto											
	>15 mg/m³						>30 mg/m³						>200 µg/m³						>400 µg/m³					
Anno	00	99	98	97	96	95	00	99	98	97	96	95	00	99	98	97	96	95	00	99	98	97	96	95
Fermi (C)	10	24	19	42	43	71	-	-	-	-	-	2	69	56	13	17	20	37	-	-	-	-	-	-
M. Grecia (B)	1	7	9	5	4	17	-	-	-	-	-	-	4	9	11	20	4	15	-	-	-	-	-	-

Tab. 21 - Numero di ore di superamento dei livelli di attenzione/allarme (D.M. 15 aprile 1994)

PM10			
particelle presenti in aria con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm			
Stazioni	Medie mobili annue (µg/m³)		
	al 30.09.98	al 31.12.99	al 31.12.00
MAGNA GRECIA (B)	43	45	61
FERMI (C)	55	47	42

Tab. 22 - Medie mobili annue relative ai PM10

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 136
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Come evidenziato dalla relazione del Comune di Roma (“Stato della qualità dell’aria del Comune di Roma”, 2000), l’inquinamento atmosferico dell’area urbana di Roma è da attribuire quasi esclusivamente alle emissioni di gas di scarico prodotte dai veicoli a motore a causa dell’elevata circolazione di mezzi privati e pubblici. Il contributo delle emissioni prodotte dagli insediamenti industriali potenzialmente inquinanti è poco significativo ed associabile a qualche punto percentuale.

5.3.3 Stima degli impatti indotti dall’opera

5.3.3.1 Impatti in fase di cantiere

Viene analizzato l’impatto atmosferico connesso con la fase di costruzione della centrale elettrica di Tor di Valle; tale studio si prefigge di individuare le principali sorgenti di inquinamento e di quantificare le emissioni degli inquinanti.

L’analisi si è focalizzata sulle attività che comporteranno le maggiori emissioni in atmosfera; tali attività sono raggruppabili nelle seguenti fasi:

- scavo e riporto;
- ripristino ambientale (compattazione e livellamento del terreno);
- trasporto da parte di mezzi pesanti di materiali in cantiere (da portare sul sito);
- trasporto da parte di mezzi pesanti di materiali dal cantiere (da asportare dal sito).

Le operazioni di scavo e riporto sono tutte interne all’area di pertinenza della centrale.

Le operazioni riguardano movimenti contemporanei di materie di scavo e di riporto che vengono trasportate per tragitti relativamente brevi.

I quantitativi dei materiali oggetto di scavo e riporto sono dell’ordine di 3.000-5.000 m³.

Le operazioni di scavo e riporto sono tutte all’interno dell’area di pertinenza della centrale e in molti casi si prevede che il materiale di scavo possa essere utilizzato per operazioni di riporto in sito. Ciò riduce enormemente il traffico di mezzi necessari e conseguentemente anche l’inquinamento atmosferico da essi prodotto.

I materiali da portare in cantiere sono specifici per ogni funzione. Si tratta di materie prime e semi-lavorati necessari alla realizzazione delle opere civili, di componenti meccanici premontati, di componenti elettrici ed elettronici. Il trasporto di tale materiale in cantiere avverrà in una sequenza che prevede nella prima fase il trasporto di materiale per le opere civili, nella seconda fase il trasporto dei componenti meccanici e nella terza i componenti elettrici ed elettronici.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 137
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

L'impatto ambientale provocato dalle operazioni di cantiere è dovuto principalmente al sollevamento di polveri ed alle emissioni dei mezzi di trasporto e di movimento terra.

Negli ultimi anni la normativa sulle emissioni veicolari ha mostrato una continua evoluzione verso la riduzione delle emissioni stesse; tali norme hanno carattere internazionale, sia per favorire la libera circolazione e vendita dei veicoli, sia per limitare l'inquinamento transfrontaliero. Per il nostro paese la sede di riferimento è quella comunitaria, dove le normative sono state trasformate in direttive, obbligatorie per tutti gli stati membri e recepite nell'ordinamento nazionale con appositi decreti ministeriali.

Per le operazioni di cantiere, il calcolo delle emissioni gassose veicolari viene di norma effettuato utilizzando la banca dati CORINAIR elaborata dall'Unione Europea, la cui ultima versione disponibile risale al 1997; in essa sono forniti i coefficienti di emissione per tipologia di inquinante e di veicolo.

Per tutte le categorie di veicoli, i principali composti soggetti a regolamentazione sono:

- monossido di carbonio (CO);
- idrocarburi incombusti (HC);
- ossidi di azoto (NO_x);
- particolato (PM).

Per la fase di cantierizzazione gli automezzi e i macchinari presenti vengono assimilati a due tipologie prevalenti :

- veicoli commerciali pesanti;
- macchinari da cantiere.

Per quanto riguarda i *veicoli commerciali pesanti* le emissioni vengono valutate tramite i fattori di emissione medi espressi in g/veic × km. Nota, quindi, la tipologia dei veicoli, il tipo di alimentazione (benzina o diesel) e il tipo di percorso (urbano, misto o autostradale), tramite i coefficienti di emissione è possibile calcolare le emissioni gassose. Valori tipici delle emissioni di veicoli commerciali pesanti diesel sono riportati nella tabella seguente.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 138
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

COMPOSTI	FATTORI DI EMISSIONE MEDI (g/veic*km)	
	CICLO DI GUIDA	
	URBANO	EXTRAURBANO
NO _x	6,34	3,56
COVNM	1,26	0,64
CO	1,94	1,11
PM	0,30	0,14

Tab. 23 – Fattori di emissione medi per veicoli commerciali pesanti diesel

Per i *macchinari da cantiere*, quali ad esempio escavatore, dozer e pala meccanica, i valori tipici sono rappresentati nella tabella seguente.

TIPO DI EMISSIONE	POTENZA DEL MOTORE 18-75 kW	POTENZA DEL MOTORE SUPERIORE A 75 kW
	FATTORI DI EMISSIONE in g/kWh (anno 2000)	
CO	6,5	5
HC	1,3	1,5
NO _x	9,2	9,2
PM	0,85	0,7

Tab. 24 – Fattori di emissione di macchinari da cantiere

Una valutazione quantitativa degli impatti dovuti all'inquinamento atmosferico derivante dalle attività di cantiere, si presenta assai difficoltosa. Infatti, solo per le operazioni prettamente attinenti all'area di cantiere (scavo e ripristino ambientale sopra descritte) è possibile effettuare una circoscrizione temporale e spaziale definita, mentre le altre operazioni presentano una dispersione spaziale delle sorgenti e intermittenza delle emissioni.

E' comunque possibile effettuare alcune considerazioni di carattere generale. In primo luogo, è evidente che le emissioni previste sono di modestissima entità. Infatti, se vengono paragonate alle emissioni giornaliere previste, ad esempio, in un grande parcheggio o in una strada di grande traffico, si può osservare che i valori sono nettamente inferiori. Inoltre, il tempo previsto per le operazioni di cantiere è limitato, e ciò permetterà all'ambiente interessato di recuperare gli effetti indotti dai lavori di costruzione.

Si osserva infine che le emissioni sono circoscritte in un'area non popolata per cui i modesti quantitativi di inquinanti atmosferici immessi interesseranno solo gli addetti alle attività del cantiere e le componenti ambientali del sito. Una considerazione analoga vale anche per gli

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 139
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

eventuali effetti generati dall'inquinamento atmosferico sulle componenti biotiche (in particolare la flora). Anche il sollevamento di polveri, solitamente più visibilmente apprezzabile durante le attività di cantiere, costituisce un effetto ambientale modesto in quanto è totalmente reversibile e di scarsa entità.

Si può pertanto affermare che le emissioni precedentemente calcolate, sono di modesta entità, temporalmente circoscritte e che perturberanno soprattutto la qualità dell'aria locale.

Si può quindi concludere che gli effetti ambientali causati dall'inquinamento atmosferico indotto dalle attività di cantiere risultano di lieve entità e sono totalmente reversibili.

5.3.3.2 Impatti in fase di esercizio

5.3.3.2.1 Impatti a scala globale

L'intervento di conversione e repowering della sezione di cogenerazione della Centrale di Tor di Valle realizzato attraverso l'entrata in funzione di un nuovo modulo a ciclo combinato comporta la produzione di energia elettrica e termica con un'elevata efficienza energetica complessiva, superiore a quella delle fonti di produzione tradizionali; l'elevata efficienza nella conversione energetica assicura in generale minori emissioni specifiche (cioè per unità di energia prodotta) di inquinanti atmosferici e quindi nel complesso emissioni in atmosfera evitate.

La conversione del vecchio impianto comporta il passaggio da alimentazione a metano e gasolio, in caso di necessità, ad un nuovo e più efficiente modulo alimentato esclusivamente a metano anche in condizioni di emergenza; a tutto ciò segue, oltre a un risparmio in termini di emissioni globali degli inquinanti atmosferici di seguito stimato, il totale azzeramento delle emissioni degli ossidi di zolfo SO_x dalla sezione di impianto in esame.

Oltre a ossidi di azoto (NO_x) e monossido di carbonio (CO) risulta significativo prendere in considerazione, a scala globale, anche le emissioni di biossido di carbonio (CO₂), che pur non essendo da considerare una sostanza inquinante, sta ricevendo una crescente attenzione da parte della comunità scientifica internazionale in relazione alle variazioni climatiche globali. Infatti, il biossido di carbonio è riconosciuto come uno dei gas maggiormente responsabile delle alterazioni del clima ("effetto serra").

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 140
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Produzione di energia elettrica

Un calcolo indicativo delle emissioni evitate può essere fatto sulla base dei fattori di emissione ricavati dai dati reali o reperibili in letteratura e in particolare:

- centrali termoelettriche ENEL:
 - NOx e CO₂: dati del Rapporto ambientale ENEL 2000 (ENEL, 2001);
 - CO: calcolati sulla base dei fattori di emissione CORINAIR (Gaudio e altri, 1989), delle quantità di combustibili utilizzati per la produzione termoelettrica 1999 e dei relativi livelli di produzione energetica (ENEL, 1999);
- sezione di cogenerazione esistente:
 - NOx, CO, CO₂: dati ricavati sulla base dei valori medi di concentrazione nei fumi, del tempo di funzionamento annuo dell'impianto e dei livelli di produzione energetica medi annui, imputando il valore complessivo delle emissioni alla sola produzione di energia elettrica;
- nuovo modulo a ciclo combinato:
 - NOx e CO, CO₂: dati ricavati sulla base dei valori medi di concentrazione nei fumi, del tempo di funzionamento annuo dell'impianto e dei livelli di produzione energetica medi annui, imputando il valore complessivo delle emissioni alla sola produzione di energia elettrica;

Riepilogo dei fattori di emissione specifici calcolati:

	Emissioni specifiche in atmosfera (t/GWh)		
	NOx	CO	CO ₂
SITUAZIONE ATTUALE			
Produzione termoelettrica ENEL	0,9	0,14	702
Produzione energia elettrica dall'esistente sezione di cogenerazione	4	0,04	706
SITUAZIONE PREVISTA			
Produzione energia elettrica da modulo a ciclo combinato esistente	0,19	0,01	379

Tab. 25 – Emissioni specifiche dei vari inquinanti per sorgente di emissione

Nella tabella che segue sono riepilogati i valori di emissioni evitate per le specie inquinanti considerate, calcolati sulla base dei fattori di emissione sopra illustrati e gli scenari energetici

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 141
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

attuali e successivi e conseguenti l'entrata in servizio del nuovo modulo a ciclo combinato ACEA.

	Ripartizione potenza	Fonte	Emissioni in t/anno		
			NOx	CO	CO2
ANTE	346,8 GWh	ENEL	312	49	243.454
	53,2 GWh	Impianto cogenerazione	213	2	37.560
	400 GWh	TOTALI	525	51	281.014
POST	400 GWh	Repowering	76	4	151.600
Emissioni evitate			449	47	129.414

Tab. 26 – Tabella riassuntiva delle emissioni evitate

I dati mostrano valori positivi di emissioni evitate per tutti e tre gli inquinanti considerati con valori assoluti più rilevanti per CO₂ e, secondariamente, per NOx.

Produzione di energia termica

Sempre all'interno di valutazioni su scala globale è importante sottolineare come la messa in esercizio del nuovo impianto consentirà l'ampliamento della rete di teleriscaldamento esistente.

Una stima delle emissioni evitate per il riscaldamento domestico può essere fatto sulla base del fabbisogno termico stimato, dei fattori di emissione relativi al riscaldamento domestico riportati nella Deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n. 1723 del 16 novembre 2001, del rendimento medio degli impianti di riscaldamento domestico (posto pari a 0,8).

I fattori di emissione espressi in relazione all'energia di combustione del gas naturale (g/GJ) sono di seguito riepilogati.

	NOx	CO	CO ₂
	g/GJ	g/GJ	g/GJ
Gas naturale	49,9	39,9	56.140

Tab. 27 – Fattori di emissione per il riscaldamento domestico

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 142
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Sulla base di tali fattori è possibile stendere le seguenti tabelle riassuntive sul fabbisogno energetico e sulle emissioni evitate, relative alla situazione ante-operam, con la rete di teleriscaldamento estesa solo ai quartieri Torrino Sud e Mostacciano, e relative alla situazione di esercizio definitivo, ad operazione di repowering completata, con la rete di teleriscaldamento estesa anche al quartiere Torrino Mezzocammino:

	Zone servite	Fabbisogno di energia (all'utente, in GWh)	Fabbisogno di energia (all'utente, in GJ)
Ante-operam	Torrino sud e Mostacciano	49,97	179.892
Esercizio definitivo	Torrino sud e Mostacciano + Torrino Mezzocammino	81,225	292.410

Tab. 28 – Tabella dei quantitativi di energia forniti all'utenza tramite teleriscaldamento

A questi valori di fabbisogno energetico all'utenza, bisogna applicare il rendimento di combustione delle caldaie preso pari a 0,8, ottenendo la energia che deve essere realmente prodotta dalle caldaie per ottenere il riscaldamento desiderato.

	Zone servite	Energia da produrre (in GWh)	Energia da produrre (in GJ)
Ante-operam	Torrino sud e Mostacciano	62,46	224.856
Esercizio definitivo	Torrino sud e Mostacciano + Torrino Mezzocammino	101,53	365.508

Tab. 29 – Energia da produrre tramite caldaie condominiali

	Emissioni evitate (t/anno)		
	NOx	CO	CO2
Ante-operam	11,2	9,0	12.623
Esercizio definitivo	18,2	14,6	20.519

Tab. 30 – Tabella delle emissioni evitate

Inoltre nel periodo di transizione verrà intensificato il funzionamento delle caldaie per sopperire alla mancanza di potenza data dal modulo di cogenerazione in via di smantellamento.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 143
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

In questo modo si garantirà comunque il fabbisogno energetico necessario per alimentare la rete di teleriscaldamento esistente evitando la necessità di iniziative individuali da parte dei singoli beneficiari del TLR.

5.3.3.2.2 *Impatti a scala locale*

La stima degli effetti diretti sulla qualità dell'aria a *livello locale* determinati con l'entrata in esercizio del nuovo impianto a ciclo combinato e conseguente dismissione del modulo di cogenerazione esistente nella centrale ACEA di Tor di Valle, consistenti in particolare nella variazione dei livelli di concentrazione in atmosfera degli inquinanti presenti nelle stesse emissioni (CO e NOx), è stata effettuata mediante utilizzo di un modello matematico di dispersione degli inquinanti in atmosfera. La scelta del modello è stata operata sulla base dei criteri usualmente adottati (EPA, 1986; norma UNI 10796 del 31/10/2000; Desiato F., Brusasca G., Deserti M., Zanini G., 2000; Finzi, Brusasca, 1991) in considerazione dello scenario di applicazione del modello stesso e in particolare:

- scala spaziale: **locale (fino a 10-40 km)**;
- intervallo temporale: **sia di breve periodo (minuti-ore) che di tipo climatologico (periodi stagionali ed annuali)**;
- ambito territoriale: **sito complesso (terreno non pianeggiante, caratteristiche territoriali e meteorologiche non-omogenee)**;
- sorgente: **puntiforme**;
- inquinanti: **inerti** (o approssimativamente, e conservativamente, considerabili tali).

Il modello selezionato è Industrial Source Complex (ISC) versione 3 approvato dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente statunitense (U.S. Environmental Protection Agency, EPA); questo modello è quello di riferimento dell'EPA per lo studio della diffusione e del trasporto di inquinanti primari emessi da sorgenti industriali (EPA, 1986). La struttura algoritmica del modello si basa su una soluzione stazionaria dell'equazione di trasporto e diffusione degli inquinanti (Seinfeld, 1986) nell'approssimazione di pennacchio gaussiano.

Le principali ipotesi del modello sono:

- processo di emissione e diffusioni stazionari;

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 144
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

- trasporto degli inquinanti sottovento ad opera del vento predominante rispetto al trasporto dovuto alla turbolenza;
- velocità del vento costante nel tempo e nello spazio e agente solo in direzione;
- diffusione di inquinante di tipo inerte;
- suolo totalmente riflettente nei confronti delle particelle di inquinante.

Fissato un sistema di riferimento con origine alla base della sorgente puntiforme, l'asse x nella direzione del vento, l'asse z coincidente con l'asse del camino e l'asse y perpendicolare agli altri due, l'equazione di distribuzione della concentrazione sottovento dovuto alla sorgente può essere così scritta:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \left[e^{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}} \right]$$

dove

$C(x,y,z)$ = concentrazione nel punto di coordinate x,y,z

Q = portata di emissione della sorgente inquinante (g/s)

u = velocità media del vento (m/s)

σ_y = deviazione standard del pennacchio nella direzione y (m)

σ_z = deviazione standard del pennacchio nella direzione z (m)

H = altezza effettiva della sorgente (m), data dalla somma dell'altezza geometrica (h_g) e dell'innalzamento del pennacchio all'emissione dal camino nella fase aerodinamica prima della diffusione in atmosfera (ΔH)

I profili di concentrazione all'interno del pennacchio lungo gli assi y e z, corrispondono a una distribuzione di tipo gaussiano con deviazioni standard σ_y e σ_z .

Nel manuale guida per l'utilizzo del modello (EPA, 1995) è riportata la descrizione dettagliata degli algoritmi impiegati. In allegato al presente Studio (allegato 9) è riportata una descrizione delle principali caratteristiche del modello utilizzato.

Il modello ISC dispone di due versioni: ISCST (Short Term) e ISCLT (Long Term).

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 145
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

La prima versione è adatta per la valutazione su periodi di tempo brevi (da 30 minuti ad alcune ore) mentre la seconda, di tipo climatologico, permette di valutare la concentrazione degli inquinanti durante un periodo di studio quale ad esempio un mese o meglio ancora una stagione o l'intero arco dell'anno, in considerazione delle frequenze di occorrenza del vento lungo le varie direzioni.

Le simulazioni sono state condotte sulla base dei seguenti dati di input del modello:

- a) caratteristiche meteorologiche dell'area;
- b) caratteristiche fisiche ed emissive delle sorgenti;
- c) localizzazione dei recettori (posizione e altitudine).

Le caratteristiche meteorologiche e meteorodiffusive dell'area sono state dedotte analizzando le elaborazioni della centralina ACEA presente all'interno dell'area interessata e analizzate in dettaglio in precedenza (par. 5.3.2.1).

Nei paragrafi seguenti, dedicati alle simulazioni condotte a breve termine e a lungo termine, vengono indicati con maggiore dettaglio gli scenari meteorologici analizzati.

Le emissioni gassose sono limitate ad Ossidi di Azoto (NOx) e Monossido di Carbonio (CO) generati nella camera di combustione della turbina a gas metano.

La combustione di solo metano evita l'emissione in atmosfera di SOx e PST che generalmente si formano nei processi di combustione degli olii combustibili.

La progettazione della centrale ed i sistemi adottati corrispondono alle migliori tecniche e tecnologie disponibili, in particolare i bruciatori utilizzati sono a bassa produzione di NOx del tipo Dry Low NOx (DLN), con relativo abbattimento dei picchi di temperatura responsabili della formazione degli ossidi di azoto.

L'ubicazione della centrale è illustrata nella tavola d'inquadramento territoriale (allegato 1).

I dati riportati sono stati ricavati dalle specifiche di progettazione (garanzie del costruttore), i valori delle concentrazioni in uscita dai camini stimati sono confrontabili con i valori direttamente rilevati in centrali esistenti di ultima realizzazione.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 146
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

L'impianto proposto si caratterizza per un regime di funzionamento continuo 24/24 h, per un totale di circa 7.500/8.000 ore all'anno, al netto dei fuori servizio per la manutenzione ordinaria, programmata nei periodi estivi di minore redditività, per una produzione annua di energia elettrica di circa 400 GWh.

Caratteristiche sorgenti di emissione in atmosfera

Considerando l'intera area in cui è presente il Modulo a Ciclo Combinato del 1997, la sezione di cogenerazione attualmente in funzione che verrà sostituita dal nuovo modulo a ciclo combinato e le caldaie ausiliarie, possiamo caratterizzare tre periodi temporali diversi:

1. Scenario attuale:

Modulo a Ciclo Combinato del 1997 (funzionamento a ciclo continuo, circa 8000 h/anno)

Sezione di Cogenerazione (funzionamento discontinuo, circa 4000 h/anno)

Caldaie (funzionamento discontinuo, in caso di indisponibilità del gruppo a gas o per carichi di punta)

2. Scenario di esercizio provvisorio (con durata di circa 18 mesi)

Modulo a Ciclo Combinato del 1997 (funzionamento a ciclo continuo, circa 8000 h/anno)

Caldaie (funzionamento discontinuo, 4375 h/anno)

3. Scenario futuro a regime:

Modulo a Ciclo Combinato del 1997 (funzionamento a ciclo continuo, circa 8000 h/anno)

Nuovo modulo a ciclo combinato in sostituzione della Sezione di Cogenerazione (funzionamento a ciclo continuo, 7500-8000 h/anno)

Caldaie (funzionamento discontinuo: 650 h/anno con una sola caldaia, ulteriori 550 h/anno con due caldaie)

Le caratteristiche delle sorgenti sopra menzionate sono esplicitate nella tabella seguente:

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 147
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Camino	Altezza dal p.c. (m)	Diametro (m)	Velocità fumi (m/s)	Temp. fumi (K)	Portata (m ³ /h)	Inquinante	Conc (mg/m ³)	Portata in massa (g/s)
Modulo a ciclo combinato* 1997	30	5 x 2,5	13	375	420.000	NOx	27,68	3,2
						CO	1,4	0,2
Sezione di Cogenerazione**	20	2,9	14,3	405	340.000	NOx	275,2	25,99
						CO	3,05	0,29
Caldaie***	20	0,8	17	378	20.000	NOx	133,5	0,7
						CO	17,8	0,1
Repowering****	40	3	16,5	403	420.000	NOx	50	5,8
						CO	20	2,3

Tab. 31 – Caratteristiche fisiche ed emissive delle sorgenti

Note

* = Laboratorio ACEA, analisi del 5/4/00, rapporto di prova 1732/5/RP

** = Laboratorio ACEA, analisi del 21/12/99, rapporto di prova 1258/RP

*** = Laboratorio Ecochimica Romana, analisi del 19/11/01, rapporto di prova 1878/01 e 1880/01

****= valori garantiti dal costruttore

Le caratteristiche delle sorgenti sono state riconsiderate rispetto alla Relazione per la Richiesta da Esclusione dalla Procedura di VIA. Questo ha significato che per le concentrazioni di inquinante in uscita dal camino e quindi, per le portate in massa poi utilizzate per le simulazioni, si è ricaduti in situazioni o pari o maggiormente conservative rispetto a quelle della citata relazione.

Rispetto alla citata relazione, inoltre, è stata migliorata la descrizione modellistica dell'orografia del terreno e si è presa in considerazione una gamma di situazioni meteorologiche più ampia.

Recettori

Si è scelta una griglia cartesiana di recettori, centrata sulla Centrale, di passo 580 m e che copre complessivamente un'area quadrata con lato di circa 20 km.

Sono stati inoltre definiti altri cinque recettori puntuali situati in corrispondenza delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria, sia gestite da ACEA che dal Comune di Roma.

Per ogni recettore si è data anche l'informazione altimetrica, utilizzando il modello ISC su un terreno tridimensionale. In Fig. 7 è possibile vedere una descrizione della morfologia del

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 148
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

terreno, sull'area studiata intorno a Tor di Valle, ottenuta elaborando l'informazione altimetrica per ogni recettore inserita nel modello.

Sono infatti inclusi nell'ISC3 gli algoritmi del modello US-EPA Complex-I, che permettono simulazioni su territori con rilievi orografici elevati.

Il trattamento del terreno complesso effettuato da ISC3 prevede, tra l'altro, in analogia al modello Complex-I, una modifica dell'equazione gaussiana.

Si assume in pratica che, in condizioni di instabilità atmosferica, la complessità del terreno ed il susseguente generarsi di vortici termici, siano in grado di influenzare la quota di livellamento del pennacchio, contrariamente a quanto avviene in condizioni stabili.

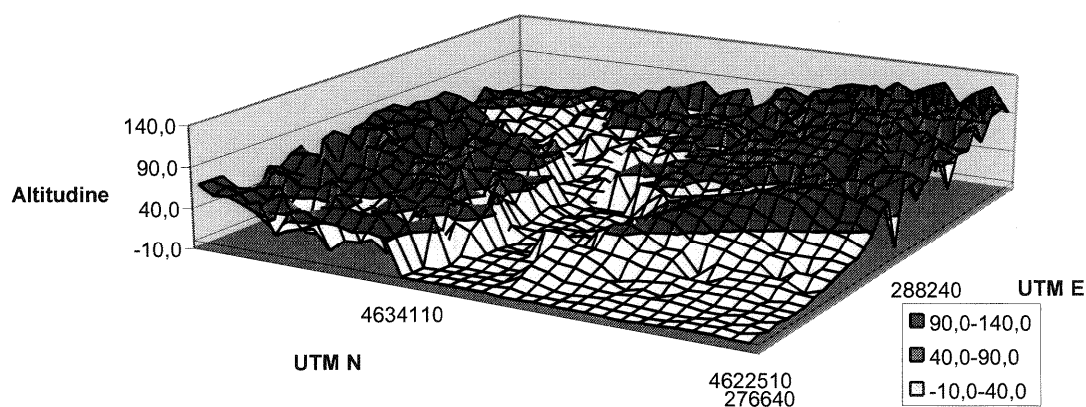


Fig. 7 - Morfologia del terreno della zona a sud-ovest di Roma su cui sono diffusi i punti della griglia di recettori. La Centrale di Tor di Valle è situata nel mezzo. La scala dell'altitudine non è omogenea con quella degli assi orizzontali, ma è stata ampliata per rendere meglio l'idea dei rilievi presenti

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 149
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

File di input meteorologico

In seguito alla caratterizzazione meteo-diffusiva dell'area, sono stati identificati alcuni scenari meteo-diffusivi rappresentativi:

	Classe di Pasquill	Velocità del vento (m/s)	Frequenza in %
1	B (moderatamente instabile)	1	6,8
2	B (moderatamente instabile)	3	4,7
3	D (Neutra)	calma	1.3
4	D (Neutra)	1	7,1
5	D (Neutra)	3	8,8
6	D (Neutra)	8	0,1
7	F+G (elevata stabilità)	calma	8,7
8	F+G (elevata stabilità)	1	22
9	F+G (elevata stabilità)	3	8,7

Tab. 32 – Scenari meteo rappresentativi dell'area di Tor di Valle

Visto che il programma di simulazione non accetta valori nulli della velocità del vento, la situazione di calma di vento è stata modellata con una velocità di 0,5 m/s.

Per ognuno di questi sono state prese in considerazione direzioni di provenienza del vento da 0°N a 360°N a passo di 3°.

Si è ipotizzato per tutti gli scenari una temperatura di 15°C e un'altezza dello strato di miscelazione pari a 1000 metri.

5.3.3.2.2.1 Building Downwash

Il fenomeno fisico definito come “Building DownWash” riguarda gli effetti aerodinamici (*wake effects & cavity*) che si manifestano a causa della presenza di edifici o ostacoli in prossimità dei camini, determinando un abbassamento del pennacchio con una ricaduta nelle zone limitrofe alla sorgente.

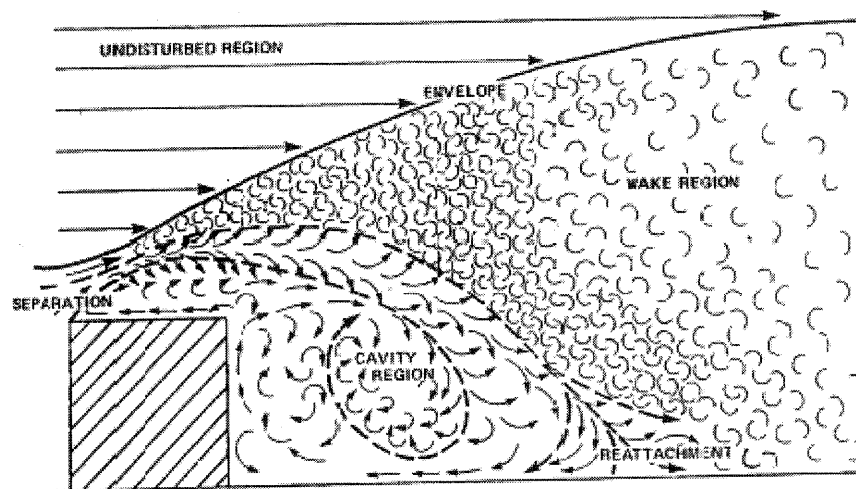


Fig. 8 – Effetti Aerodinamici dovuti a Building DownWash

Il Building DownWash influenza notevolmente la dispersione degli inquinanti con l'aumento delle concentrazioni nelle zone limitrofe ai camini.

Gli effetti di building downwash sono rilevabili solo se le sorgenti ricadono all'interno di un'area di influenza dei singoli edifici definita da un cerchio di raggio pari a $5L$, dove L è il valore minore tra l'altezza dell'edificio (BH) e la larghezza proiettata su un piano perpendicolare alla direzione del vento (PBW).

Pertanto la definizione dell'area di influenza varia con l'angolo di direzione del vento.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 151
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

DETERMINATION OF THE IMMEDIATE VICINITY, R,
FOR THREE TYPES OF STRUCTURES

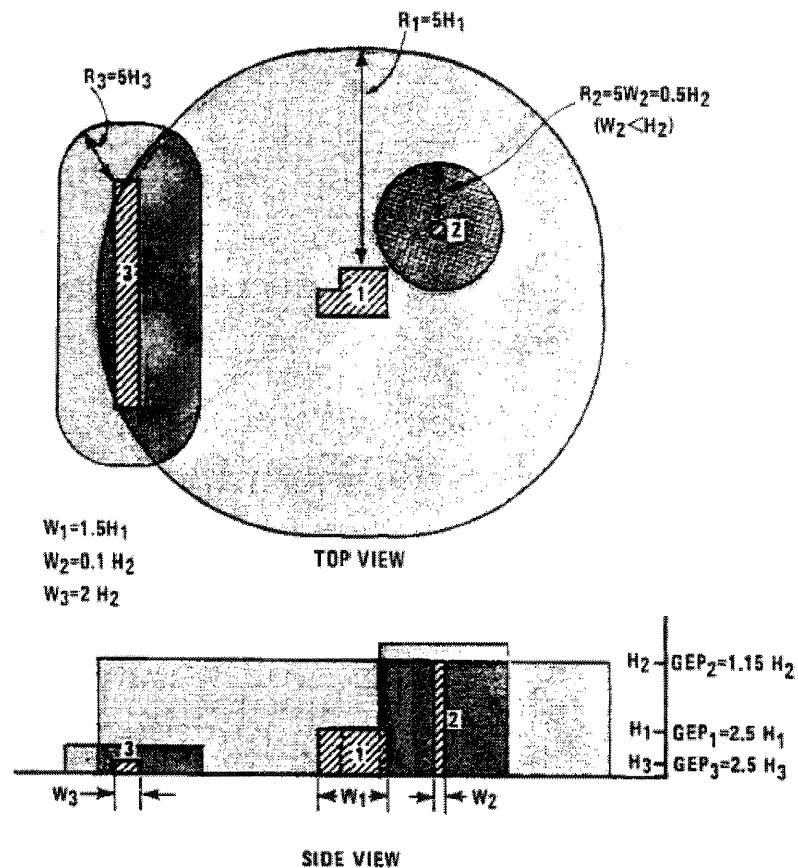


Fig. 9 – Distanze d'influenza edifici sulle sorgenti

Per potere dimensionare le altezze dei camini in modo da evitare gli effetti di Building Downwash determinati dalla presenza di edifici adiacenti, si fa riferimento alle linee guida GEP (*Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height*) sviluppate negli USA.

L'altezza della sorgente secondo le GEP viene calcolata mediante la seguente relazione:

$$H_g = H + 1.5L$$

dove H_g costituisce l'altezza del camino misurata a partire dal terreno, H é l'altezza delle strutture vicine rispetto al suolo, L é la dimensione inferiore tra l'altezza o la larghezza proiettata (su un piano perpendicolare alla direzione del vento) delle strutture vicine.

In relazione alla presenza di edifici prossimi al camino dell'impianto a ciclo combinato e all'altezza dello stesso camino che non permette di escludere possibili interferenze dei fumi con la scia aerodinamica degli edifici ("downwash"), sulla base dei criteri fissati dall'EPA (EPA,

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 152
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

1985), sono state introdotte nel modello, tra i dati di input, le informazioni necessarie ai fini del calcolo degli effetti di tali interferenze per mezzo di un opportuno modello di calcolo.

Nel codice ISC3 è integrato un algoritmo sviluppato per calcolare gli effetti di Building DownWash.

Sono stati presi in considerazione per la simulazione degli effetti di Building DownWash tutti gli edifici dell'impianto prossimi al camino, ed in particolare:

- 1) Turbina a gas (h=13m);
- 2) Turbina a vapore (h=13m);
- 3) Generatore Vapore a Recupero (h=19 m);
- 4) Serbatoio di gasolio (h=12,38 m);
- 5) Edificio caldaie ausiliarie (h=9,25 m);
- 6) Edificio quadri di regolazione (h=9,25 m);
- 7) Edificio quadri elettrici (h=5,25);
- 8) Serbatoi acqua del teleriscaldamento (h=18).

La simulazione modellistica dei potenziali effetti di Building DownWash sulla dispersione del pennacchio è stata condotta confrontando i massimi dei valori delle concentrazioni al suolo di NO_x, mediante il modello ISC3, ottenuti negli scenari con e senza edifici, con la nuova centrale di repowering come unica sorgente emissiva e con quattro differenti altezze del camino di emissione: 25, 30, 35, 40 m.

Si è scelto di studiare solo le ricadute di NO_x, in quanto sono rilevanti i rapporti tra le concentrazioni rilevate nelle diverse situazioni, più che i valori assoluti trovati. Pertanto, visto che nel caso di sorgente singola le ricadute di NO_x e CO sono legate da un fattore di proporzionalità dipendente dal rapporto tra le portate in massa uscenti, ripetere le simulazioni per CO avrebbe portato agli stessi rapporti trovati, risultando quindi superfluo.

In questo caso gli scenari meteorologici sono stati immessi come un unico file di "screening", ottenendo dal programma i recettori che hanno riscontrato le concentrazioni massime.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 153
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Questa particolare simulazione è stata condotta con una griglia di passo 58 m e corrispondente ad un'area quadrata di lato 1160 m pressoché centrata sul modulo di repowering.

Per questo studio è stata ignorata l'altimetria dei recettori. Ci si trova infatti in un'intorno della sorgente di emissione ristretto e in cui la morfologia del terreno non cambia sensibilmente.

Di seguito vi sono le tabelle che riassumono i risultati numerici ottenuti.

Per ogni massimo si dà anche la descrizione della situazione meteorologica in cui si è verificata.

Altezza camino (m)	senza downwash				con downwash			
	Max conc NOx al suolo (microg/m3)	dir vento	velocità del vento (m/s)	classe di Pasquill	Max conc NOx al suolo (microg/m3)	dir vento	velocità del vento (m/s)	classe di Pasquill
25	15,85	285	8	D	132,66	123	3	B
30	14,41	327	8	D	31,64	120	8	D
35	13,07	90	8	D	25,07	282	8	D
40	11,88	204	8	D	11,88	204	8	D

Tab. 33 – Quadro riassuntivo dei massimi delle concentrazioni al suolo di NOx per ogni altezza del camino, sia con che senza downwash, e con dettagli sulla situazione meteorologica in cui si verifica

A conferma di quanto sopra esposto si può vedere come i massimi nel caso "downwash" siano di maggior entità e più vicini alla sorgente rispetto al caso senza considerare il downwash.

Si nota inoltre che l'influenza del fenomeno di downwash diventa meno importante con un'altezza del camino di 30m, e del tutto trascurabile con un'altezza del camino di 40m, come è più chiaramente rappresentato dal grafico seguente:

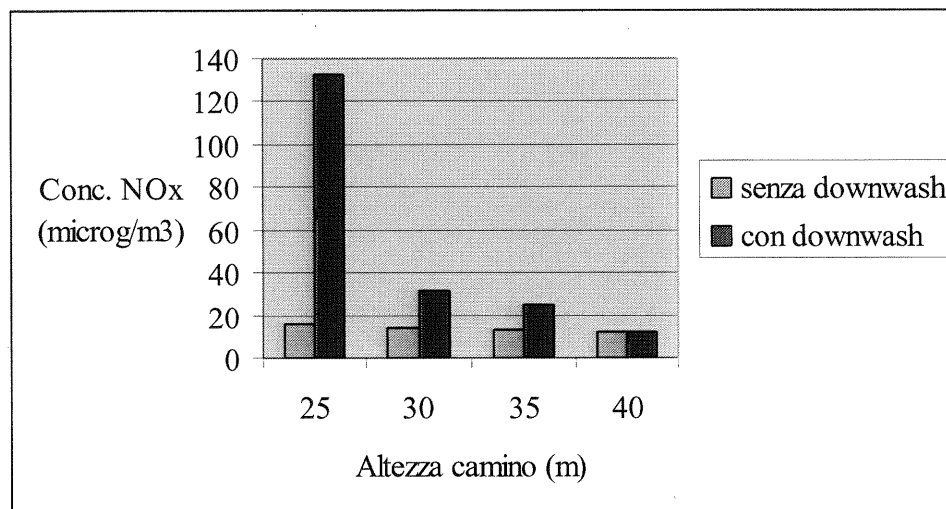


Fig. 10 – Differenza tra la concentrazione al suolo di NOx calcolata tenendo conto del fenomeno di downwash e senza tenerne conto

5.3.3.2.2.2 *Studio sull'altezza del camino*

Nell'ipotesi che la sola sorgente emissiva sia il nuovo modulo di repowering, è stato calcolata, al variare dell'altezza del camino, la concentrazione massima al suolo di NOx negli scenari meteo-diffusivi sopra descritti.

Per questo studio si sono ignorati i fenomeni di downwash.

Come nel caso del downwash, non si è ripetuta la simulazione anche per CO, in quanto i valori di concentrazione normalizzata sarebbero stati gli stessi.

In questo modo è stato possibile calcolare la diminuzione delle concentrazioni all'aumentare dell'altezza del camino. L'input meteorologico, come nello studio del fenomeno del downwash, è stato inserito come un unico file di screening.

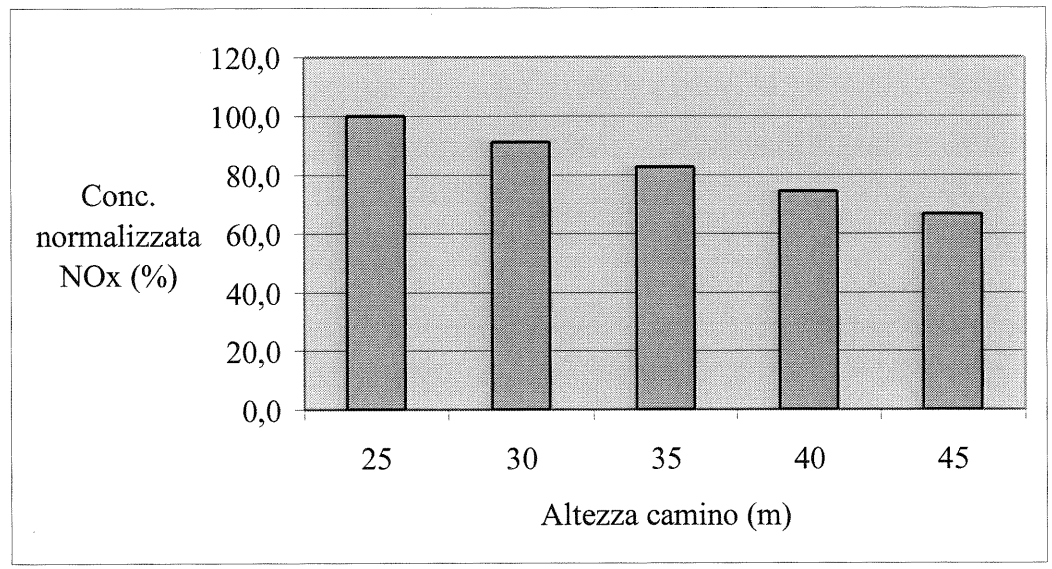


Fig. 11 – Concentrazione normalizzata al suolo di NOx in funzione dell’altezza del camino, modulo di repowering come unica sorgente

E’ stata poi fatta la stessa simulazione considerando la variabilità del camino di repowering nel contesto dello scenario emissivo dell’esercizio definitivo, comprendendo quindi anche le caldaie e il Modulo a Ciclo Combinato del 1997.

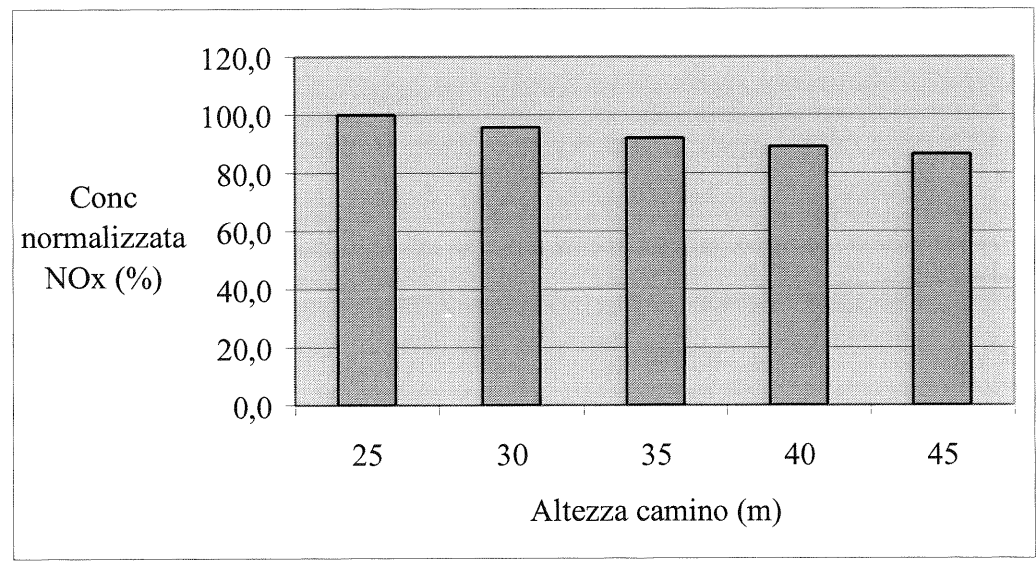


Fig. 12 – Concentrazione normalizzata al suolo di NOx in funzione dell’altezza del camino (scenario emissivo comprendente il Modulo a Ciclo Combinato del 1997, le caldaie, il nuovo modulo di repowering)

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 156
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Si può quindi vedere che l'aumento dell'altezza del camino produce una diminuzione delle ricadute a prezzo di un maggior impatto sul paesaggio. Alla luce anche degli studi sul downwash e delle problematiche di tipo paesaggistico si è ritenuto accettabile istituire un'altezza del camino pari a 40 m, valore che minimizza il fenomeno di downwash.

5.3.3.2.2.3 Simulazioni a breve termine con modello ISCST

Al fine di studiare le concentrazioni al suolo degli inquinanti col modello ISCST, si è proceduto a simulare le ricadute nelle nove situazioni meteorologiche elencate in precedenza (vedi allegato 10).

Questo in sei distinte configurazioni di emissione, qui di seguito riassunte:

1. Solo nuovo impianto di repowering

Situazione ante-operam:

2. Modulo a Ciclo Combinato del 1997
3. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + Cogeneratore

Situazione di esercizio provvisorio:

4. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + caldaie

Situazione di esercizio definitivo:

5. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + nuovo impianto di repowering
6. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + nuovo impianto di repowering + caldaie

Per ogni scenario è stata utilizzata la configurazione più conservativa ovvero, considerando il caso in cui vi siano due caldaie contemporaneamente in funzione ed assumendo i valori garantiti dal costruttore.

Di seguito vengono presentati i risultati numerici delle simulazioni con riferimento alla direzione di vento più frequente (angolo di provenienza: 135°). Le simulazioni sono state effettuate anche per tutte le altre direzioni del vento, come precedentemente descritto, e i risultati vengono di seguito richiamati.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 157
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Condizioni meteorologiche			NOx		CO		Provenienza vento
Classe di Stabilità	Velocità del vento (m/s)	Frequenza % di accadimento	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	
B	1	6,8	8,08	1345	3,2	1345	135
B	3	4,7	4,37	1345	1,73	1345	135
D	calma	1,3	2,2	3797	0,87	3797	135
D	1	7,1	3,17	2978	1,26	2978	135
D	3	8,8	6,50	1345	2,58	1345	135
D	8	0,1	4,05	1345	1,61	1345	135
F	calma	8,7	21,29	2978	8,44	2978	135
F	1	22	16,13	2978	6,40	2978	135
F	3	8,7	7,31	2573	2,90	2573	135
Limiti di legge (microg/m ³)			200 (attenzione) 400 (allarme)		15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)		

Tab. 34 – Concentrazioni al suolo nello scenario emissivo 1 (solo repowering)

Condizioni meteorologiche			NOx		CO		Provenienza vento
Classe di Stabilità	Velocità del vento (m/s)	Frequenza % di accadimento	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	
B	1	6,8	13,17	949	0,82	949	135
B	3	4,7	11,03	949	0,69	949	135
D	calma	1,3	3,83	2978	0,24	2978	135
D	1	7,1	4,96	2573	0,31	2573	135
D	3	8,8	12,00	949	0,75	949	135
D	8	0,1	9,3	949	0,58	949	135
F	calma	8,7	29,5	2573	1,84	2573	135
F	1	22	23,75	2573	1,48	2573	135
F	3	8,7	11,70	1757	0,73	1757	135
Limiti di legge (microg/m ³)			200 (attenzione) 400 (allarme)		15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)		

Tab. 35 – Concentrazioni al suolo nello scenario emissivo 2 (Modulo a Ciclo Combinato del 1997)

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 158
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Condizioni meteorologiche			NOx		CO		Provenienza vento
Classe di Stabilità	Velocità del vento (m/s)	Frequenza % di accadimento	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	
B	1	6,8	46,08	932	0,82	932	135
B	3	4,7	214,49	544	2,39	603	135
D	calma	1,3	17,7	3133	0,39	3133	135
D	1	7,1	21,76	2050	0,5	2050	135
D	3	8,8	69,94	603	0,78	707	135
D	8	0,1	163,6	544	1,83	544	135
F	calma	8,7	161,22	1296	3,31	1296	135
F	1	22	139,32	707	2,77	1296	135
F	3	8,7	64,50	707	1,25	707	135
Limiti di legge (microg/m ³)			200 (attenzione) 400 (allarme)		15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)		

Tab. 36 – Concentrazioni al suolo nello scenario emissivo 3 (Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + Cogeneratore)

Condizioni meteorologiche			NOx		CO		Provenienza vento
Classe di Stabilità	Velocità del vento (m/s)	Frequenza % di accadimento	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	
B	1	6,8	21	949	1,94	949	135
B	3	4,7	13,74	949	1,08	949	135
D	calma	1,3	17,48	949	2,42	949	135
D	1	7,1	17,22	949	2,3	949	135
D	3	8,8	18,46	949	1,67	949	135
D	8	0,1	11,83	949	0,94	949	135
F	calma	8,7	40,2	2573	4,21	949	135
F	1	22	34,4	1757	3,8	949	135
F	3	8,7	20,59	949	2,03	949	135
Limiti di legge (microg/m ³)			200 (attenzione) 400 (allarme)		15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)		

Tab. 37 – Concentrazioni al suolo nello scenario emissivo 4 (Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + Caldaie)

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 159
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Condizioni meteorologiche			NOx		CO		Provenienza vento
Classe di Stabilità	Velocità del vento (m/s)	Frequenza % di accadimento	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	
B	1	6,8	14,77	1757	3,20	1345	135
B	3	4,7	11,03	949	1,73	1345	135
D	calma	1,3	5,93	2978	1,1	3797	135
D	1	7,1	8,11	2573	1,56	2573	135
D	3	8,8	12,02	1757	2,58	1345	135
D	8	0,1	9,3	949	1,61	1345	135
F	calma	8,7	50,18	2978	10,25	2978	135
F	1	22	39,68	2573	7,81	2978	135
F	3	8,7	18,97	1757	3,61	1757	135
Limiti di legge (microg/m ³)			200 (attenzione) 400 (allarme)		15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)		

Tab. 38 – Concentrazioni al suolo nello scenario emissivo 5 (Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + nuovo impianto di repowering)

Condizioni meteorologiche			NOx		CO		Provenienza vento
Classe di Stabilità	Velocità del vento (m/s)	Frequenza % di accadimento	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	Max. conc. (microg/m ³)	Distanza (m)	
B	1	6,8	21,00	949	3,71	1345	135
B	3	4,7	13,74	949	1,91	1345	135
D	calma	1,3	17,48	949	2,42	949	135
D	1	7,1	17,22	949	2,3	949	135
D	3	8,8	18,46	949	3,07	1345	135
D	8	0,1	11,83	949	1,79	1345	135
F	calma	8,7	60,41	2573	11,53	2978	135
F	1	22	48,49	2573	9,06	2573	135
F	3	8,7	23,75	1757	4,3	1757	135
Limiti di legge (microg/m ³)			200 (attenzione) 400 (allarme)		15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)		

Tab. 39 – Concentrazioni al suolo nello scenario emissivo 6 (Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + nuovo impianto di repowering + caldaie)

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 160
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma		
Studio di impatto ambientale			

Per meglio evidenziare i risultati di queste simulazioni, qui di seguito vi sono quattro figure che sintetizzano i risultati ottenuti per le due situazioni meteorologiche più frequenti, ovvero classe di Pasquill D e velocità del vento 3 m/s (8,8%), e classe di Pasquill F e velocità del vento 1 m/s (22%).

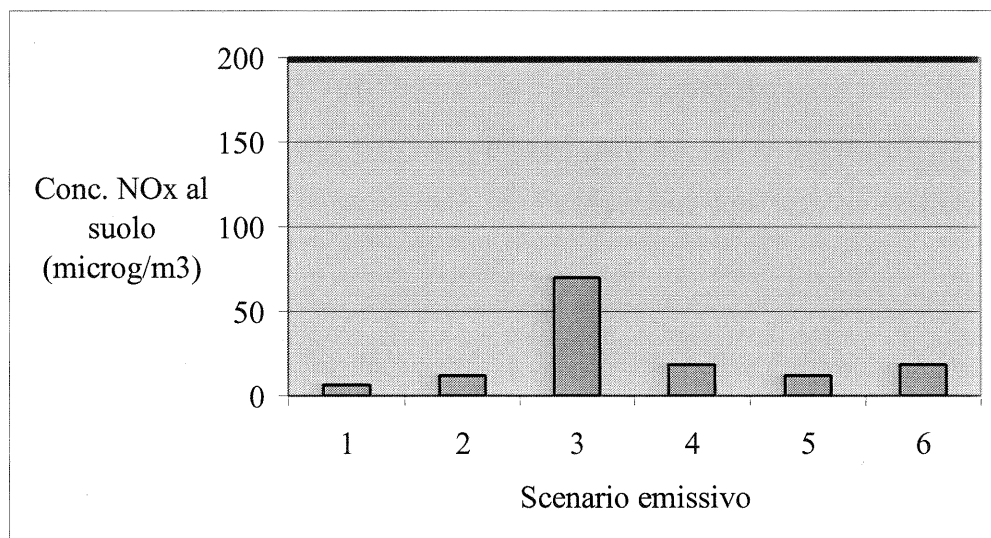


Fig. 13 – Ricadute di NOx al suolo nella situazione meteorologica con classe di Pasquill D e velocità del vento 3 m/s in funzione dello scenario emissivo

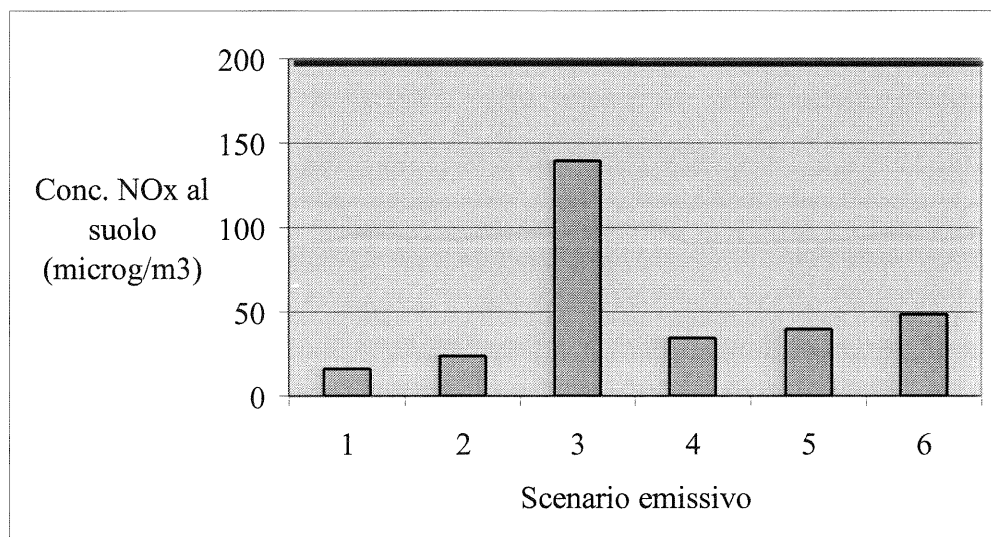


Fig. 14 – Ricadute di NOx al suolo nella situazione meteorologica con classe di Pasquill F e velocità del vento 1 m/s in funzione dello scenario emissivo

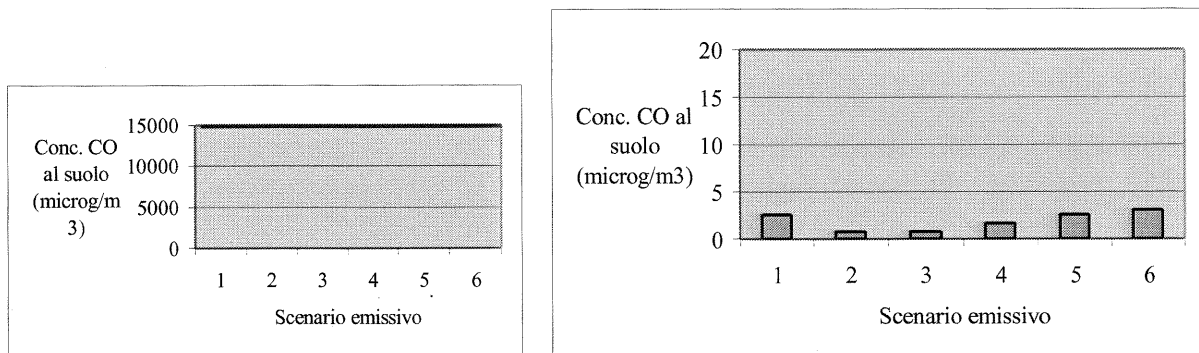


Fig. 15 – Ricadute di CO al suolo nella situazione meteorologica con classe di Pasquill D e velocità del vento 3 m/s in funzione dello scenario emissivo (a destra un ingrandimento per evidenziare le concentrazioni che, rispetto al limite di attenzione, sono di 3 ordini di grandezza inferiori)

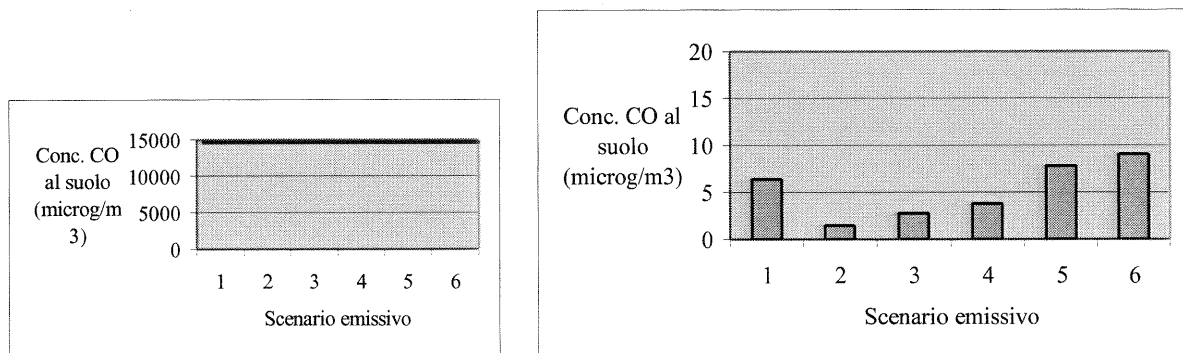


Fig. 16 – Ricadute di CO al suolo nella situazione meteorologica con classe di Pasquill F e velocità del vento 1 m/s in funzione dello scenario emissivo (a destra un ingrandimento per evidenziare le concentrazioni che, rispetto al limite di attenzione, sono di 3 ordini di grandezza inferiori)

Le simulazioni condotte per le altre direzioni di vento, caratterizzate da frequenze inferiori, hanno portato a risultati talvolta superiori, come massimi, a quelli relativi alla direzione di provenienza di 135°. Tali risultati, così come il valore del massimo di circa 214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per NOx che si verifica nello scenario emissivo 3 per la direzione di vento prevalente (e condizioni metodiffusive con classe di stabilità B e velocità del vento 3 m/s), vanno valutati considerando le loro frequenze relative, in molti casi anche estremamente basse, il fatto che i punti di massimo risultano spesso punti “singolari” (nella situazione sopra richiamata il secondo massimo risulta inferiore a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), il funzionamento discontinuo di alcune sorgenti (es: modulo di cogenerazione, caldaie ausiliarie) che possono così non incontrare le situazioni metodiffusive che provocano i più elevati valori di ricaduta, e le condizioni conservative in cui sono state condotte le simulazioni (come testimonia il confronto, negli scenari ante-operam (1-4), tra i risultati delle simulazioni e i valori rilevati dalle centraline di monitoraggio).

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 162
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

5.3.3.2.2.4 Simulazione del quartiere Torrino-Mezzocammino nell'ipotesi che non venga realizzato il modulo di repowering

E' stato ritenuto di interesse svolgere una ulteriore simulazione short-term per valutare le ricadute al suolo sul quartiere Torrino-Mezzocammino nel caso non venga realizzato l'intervento di repowering. Questo porterebbe alla necessità da parte dei progettisti del nuovo quartiere di prevedere delle caldaie condominiali o familiari.

Queste caldaie sono state simulate inserendo nel modello una sorgente areale di dimensioni e posizione pari a quelle del nuovo quartiere e la cui emissione è stata ipotizzata in $9,7E-08$ g/s m² per NOx e in $7,7E-08$ g/s m² per CO.

Questi valori di emissione sono stati ottenuti considerando i fattori di emissione per il metano riportati nella Deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n. 1723 del 16 novembre 2001 (è infatti verosimile ipotizzare che il riscaldamento locale di un nuovo quartiere sia effettuato utilizzando esclusivamente metano come combustibile), pari a $49,9$ gNOx/GJ e $39,9$ gCO/GJ.

Considerando un fabbisogno all'utente di 112.518 GJ e applicando il rendimento di combustione di $0,8$, si ottiene l'energia che è necessario produrre: circa 140.650 GJ.

Applicando ora i fattori di emissione, si ottengono quantitativi emessi di $0,222$ g/s per NOx e $0,178$ g/s di CO.

Ipotizzando ora un'area edificata e quindi scaldata, del quartiere Torrino Mezzocammino di $2.300.000$ m², si ottengono delle emissioni per unità di superficie di $9,7E-08$ g/s m² per NOx e di $7,7E-08$ g/s m² per CO.

E' stata inoltre ipotizzata una altezza di emissione di 10 m.

I valori così ottenuti sono stati messi a confronto con le simulazioni dello scenario emissivo dovuto all'esercizio definitivo, comprendendo quindi il Modulo a Ciclo Combinato del 1997, le caldaie ausiliarie e il modulo di repowering.

Come rappresentativi del quartiere sono stati scelti quattro recettori posti sul quartiere, le cui coordinate e altitudine sono qui di seguito riportate:

Recettore	coordinate UTM E	coordinate UTM N	Altitudine (m)
A	285920	4631210	40
B	286500	4631210	25
C	285920	4630630	43
D	286500	4630630	45

Tab. 40 – Recettori sul quartiere Torrino-Mezzocammino

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 163
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

E' stata creata una griglia di recettori ristretta centrata sul quartiere, di lato 2,5 km circa e con maglie di larghezza 85m.

In prima battuta, non è stata adottata la modellazione del suolo in tre dimensioni, nell'ipotesi che nell'intorno del quartiere le variazioni di altitudine non siano eccessive.

Il primo passo è stata l'analisi delle emissioni del quartiere Torrino-Mezzocammino a sé stante, senza le altre fonti di emissione, con un file meteo che raccoglie tutte le situazioni meteo studiate nel corso delle simulazioni.

Si è ottenuto un massimo di concentrazione pari a 2,85 microg/m³ in una situazione meteo caratterizzata da classe di Pasquill F+G e velocità del vento 1 m/s.

In secondo luogo sono state simulate le ricadute, con lo stesso file meteo del caso precedente, dovute all'emissione contemporanea del quartiere Torrino-Mezzocammino e delle sorgenti dell'impianto di Tor di Valle nella configurazione ante-operam: Modulo a Ciclo Combinato 1997 e Sezione di Cogenerazione.

Si è ottenuto un massimo di concentrazione pari a 223,30 microg/m³ in una situazione meteo caratterizzata da classe di Pasquill F+G e velocità del vento 0,5 m/s.

Si è quindi deciso di proseguire lo studio prendendo in considerazione solo la situazione meteo caratterizzata da classe di Pasquill F+G e velocità del vento 1 m/s, sia perché è risultata una di quelle che hanno dato concentrazioni maggiori sia perché è quella caratterizzata da frequenza di accadimento di gran lunga maggiore (22%).

Per i quattro recettori sopra descritti si sono quindi ottenuti i dati seguenti:

	NOx		CO		NOx	CO
	ante-operam + quartiere Torrino-Mezzocammino	esercizio definitivo con repowering	ante-operam + quartiere Torrino-Mezzocammino	esercizio definitivo con repowering	Esercizio definitivo con repowering (valori attesi delle emissioni)	
A	286,84	113,65	6,12	18,28	103,06	9,73
B	185,53	74,89	4,99	12,13	67,76	6,37

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 164
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

	NOx		CO		NOx	CO
	ante-operam + quartiere Torino-Mezzocammino	esercizio definitivo con repowering	ante-operam + quartiere Torino-Mezzocammino	esercizio definitivo con repowering	Esercizio definitivo con repowering (valori attesi delle emissioni)	
C	237,15	86,23	6,34	15,46	74,93	6,33
D	219,85	83,07	6,46	15,05	71,84	5,97
Limiti di legge	200 (attenzione) 400 (allarme)		15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)		200 (attenzione) 400 (allarme)	15.000 (attenzione) 30.000 (allarme)

Tab. 41 – Ricadute al suolo e limiti di legge espressi in microg/m³ di NOx e CO

Si ricorda che per il camino di repowering si sono considerati i flussi di massa cautelativi (garantiti dal costruttore) di 2,3 g/s di CO, dato da una concentrazione nei fumi di 20 mg/Nm³, e di 5,8 g/s di NOx, dato da una concentrazione di 50 mg/Nm³.

E' stata aggiunta la simulazione con i valori di emissione attesi (presi pari a quelli del Modulo a Ciclo Combinato del 1997, data l'analogia col modulo di repowering) per mostrare l'alta incidenza sui risultati della simulazione con i valori garantiti.

5.3.3.2.2.5 Fumigazione

Il fenomeno della fumigazione si ha generalmente in ore mattutine, quando l'altezza dello strato di miscelazione lentamente aumenta. Al di sopra di questo vi è una situazione di stabilità e quindi se l'altezza effettiva del pennacchio si trova al di sopra dello strato di miscelazione esso non ricade al suolo e si disperde in atmosfera. Al di sotto vi è instabilità atmosferica e nel caso in cui le altezze effettive dei pennacchi si trovino al di sotto dello strato di miscelazione, vi è una loro ricaduta precoce.

Per determinare l'altezza dello strato di miscelazione che porta al fenomeno della fumigazione, si è provveduto a ripetere la simulazione con ISCST3 nella situazione meteo con classe di stabilità B e velocità del vento pari a 1 m/s per diverse altezze dello strato di miscelazione, da 0 a 1000m.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 165
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Si è così verificato che si ha il fenomeno per altezze dello strato di miscelazione pari a circa 100 m e che in queste condizioni si hanno ricadute al suolo di NOx pari a 102,71 microg/m³ e di CO pari a 14,67 microg/m³.

5.3.3.2.2.6 Simulazioni a lungo termine

Sono state eseguite delle simulazioni a lungo termine usando il modello ISCST ed inserendo come input meteorologico un file rappresentativo di un intero anno, ottenuto dai dati meteorologici registrati dalla stazione di Tor di Valle nell'anno 2001, dopo depurazione dai valori mal registrati dallo strumento.

Gli scenari emissivi simulati (vedi allegato 11), sono gli stessi che nel caso short-term.

Nella simulazione long-term, però, è risultato importante inserire nel modello un dato che desse l'informazione sul funzionamento in ore/anno della sorgente considerata.

Questo è stato fatto grazie ad un'apposita funzione di ISC, che prevede di inserire un fattore di smorzamento della durata dell'emissione. A questo fine si è deciso di inserire questo fattore uniformemente su ogni mese di funzionamento della sorgente, in proporzione al numero di ore/anno di funzionamento.

Nella tabella che segue sono esplicitati i fattori di smorzamento utilizzati, arrotondati ove necessario sempre per eccesso per ricadere sempre nel caso più conservativo.

Periodo di esercizio	Sorgente	Fattore di smorzamento della durata dell'emissione
ante-operam	cogenerazione	0,5
esercizio provvisorio	caldaie ausiliarie	0,5
esercizio definitivo	caldaie ausiliarie	0,1

Tab. 42 – Fattori di smorzamento della durata dell'emissione

Per le altre sorgenti, che lavorano in continuo, si è assunto conservativamente un fattore di smorzamento pari a 1.

Per le sei distinte configurazioni di emissione, già elencate in precedenza, qui riportate per chiarezza con la numerazione originale:

1. Solo nuovo impianto di repowering

Situazione ante-operam:

2. Modulo a Ciclo Combinato del 1997

3. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + Cogeneratore

Situazione di esercizio provvisorio:

4. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + caldaie

Situazione di esercizio definitivo:

5. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + nuovo impianto di repowering

6. Modulo a Ciclo Combinato del 1997 + nuovo impianto di repowering + caldaie

sono state calcolate le medie annuali raccolte nella seguente tabella:

Scenario emissivo	NOx		CO	
	conc	distanza	conc	distanza
	(microg/m3)	(m)	(microg/m3)	(m)
1	1,31	1051	0,52	1051
2	3,04	753	0,19	753
3	7,33	1051	0,23	753
4	4,12	753	0,34	753
5	4,08	1051	0,67	753
6	4,28	753	0,69	1051

Tab. 43 – Medie annuali di NOx e CO (in microg/m3) ottenute da simulazioni long-term

Per un confronto con i limiti statistici di legge (percentili su base annua), la metodologia da utilizzare è basata su considerazioni oramai accettate di tipo teorico e sperimentale. Gli standard di qualità dell'aria fissati dal DPCM del 28/03/83 e dal DPR 203 del 24/4/88 possono essere

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 167
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

descritti da una retta di distribuzione lognormale delle concentrazioni in rapporto alle frequenze di superamento ed al tempo previsto.

Così, per gli ossidi di azoto NO_x, i limiti fissati sono:

- mediana annuale: 50 microg/m³ (frequenza di superamento del 50%)
- 98° percentile: 200 microg/m³ (frequenza di superamento del 2%)

La distribuzione lognormale di tali valori è univocamente caratterizzata dalla mediana annuale (o media geometrica annuale) e dalla deviazione standard geometrica che, nel caso in esame, vale:

$$sg = \exp[\ln(200/50)/(z_2 - z_1)]$$

dove z₁ e z₂ si determinano in funzione della frequenza di superamento dei limiti, quali

- 50% dei casi di superamento (z₁=0)
- 2% dei casi di superamento (z₂=2,06)

Pertanto:

$$sg = 1,96$$

che rappresenta la pendenza della retta di distribuzione lognormale, ovvero della retta di legge.

I valori di concentrazione calcolati con i modelli di simulazione hanno, per ipotesi, una distribuzione di tipo lognormale, pertanto la distribuzione è rappresentata ancora da una retta della quale è noto il parametro rappresentato dalla mediana, assimilata alla media calcolata con il modello di simulazione.

Ipotizzando che questa retta abbia la stessa pendenza di quella di legge, il 98° percentile vale:

$$C_{98} = C_{50}(sg)^{z_2} = 4 * C_{50}$$

Da queste considerazioni è possibile ricavare il 98° percentile per le simulazioni a lungo termine fatte e i cui valori sono riassunti nella seguente tabella:

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 168
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Scenario emissivo	NOx	
	Mediana (microg/m ³)	98° percentile (microg/m ³)
1	1,31	5,24
2	3,04	12,16
3	7,33	29,32
4	4,12	16,48
5	4,08	16,32
6	4,28	17,12
Limiti di legge DPR 203/88	50	200

Tab. 44 – Valori di 98° percentile ottenuti dalle simulazioni a lungo termine

5.3.3.2.2.7 *Valutazione dei risultati di simulazione*

Dallo studio dei risultati delle simulazioni possiamo quindi concludere che:

NOx

1. la nuova configurazione di scenario definitivo (Modulo a Ciclo Combinato 1997, nuovo modulo di repowering, caldaie ausiliarie) porta a valori statistici di concentrazione al suolo di NOx nettamente inferiori rispetto alla configurazione attuale (Modulo a Ciclo Combinato 1997, sezione di cogenerazione), nonostante per il modulo di repowering si siano usati i valori garantiti dal costruttore, ponendosi quindi in una ipotesi estremamente conservativa;
2. in tutti gli scenari emissivi, il massimo valore del 98° percentile e della mediana di NOx al suolo simulato ricade ampiamente all'interno dei limiti di legge;
3. anche durante il periodo di esercizio provvisorio, i valori statistici delle ricadute al suolo sono nei limiti di legge e nettamente inferiori a quelle ante-operam, con valori confrontabili con quelli dello scenario definitivo.

CO

1. i risultati delle simulazioni condotte portano a valori di CO per lo scenario definitivo superiori a quelli attuali; tuttavia, occorre tener presente che nell'effettuare le simulazioni sono stati

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 169
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

considerati, in modo cautelativo, i valori di emissione garantiti dal costruttore. I valori reali saranno più bassi di quelli ottenuti come si può facilmente comprendere osservando i valori di emissione dei camini del Modulo a Ciclo Combinato del 1997, composto da due moduli simili a quello di repowering (si veda a tal proposito quanto scritto nel par. 5.3.3.2.2.4 “Simulazione del quartiere Torrino-Mezzocammino...”). D’altro canto, si nota come, la variazione delle emissioni attese rispetto alle attuali, se confrontata con il limite di legge, è del tutto trascurabile;

2. in tutti gli scenari emissivi, nonostante quanto esposto al punto 1, il valore medio orario del CO non supera mai il limite di legge di 40 mg/m³ (DPR 203/88);
3. anche durante il periodo di esercizio provvisorio, i valori statistici delle ricadute al suolo sono all’interno dei limiti di legge.

5.3.3.2.2.8 Sovrapposizione con le emissioni di centrali termoelettriche in progetto

In ultimo è opportuno evidenziare che, al fine di valutare possibili interferenze sulle ricadute al suolo dell’impianto con quelle di altre centrali previste nelle vicinanze, è stato ottenuto dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio l’elenco delle altre centrali sottoposte alla procedura di VIA nella Provincia di Roma aggiornato al 22 gennaio 2002, riepilogate nel prospetto che segue.

PROPONENTE	LOCALITA'	POTENZA	DISTANZA DA TOR DI VALLE
FASE DI V.I.A. IN CORSO			
ITALCEMENTI	COLLEFERRO (RM)	800MWe	circa 48 km
FASE PRELIMINARE DI SCOPING			
ROMA ENERGIA	ROMA	800 MWe	?
FIAT AVIO	COLLEFERRO (RM)	800 MWe	circa 48 km
ENERGYDI	VELLETRI (RM)	400 MWe	circa 34 km
ENEL PRODUZIONE	TORREVALDALIGA NORD CIVITAVECCHIA (RM)	2640 MWe	circa 60 km
E.ON ENERGY PROJECTS BUZZI UNICEM	GUIDONIA (RM)	800 MWe	circa 32 km
ENERGY INVESTMENT	POMEZIA (RM)	400 MWe	circa 20 km

Tab. 45 – Centrali in Provincia di Roma in istruttoria di V.I.A.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 170
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

La maggior parte delle centrali si trovano a distanza tale da poter ritenere ragionevolmente trascurabili le interferenze delle ricadute al suolo degli inquinanti.

Di interesse possono quindi essere solo le centrali di “Roma Energia”, che è collocata a Roma, ma di cui si ignora la esatta posizione, rendendo quindi difficile uno studio congiunto, e quella di “Energy Investment” a Pomezia (Roma), posta a circa 20 km a sud dell’impianto di Tor di Valle.

Uno studio delle ricadute al suolo date dalle emissioni congiunte del nuovo modulo di repowering e dalla centrale di Pomezia è stato eseguito mediante modello ISCST3, inserendo come file meteorologico i dati relativi all’intero 2001 (come è già stato descritto per le simulazioni a lungo termine), costruendo una griglia di recettori di circa 40 km di lato.

Per la centrale di Pomezia sono state ipotizzate le seguenti caratteristiche, ottenute dal confronto con impianti analoghi:

Centrale Pomezia 400 Mwe valori stimati	
Portata NOx (g/s)	29,4
Portata CO (g/s)	17,2
altezza camino (m)	60
Temperatura (K)	383
Velocità fumi (m/s)	20
Diametro camino (m)	6,2

Tab. 46 – Caratteristiche stimate delle emissioni della centrale termoelettrica di Pomezia

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella, in cui sono riportati sia i valori medi annuali, che la massima concentrazione oraria di inquinanti al suolo:

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 171
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

	NOx (microg/m ³)		CO (microg/m ³)	
	media annuale	max media oraria	media annuale	max media oraria
Repowering	0,76	26,71	0,30	10,59
Pomezia	2,06	46,10	1,20	26,97
repowering + Pomezia	2,11	46,10	1,22	26,97

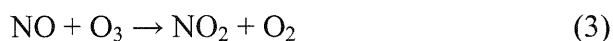
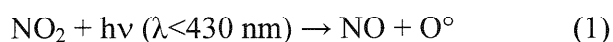
Tab. 47 – Valori statistici delle ricadute al suolo di NOx e CO, ottenuti dalla simulazione combinata delle emissioni del nuovo modulo di repowering e della centrale di Pomezia

Dall'analisi dei dati riportati nella tabella si deduce come non vi siano rilevanti interferenze tra le due sorgenti.

5.3.3.2.2.9 *Impatti da inquinanti secondari: l'ozono*

Come noto (Seinfeld, 1986; Floccia, Gisotti, Sanna, 1985; Poluzzi, Deserti, Fuzzi, 1998) gli ossidi di azoto in atmosfera concorrono alla formazione di inquinanti secondari, cioè prodotti da reazioni chimiche in atmosfera, e in particolare formazione di "smog fotochimico" comprendente ozono troposferico (O₃) a seguito di complesse reazioni fotochimiche (sollecitate dalla radiazione solare, motivo per cui si parla anche di ciclo fotolitico) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NOx) e sostanze organiche volatili (VOC). Tali reazioni avvengono principalmente nella stagione estiva, in cui si verifica una più intensa radiazione solare, e principalmente in aree urbane ove è più frequente l'elevata presenza dei precursori dello smog fotochimico ricordati.

La reazione che costituisce il processo primario del ciclo fotolitico e della formazione dello smog fotochimico riguarda la fotodissociazione del biossido di azoto (NO₂), la quale avviene con la catalisi della radiazione a $\lambda < 430\text{nm}$ e produce l'O° necessario alla formazione dell'ozono:



ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 172
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Come si vede nella (3), l'ozono prodotto viene poi utilizzato per ossidare il monossido d'azoto a biossido. Essendo tutte e tre reazioni rapide ciò implica lo stabilirsi, in atmosfera (in condizioni di scarsa turbolenza e ovviamente di giorno), di uno stato di equilibrio dinamico, in cui le tre specie coesistono, che non giustifica, da solo, i livelli di ozono riscontrati nelle aree urbane e che porta invece ad uno stato stazionario nel quale non si ottiene una produzione netta di ozono, la cui concentrazione è data dalla relazione (4):

$$[O_3] = \frac{j[NO_2]}{k[NO]} \quad (4)$$

dove j è la costante fotolitica della (1) e k è la costante cinetica della (3).

Una volta che siano fissate le condizioni chimico-fisiche che determinano le costanti j e k , il rapporto tra la concentrazione di biossido di azoto e la concentrazione del monossido diventa fondamentale per valutare la concentrazione di ozono. Per questo una qualunque azione che provoca un cambiamento nel rapporto $[NO_2]/[NO]$ induce un controllo indiretto sull'ozono.

Analizzando le quantità di monossido e biossido di azoto presenti nei fumi delle emissioni di una sorgente come l'impianto ACEA si può osservare che il processo di combustione del metano ad elevata temperatura (superiore a 1100°C) nelle camere di combustione delle turbine a gas favorisce le seguenti reazioni (la prima delle quali non sarebbe possibile a temperatura ambiente):



La percentuale di NO è preponderante rispetto a quella di NO₂, che risulta caratterizzata da valori di qualche per cento nei fumi emessi dall'impianto.

Stando così le cose la concentrazione di ozono dovuta all'equilibrio fotostazionario (4), regolato dalle concentrazioni di NO e NO₂, dovrebbe mantenersi estremamente bassa in ragione di un quantitativo nettamente preponderante di NO nelle emissioni.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 173
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Occorre però tenere in considerazione il ruolo fondamentale da imputare, in generale, alla presenza dei composti organici volatili (VOC) nell'aria ambiente (l'impianto, come verrà di seguito approfondito, non emette infatti VOC).

In particolar modo la loro azione trova spiegazione allorché essi vengono introdotti nel compartimento atmosferico: reagendo immediatamente con molecole attive presenti in atmosfera (come il radicale idrossile °OH) formano dei radicali liberi altamente reattivi che modificano l'equilibrio stazionario del ciclo fotolitico sintetizzato nella (4). I radicali che si formano per ossidazione dei VOC infatti inducono una rapida ossidazione di NO a NO₂, (quindi cala la concentrazione del primo a favore del secondo), senza che avvenga alcun consumo di O₃ (come invece accadeva nel ciclo fotolitico). Il risultato consisterà allora in un accumulo netto di NO₂ e ozono, in una rimozione di NO, e nella comparsa di inquinanti secondari formati dall'ossidazione degli idrocarburi.

Un'altra riflessione sulla (4) e sui processi suddetti è che, in pratica, si ha l'impossibilità reale di osservare contemporaneamente concentrazioni elevate di ozono e di monossido di azoto, poiché la concentrazione del primo tende a ridursi in presenza di forti emissioni del secondo (vedi Fig. 17), come lungo strade ad alta densità di traffico.

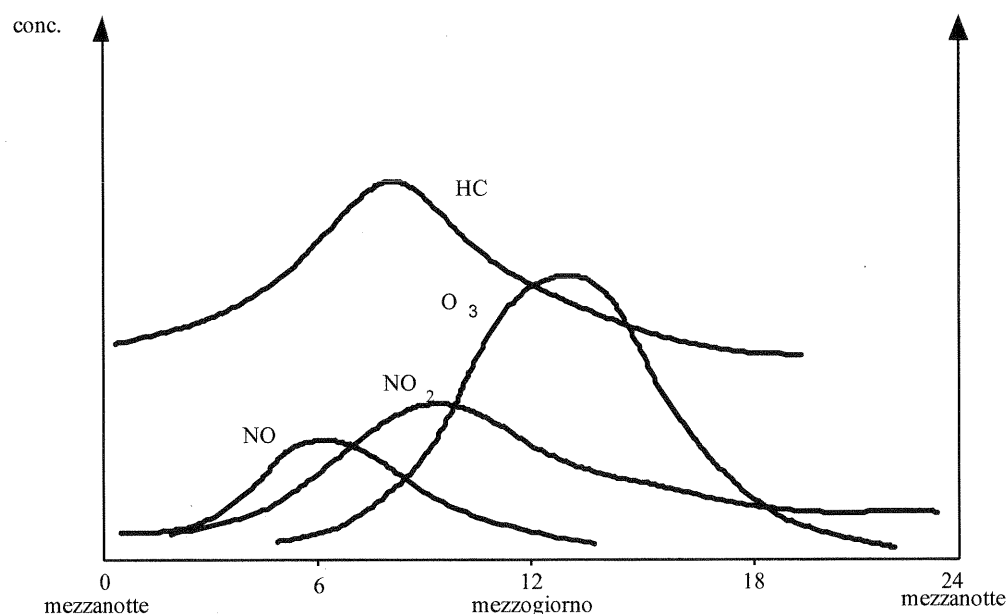
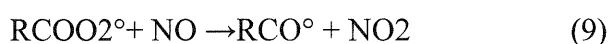


Fig. 17 - Variazioni diurne delle concentrazioni di O₃ e delle specie chimiche coinvolte nella sua formazione.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 174
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Ed infatti le concentrazioni più elevate di O₃ sono riscontrabili o nelle aree suburbane, sottovento ai grandi centri, oppure nel momento in cui la produzione di NO risulti più limitata.

Tra i principali gruppi di radicali liberi che si formano a partire dai VOC emessi nella bassa troposfera ricordiamo il radicale alchilperossi- (RO₂^o), il radicale acilperossi- (ROO₂^o) e il radicale idroperossi- (HO₂^o). Alcune tra le principali reazioni che li vedono coinvolti nell'ossidazione del monossido di azoto a biossido di azoto sono riportate di seguito:



L'insieme di queste reazioni (e di molte altre non riportate per comodità) prende il nome di ciclo catalitico di conversione dell'NO in NO₂, ed avviene senza consumo di ozono, il quale può dunque accumularsi in quantitativi elevati. Come si può inoltre vedere le reazioni (7), (8) e (9) producono, assieme all'NO₂, altri radicali liberi che possono continuare a sostenere il ciclo stesso.

Nel contesto dell'analisi del contributo dei VOC alla formazione dell'ozono troposferico riveste infine un ruolo importante, per determinare l'ammontare degli inquinanti fotochimici, la differente reattività delle singole specie. Questa viene espressa in termini di Potenziale di Creazione dell'Ozono Fotochimico (POCP) ed è calcolata normalizzando i valori rispetto alla molecola di etilene, il cui potenziale è posto per convenzione uguale a 100.

Dopo queste considerazioni di carattere generale, necessarie a inquadrare un fenomeno caratterizzato da una certa complessità, si vuole stimare, nel caso specifico, quale possa essere il contributo alla formazione dell'ozono troposferico da parte delle emissioni gassose dell'impianto di repowering ACEA a Tor di Valle. La centrale elettrica utilizza come combustibile il gas naturale ed ha un'impiantistica a ciclo combinato in cui i bruciatori della turbina a gas sono del tipo DLN (Dry Low NO_x). Questo tipo di dispositivo, attraverso la premiscelazione del combustibile con l'aria comburente primaria consente di mantenere una concentrazione di NO_x nei gas emessi inferiore o uguale a 25 ppm (riferiti al 15% vol di ossigeno nei fumi secchi, corrispondenti a circa 50 mg/Nm³) durante il funzionamento a pieno carico della turbina a gas mentre per quanto riguarda gli idrocarburi l'utilizzo del gas naturale ne assicura un'assenza

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 175
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

pressoché totale nei fumi (la combustione del metano produce infatti H₂O, CO₂ e quantità minori di CO).

Il gas naturale è infatti costituito in prevalenza da metano (CH₄, fino al 100% vol), più qualche idrocarburo a catena corta (in quantità rilevanti fino al C₄, butano) che però, bruciando bene, non dà residui in termini di idrocarburi incombusti. L'impiego di tale combustibile consente dunque di limitare a due le specie carboniose gassose emesse al camino: il biossido di carbonio (CO₂) e il monossido di carbonio (CO).

L'assenza di VOC nelle emissioni è un elemento di valutazione importante. Infatti come è stato ricordato in precedenza affinché si producano concentrazioni rilevanti di O₃ sono necessari principalmente tre componenti: ossidi di azoto, composti organici volatili e radiazione solare. Se i primi sono direttamente coinvolti nel ciclo fotolitico che porta alla formazione dell'ozono, i secondi rivestono un ruolo essenziale nel ciclo catalitico di conversione del monossido d'azoto in biossido di azoto. In particolare senza composti organici volatili non si possono formare i radicali liberi (alchilperossi-, acilperossi- e idroperossi-) responsabili dell'ossidazione di NO a NO₂. L'importanza di questo processo nel bilancio dell'ozono è proprio il fatto che la conversione a biossido di azoto non implica alcun consumo di O₃ e d'altra parte provoca un incremento della concentrazione di NO₂ e una diminuzione di quella di NO: fattori questi che sbilanciano l'equilibrio stazionario (4), che si crea col ciclo fotolitico, inducendo una maggiore fotodissociazione di NO₂ (1) e una maggiore produzione di ozono (2).

Mancando i VOC dunque i livelli di ozono riscontrabili saranno da imputare ad altre cause, su tutte il ciclo fotolitico di dissociazione dell'NO₂ e condizioni meteorologiche particolari.

Risulta difficoltoso stabilire una correlazione tra i precursori e l'inquinante secondario che si forma, ma è possibile elaborare alcune considerazioni quali-quantitative.

L'instaurarsi del ciclo fotolitico di dissociazione dell'NO₂ e del ciclo catalitico di conversione dell'NO in NO₂ fa sì che il rapporto tra i precursori e la concentrazione di ozono sia fortemente non lineare (ovvero: velocità di formazione dell'ozono è funzione non lineare delle concentrazioni dei precursori). Pertanto eventuali variazioni nelle emissioni di NO_x e/o di VOC assai raramente produrranno una uguale variazione di ozono.

Attraverso l'utilizzo di numerose simulazioni modellistiche delle concentrazioni massime di O₃ sviluppatesi in differenti miscele dei precursori, irraggiate con radiazione solare, si sono potute ricavare delle funzioni grafiche isoplete (linee di uguale concentrazione di O₃) utilizzabili per

fare successive previsioni (Figura 18). La forma delle isoplete non è generale, ma presenta una certa variabilità in funzione dei fattori che condizionano la formazione di ozono nella specifica situazione in esame, delle condizioni iniziali di concentrazione e del tempo nel quale si sviluppano i fenomeni.

La Figura 18 non offre quindi una visione esatta di tutte le possibili situazioni, tuttavia consente di avere le idee più chiare in merito ai livelli di ozono che si possono attendere.

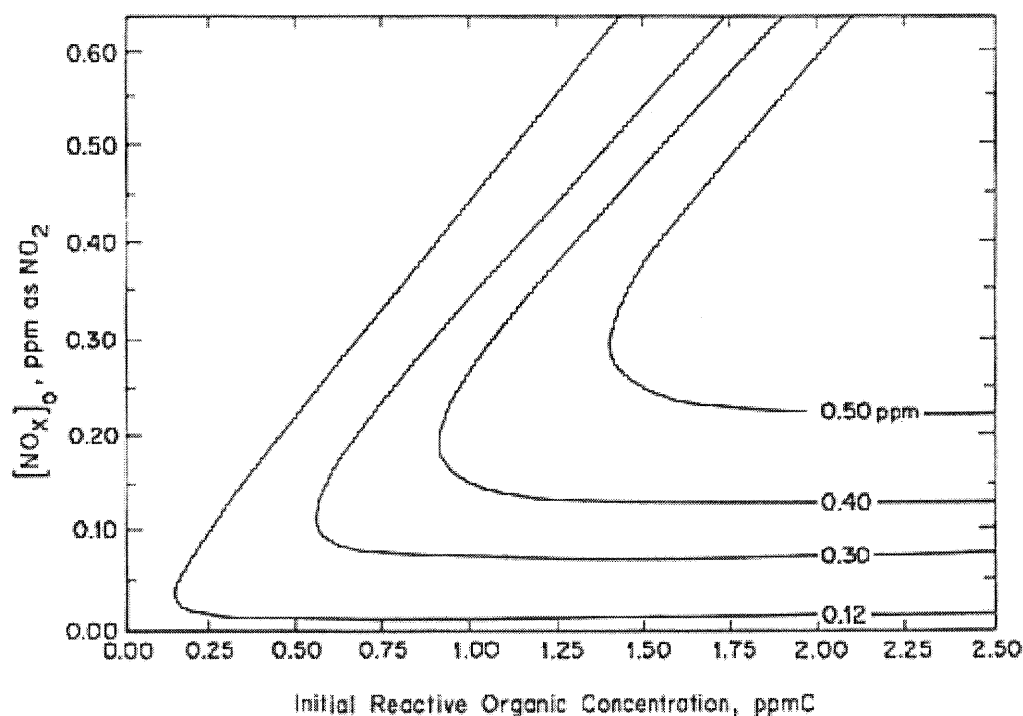


Fig. 18 - Isoplete di concentrazione dell'O3 in funzione delle concentrazioni dei precursori, espressi come composti organici iniziali (ppm) e ossidi di azoto (ppmNO₂).

Per quanto concerne le variazioni della concentrazione di ozono in funzione dell'irraggiamento solare le considerazioni inerenti la centrale ACEA ricalcano quanto già esposto nella parte precedente. Si può quindi indicare nei mesi tardo primaverili ed estivi il periodo dell'anno più favorevole alla formazione di ozono in ragione di un'incidenza solare maggiore che nel resto dell'anno. A ciò fanno seguito riflessioni di tipo meteorologico che indicano nella stabilità atmosferica e in venti ad intensità moderata le condizioni ideali per la formazione dell'ozono troposferico.

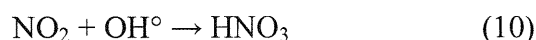
ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 177
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

L'analisi anemologica ha evidenziato una forte prevalenza (frequenza annuale di quasi l'80% secondo i dati ACEA) dei venti di velocità medio-bassa (0-4 m/s) mentre risultano prevalenti le classi di stabilità atmosferica D (neutralità) e F+G (elevata stabilità) ed è opportuno sottolineare che nel caso di sorgenti di emissioni posti in quota (40 m nel caso del camino di repowering) una situazione di stabilità atmosferica tenderà a mantenere confinati gli inquinanti ad una certa altezza e dare inferiori valori di ricadute al suolo, rispetto a situazioni di instabilità, e dunque a dare un contributo ancora inferiore ai processi di formazione di ozono e smog fotochimico.

Il livelli di concentrazione di ozono, anche in situazioni di picchi elevati, in genere non si mantengono a lungo costanti ma tendono a subire una flessione imputabile a diversi meccanismi che coinvolgono tale inquinante e i suoi precursori, e ad un andamento ciclico legato principalmente all'irraggiamento solare, già analizzato precedentemente.

I processi di rimozione sono costituiti da deposizione al suolo, trasformazione chimica e trasporto verso strati più alti dell'atmosfera. La deposizione al suolo è sostanzialmente nulla per i VOC (che per la loro definizione sono volatili), mentre riveste un ruolo più consistente per gli NO_x, in particolare per l'NO₂. Se per l'NO (gas quasi insolubile in acqua e poco reattivo in soluzione) non ci sono evidenze, per l'NO₂ (anch'esso poco solubile in acqua e poco reattivo in soluzione) è stato riscontrato un certo contributo mediante l'ossidazione dei lipidi o dei composti fenolici. L'efficacia della deposizione varia inoltre fortemente a seconda delle caratteristiche del suolo.

Un'importanza notevole è da attribuire ai processi di rimozione chimica dell'ozono e dei suoi precursori. L'O₃ infatti è un forte ossidante e reagisce con numerose sostanze presenti nel suolo e nell'atmosfera: l'efficienza della rimozione dipende dall'equilibrio e dalla cinetica delle singole reazioni. Analogo discorso vale per i radicali liberi che si formano a partire dai VOC. Per quanto riguarda gli NO_x, le vie di rimozione chimica dell'NO₂ sono due e riguardano l'ossidazione ad acido nitrico (HNO₃). La prima avviene in presenza di attività fotochimica (ore diurne), che induce la formazione del radicale idrossile (OH°) per dissociazione fotolitica di ozono:



La percentuale media di rimozione della (10) è del 2-8% all'ora.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 178
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Il secondo meccanismo avviene in assenza di attività fotochimica (ore notturne); in questo caso la formazione di acido nitrico passa attraverso alcuni stadi intermedi:



Tale sistema di reazioni non si instaura di giorno poiché l'NO₃ subisce immediatamente reazioni fotolitiche che portano alla formazione di NO₂ e NO. L'acido nitrico, molto volatile, è solubile in acqua ed è quindi soggetto a ricadute al suolo nelle nuvole e nella pioggia (dove contribuisce alle piogge acide). Venendo inoltre facilmente assorbito e adsorbito a contatto con superfici metalliche è soggetto anche alla deposizione secca.

Al vento sono imputabili fenomeni di trasporto e/o accumulo (alti valori sono prevedibili con velocità del vento tra 1-5 m/s): le concentrazioni più elevate sono attese nelle zone suburbane, sottovento ai centri urbani, a distanze di 10-50 km, dove non si verificano importanti emissioni locali di NO. E' indubbio che anche la geografia e la presenza di rilievi intervenga influenzando soprattutto il trasporto degli inquinanti da parte del vento.

Anche l'altezza dello strato di rimescolamento ed in particolare il profilo verticale di temperatura e pressione è un fattore condizionante: nei mesi estivi e in condizioni di alta pressione si possono verificare fenomeni di risalita verticale di masse d'aria che provocano accumuli di ozono negli strati più alti (dove ha tempi di residenza maggiori). Se in seguito si verificano condizioni meteorologiche particolari si possono rilevare valori più elevati di ozono (per esempio fenomeni di fumigazione), rispetto a quanto atteso, per discesa dei quantitativi dagli alti strati.

Non bisogna comunque dimenticare che in generale i venti ed i sistemi meteorologici provocano anche il trasporto e la distribuzione degli inquinanti (precursori e secondari) su ampie scale spaziali, cosa che da un lato complica ulteriormente la comprensione dell'intero fenomeno e dall'altro tende a far diminuire la concentrazione locale per effetto della dispersione.

L'ultimo aspetto da considerare nell'analisi del problema dell'inquinamento da ozono troposferico riguarda la variabilità temporale della concentrazione di O₃ al suolo. Sono identificabili due andamenti principali:

- (A) Ciclo stagionale: è da collegare alle variazioni stagionali delle condizioni meteorologiche e col ciclo stagionale dell'irraggiamento solare. I massimi si riscontrano

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 179
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

nei mesi estivi (ideali per l'instaurarsi del ciclo fotolitico) e nelle condizioni di stabilità atmosferica date dal regime anticiclonico (condizioni ideale per l'accumulo di inquinanti in atmosfera). Il ricambio della massa d'aria carica di inquinanti e la diminuzione dei picchi avvengono in generale allorché transita una perturbazione.

- (B) Ciclo giornaliero: l'andamento giornaliero della concentrazione dell'ozono risulta dal bilancio fra i meccanismi di formazione, il trasporto e i processi di rimozione. Tale variabilità giornaliera varia da luogo a luogo ma è fondamentalmente influenzata dal ciclo diurno dell'intensità della radiazione solare (vedi Fig. 17): a parità di condizioni al contorno l'insolazione cresce sino a mezzogiorno, seguita da un aumento dell'O₃ sfasato di un paio d'ore, (concentrazione massima alle 14-15), per poi calare progressivamente fino al tramonto.

La diminuzione costante di O₃ che si osserva nel pomeriggio, in assenza di rilevanti fenomeni di trasporto, si ha soprattutto nelle aree dove esistono sorgenti di NO, il quale interviene nel ciclo fotolitico (1), (2), (3) agendo da fattore di rimozione dell'ozono (che viene prodotto in misura via via minore dalle reazioni (1)+(2) in relazione alla diminuzione della radiazione incidente). Questa diminuzione si realizza in maniera ancora più ingente durante le ore notturne e, in prevalenza, in ambito urbano (dove l'immissione in atmosfera di NO continua, anche se in quantità inferiori). Nelle aree rurali invece le concentrazioni di ozono permangono a valori pressoché costanti (dopo un iniziale calo nelle prime ore della notte, imputabile all'NO trasportato dalle zone urbane) in ragione di una quasi totale assenza di sorgenti di NO.

Il modulo di repowering in progetto porta nella configurazione di esercizio definitivo a ricadute di NO_x al suolo inferiori a quelle dello scenario ante-operam, non partecipando quindi ad un peggioramento degli effetti dei fenomeni sopra descritti.

5.3.3.2.2.10 Deposizioni al suolo

Gli inquinanti atmosferici sono soggetti ai seguenti processi di rimozione dall'atmosfera (Seinfeld, 1986):

- deposizione secca;
- deposizione umida.

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 180
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

La prima è un processo di trasferimento diretto dall'aria al suolo di gas e particelle per sedimentazione e successivo impatto e adsorbimento e può essere assunta proporzionale alle concentrazioni al suolo, tramite costanti che dipendono dalla specie chimica, dalla natura del terreno e dalle condizioni meteorologiche.

La deposizione umida rappresenta la principale via di rimozione degli inquinanti acidi dell'atmosfera in zone lontane dalle sorgenti. NO_x e SO₂ possono essere ossidati direttamente in fase liquida a contatto con le particelle di condensa in atmosfera oppure essere convertite in aerosol di solfato e nitrato attraverso reazioni omogenee in fase gassosa. Tali particelle igroscopiche possono essere facilmente inglobate nelle goccioline d'acqua costituenti le nubi, per le quali rappresentano nuclei di condensazione (fenomeno di "rain out") o essere catturate sotto il livello della nube ("wash out") per impatto, intercettamento o diffusione browniana nel corso della precipitazione. Questi fenomeni, quando sono relativi a inquinanti (come NO_x) che favoriscono la formazione di prodotti acidi (nel caso specifico acido nitrico, HNO₃), danno luogo alle cosiddette "piogge acide".

La deposizione secca è generalmente il flusso più importante in termini quantitativi nelle vicinanze delle sorgenti di emissione, anche alcune decine di chilometri (Butta, 1987; Bonanni et al., 2001), soprattutto in area con piovosità non elevata come quella in esame (massimo 800 mm/anno nel periodo studiato).

La deposizione secca è stimabile in via cautelativa mediante la seguente relazione, valida nell'ipotesi di assumere la totale riflessione degli inquinanti al suolo:

$$F_d = C v_d$$

dove:

v_d : velocità di deposizione

C: concentrazione dell'inquinante

nel caso degli ossidi di azoto i valori di riferimento per v_d sono:

1 cm/s per il biossido di azoto (NO₂)

0,1 cm/s per l'ossido nitrico e l'acido nitrico (HNO₃)

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 181
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Utilizzando il valore maggiore per v_d ed il massimo valore medio annuo di concentrazione al suolo dovuto alle sorgenti emissive, è possibile ottenere in via del tutto cautelativa i massimi valori di deposizione al suolo su base annua per ogni scenario emissivo, riportati nella tabella seguente.

Scenario emissivo	Max conc media annuale di NOx (microg/m3)	Stima della deposizione secca (g/m ² *a)
1	1,31	0,41
2	3,04	0,96
3	7,33	2,31
4	4,12	1,30
5	4,08	1,29
6	4,28	1,35

Tab. 48 – Deposizioni secche annue al suolo

Le deposizioni umide sono state valutate con il metodo del così detto "rapporto di dilavamento (washout ratio) W_r " [S. R. Hanna, G. A. Briggs, R. P. Hosker, Jr: *Handbook of Atmospheric Diffusion*, U.S. Dept. Of Energy, 1982, pag. 71-72].

Con tale approccio, il flusso di inquinante sulla superficie è dato da:

$$F_{wet} = C_0 W_r J_0$$

dove:

J_0 è la piovosità nell'area di interesse (pari, nel caso in esame a 0,8m di pioggia all'anno)

C_0 è la concentrazione d'inquinanti in aria (media su base annua ottenuta dalle simulazioni col modello ISC, microg/m3)

W_r è il rapporto di dilavamento, assunto pari a $6 \cdot 10^5$

Si è ottenuto:

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 182
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Scenario emissivo	Max conc media annuale di NOx (microg/m3)	Stima della deposizione umida (g/m ² *a)
1	1,31	0,63
2	3,04	1,46
3	7,33	3,52
4	4,12	1,98
5	4,08	1,96
6	4,28	2,05

Tab. 49 – Deposizioni umide annue al suolo

A scopo di descrizione della situazione preesistente, vengono riportati i dati del monitoraggio delle deposizioni atmosferiche presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Francaviglia et al., 2001), che si sono ritenuti interessanti per la vicinanza della tenuta all'area di studio.

Si tenga però presente che i valori simulati si riferiscono alle *massime* deposizioni al suolo, mentre i dati qui di seguito presentati si riferiscono a dei *valori medi annui*.

Inoltre la deposizione simulata si riferisce all'NOx, di cui solo una parte contribuisce alla formazione di ioni NO₃. Si può stimare che in condizioni estive solo il 10%/h dell'NOx contribuisce alla formazione di HNO₃. In condizioni di tempo umido, inoltre, visto che sia NO che NO₂ sono scarsamente solubili, non si disciolgono nelle goccioline d'acqua delle nubi, non intervenendo significativamente alle reazioni chimiche di formazione di acido nitrico.

I dati relativi alle due località di campionamento, Trafusa e Tor Paterno, sono riportati nella tabella seguente:

Località di campionamento	NH ₄		NO ₃	
	Deposizione secca	Deposizione umida	Deposizione secca	Deposizione umida
Trafusa	0,04	0,37	0,59	1,36

ACEA S.p.A.	20 maggio 2002	Rev. 2	Pagina 183
	Repowering della sezione di cogenerazione della Centrale Tor di Valle - Roma Studio di impatto ambientale		

Località di campionamento	NH ₄		NO ₃	
	Deposizione secca	Deposizione umida	Deposizione secca	Deposizione umida
Tor Paterno	0,03	0,17	0,45	0,72

Tab. 50 – Deposizioni secche e umide nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (mg/m², valor medio annuale)

5.3.3.2.2.11 *Impatti termici*

La presenza di un condensatore ad acqua al posto di un aerocondensatore implica che non vi sono rilevanti impatti termici dell'impianto progettato sull'atmosfera.

5.3.4 Bibliografia

AA.VV., 2000 - Stato della qualità dell'aria del Comune di Roma. Comune di Roma, www.comune.roma.it

EPA, 2000 – Meteorological monitoring guidance for regulatory modeling applications. United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park; (EPA-454/R-99-005)

Francaviglia R., Aromolo R., Gataleta L., Morselli L., Brusori B., Passarini F., Novo A., Olivieri P., 2001. Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche umide e secche presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Collana Scritti e Documenti XXVI: 331-341.