

Appendice 1



**STIMA QUANTITATIVA DELLA DISPERSIONE DI
PARTICOLATO SECONDARIO GENERATO DALLE
EMISSIONI DI NO_x DELLA CTE DA 810 MWE DI
PRESENZANO**

Preparato per:
Edison SpA

Marzo 2010

Progetto: P10-EDI-033
Revisione n: 1

STEAM
Sistemi Energetici Ambientali

Lungarno Mediceo, 40
I – 56127 Pisa
Telefono +39 050 9711664
Fax +39 050 3136505
Email : info@steam-group.net



STEAM

INDICE

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 1 |
| 2 | ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA | 3 |
| 2.1 | QUALITÀ DELL'ARIA | 3 |
| 2.1.1 | Normativa sulla Qualità dell'Aria | 3 |
| 2.1.2 | Caratterizzazione della Qualità dell'Aria | 8 |
| 3 | STIMA QUANTITATIVA DELLE RICADUTE DI PARTICOLATO SECONDARIO | 15 |
| 3.1 | CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MODELLI CALPUFF | 16 |
| 3.2 | CONDIZIONI DI SIMULAZIONE | 18 |
| 3.3 | RISULTATI | 21 |
| 3.3.1 | NO_x e Particolato Secondario | 21 |
| 3.3.2 | Valutazione del Tempo Occorrente all'Emissione per Raggiungere le Celle più "Impattate" nelle Condizioni Meteorologiche che Determinano i Valori Statistici Massimi | 22 |
| 3.4 | CONCLUSIONI | 24 |

INTRODUZIONE

L'obiettivo del presente studio è quello di effettuare una stima quantitativa delle ricadute al suolo di particolato secondario generato dalle emissioni di NO_x dai camini della Centrale Edison di Presenzano da 810 MWe in modo da determinarne gli impatti sulla qualità dell'aria.

In particolare, le ricadute al suolo di particolato secondario sono state ricavate secondo due differenti metodologie:

- moltiplicando per un fattore di conversione pari a 0,88¹ (rif. EEA, 2003) le ricadute al suolo di NO_x determinate tramite il software CALPUFF;
- utilizzando il modulo interno di CALPUFF, denominato MESOPUFF II, che stima la formazione di acido nitrico e nitrati a partire dalle emissioni di NO_x dai camini e dalle concentrazioni atmosferiche di O₃ e NH₃.

Per quanto riguarda i valori attuali relativi all'ambiente ricettore, si è eseguita un'indagine sulla qualità dell'aria per NO₂ e PM₁₀ analizzando i dati registrati nel biennio 2007-2008 da alcune centraline di monitoraggio presenti all'interno del dominio di calcolo, localizzate nei territori delle regioni Lazio, Molise e Campania.

La valutazione dell'entità degli impatti si è basata su una stima della variazione degli indicatori normativi nei pressi delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria a seguito dell'esercizio della centrale. I dati di qualità dell'aria alle centraline sono stati ricavati dal sito web <http://www.brace.sinanet.apat.it/web/struttura.html> gestito dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e facente parte della Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale.

Infine, sulla base delle simulazioni effettuate, sono state identificate le celle più "impattate" sia nel dominio (50 km x 50 km) utilizzato nello SIA della Centrale da 810 MWe che in quello (130 km x 130 km) utilizzato nel presente studio.

Si è inoltre valutato il tempo occorrente all'emissione inquinante per raggiungere le celle maggiormente "impattate" nelle condizioni meteorologiche che determinano i valori statistici massimi.

Il Documento è articolato nel modo seguente:

¹ Si fa presente che il fattore di conversione proposto è normalmente utilizzato per la stima delle emissioni di particolato su base annua e su larga scala, come sarà discusso nel seguito del presente documento.

- analisi dello stato della qualità dell'aria, in cui si riportano una sintesi della normativa di riferimento, i dati di concentrazione per gli inquinanti monitorati dalle stazioni considerate e i risultati dei confronti con i limiti di riferimento;
- stima quantitativa delle ricadute di particolato secondario generato dalle emissioni di NO_x della CTE di Presenzano da 810 MWe tramite il sistema di modelli di calcolo CALPUFF utilizzando due diverse metodologie (rateo di conversione pari a 0,88 e MESOPUFF II);
- conclusioni, in cui vengono commentati i risultati ottenuti.

2 **ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA**

2.1 **QUALITÀ DELL'ARIA**

2.1.1 **Normativa sulla Qualità dell'Aria**

I primi standard di qualità dell'aria sono stati definiti in Italia dal D.P.C.M. 28/03/1983 relativamente ad alcuni parametri, modificati quindi dal D.P.R. 203 del 24/05/1988 che, recependo alcune Direttive Europee, ha introdotto oltre a nuovi valori limite, i valori guida, intesi come "obiettivi di qualità" cui le politiche di settore devono tendere.

Con il successivo Decreto del Ministro dell'Ambiente del 15/04/1994 (aggiornato con il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 25/11/1994) sono stati introdotti i livelli di attenzione (situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme) ed i livelli di allarme (situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario), validi per gli inquinanti in aree urbane. Tale decreto ha inoltre introdotto i valori obiettivo per alcuni nuovi inquinanti atmosferici non regolamentati con i precedenti decreti: PM₁₀ (frazione delle particelle sospese inalabile), Benzene e IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

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

Infine il D.M. 60 del 2 Aprile 2002 ha recepito rispettivamente la Direttiva 1999/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo e la Direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Il decreto ha abrogato le disposizioni della normativa precedente relative a: biossido di zolfo, biossido d'azoto, particelle sospese, PM₁₀, piombo, monossido di carbonio e benzene, ma l'entrata in vigore dei nuovi limiti avverrà gradualmente per completarsi nel gennaio 2010.

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

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

Il Decreto Ministeriale n. 60 del 02/04/2002 stabilisce per Biossido di Zolfo, Biossido Azoto, Ossidi di Azoto, PM₁₀, Benzene e Monossido di Carbonio:

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

L'Allegato IX del D.M. 60/2002 riporta, infine, i criteri per determinare il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di Biossido di Zolfo, Biossido d'Azoto, Ossidi d'Azoto, Materiale Particolato (PM₁₀), Piombo, Benzene e Monossido di Carbonio nell'aria ambiente. Per la popolazione umana vengono forniti dei criteri distinti per le fonti diffuse e per le fonti puntuali. Per queste ultime il punto di campionamento dovrebbe essere definito sulla base della densità delle emissioni, del possibile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria e della probabile esposizione della popolazione.

Il D. Lgs 183 del 21/05/2004 ha recepito la Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria; con tale Decreto vengono abrogate tutte le precedenti disposizioni concernenti l'ozono e vengono fissati i nuovi limiti.

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

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

Tabella 2.2.1a Limiti di Legge Relativi all'Esposizione Acuta

| Inquinante | Tipologia | Valore | Riferimento Legislativo | Termine di efficacia |
|------------------------------|--|--|-------------------------|----------------------|
| SO ₂ | Soglia di allarme* | 500 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| SO ₂ | Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile | 1 gennaio 2005: 350 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| SO ₂ | Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile | Dal 1 gennaio 2005: 125 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| NO ₂ | Soglia di allarme* | 400 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| NO ₂ | Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile | 1 gennaio 2005: 250 µg/m ³ 1 gennaio 2006: 240 µg/m ³ 1 gennaio 2007: 230 µg/m ³ 1 gennaio 2008: 220 µg/m ³ 1 gennaio 2009: 210 µg/m ³ 1 gennaio 2010: 200 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| PM ₁₀ Fase 1 | Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile | 1 gennaio 2005: 50 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| PM ₁₀ Fase 2** | Limite di 24 h da non superare più di 7 volte per anno civile | 1 gennaio 2010: 50 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| CO | Massimo giornaliero della media mobile di 8 h | 1 gennaio 2005: 10 mg/m ³ | DM 60/02 | |
| O ₃ | Soglia di informazione Media 1 h | 180 µg/m ³ | D. Lgs.183/04 | Dal 07/08/04 |
| O ₃ | Soglia di allarme Media 1 h | 240 µg/m ³ | D. Lgs.183/04 | Dal 07/08/04 |
| Fluoro | Media 24 h | 20 µg/m ³ | DPCM 28/03/83 | |
| NHMC | Concentrazione media di 3 h consecutive (in un periodo del giorno da specificarsi secondo le zone, a cura delle autorità regionali competenti) | 200 µg/m ³ | DPCM 28/03/83 | |

* misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno est.

** valori limite indicativi, da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria; margine di tolleranza da stabilire in base alla fase 1. Attualmente, in assenza di decreto e in considerazione della Direttiva 2008/50, che dovrà essere recepita nella normativa italiana entro giugno 2010 vale il limite di fase 1.

Tabella 2.2.1b Limiti di Legge Relativi all'Esposizione Cronica

| Inquinante | Tipologia | Valore | Riferimento Legislativo | Termine di efficacia |
|------------------------------|---|--|----------------------------|--------------------------------------|
| NO ₂ | 98° percentile delle concentrazioni medie di 1h rilevate durante l'anno civile | 200 µg/m ³ | DPCM 28/03/83 e succ. mod. | Fino 31/12/2009 |
| NO ₂ | Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile | 1 gennaio 2005: 50 µg/m ³ 1 gennaio 2006: 48 µg/m ³ 1 gennaio 2007: 46 µg/m ³ 1 gennaio 2008: 44 µg/m ³ 1 gennaio 2009: 42 µg/m ³ 1 gennaio 2010: 40 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| O ₃ | Valore bersaglio per la protezione della salute da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera | 120 µg/m ³ | D. Lgs.183/04 | Dal 2010. Prima verifica nel 2013 |
| O ₃ | Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute Media su 8 h massima giornaliera | 120 µg/m ³ | D. Lgs.183/04 | Dal 07/08/04 |
| PM ₁₀ Fase 1 | Valore limite annuale Anno civile | 1 gennaio 2005: 40 µg/ m ³ | DM 60/02 | |
| PM ₁₀ Fase 2** | Valore limite annuale Anno civile | 1 gennaio 2005: 30 µg/ m ³ 1 gennaio 2006: 28 µg/ m ³ 1 gennaio 2007: 26 µg/ m ³ 1 gennaio 2008: 24 µg/ m ³ 1 gennaio 2009: 22 µg/ m ³ 1 gennaio 2010: 20 µg/ m ³ | DM 60/02 | |
| Piombo | Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile | 1 gennaio 2005: 0,5 µg/ m ³ | DM 60/02 | |
| Fluoro | Media delle medie di 24 h rilevate 1 mese | 10 µg/m ³ | DPCM 28/03/83 | |
| Benzene | Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile | 1 gennaio 2005: 10 µg/m ³ 1 gennaio 2006: 9 µg/m ³ 1 gennaio 2007: 8 µg/m ³ 1 gennaio 2008: 7 µg/m ³ 1 gennaio 2009: 6 µg/m ³ 1 gennaio 2010: 5 µg/m ³ | DM 60/02 | |
| B(a)pirene | Obiettivo di qualità Media mobile annuale | 1 ng/m ³ | DM 25/11/94 | Fino a recepimento della Direttiva |

** valori limite indicativi, da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria; margine di tolleranza da stabilire in base alla fase 1.

Tabella 2.2.1c Limiti di Legge per la Protezione degli Ecosistemi

| Inquinante | Tipologia | Valore | Riferimento Legislativo | Termine di efficacia |
|-----------------|---|--|-------------------------|--|
| SO ₂ | Limite protezione ecosistemi Anno civile e inverno (01/10 – 31/03) | 20 µg/m ³ Dal 19 luglio 2001 | DM 60/02 | |
| NO _x | Limite protezione ecosistemi Anno civile | 30 µg/m ³ Dal 19 luglio 2001 | DM 60/02 | |
| O ₃ | Valore bersaglio per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni) | 18000 µg/m ³ h | D. Lgs.183/04 | Dal 2010. Prima verifica nel 2015. |
| O ₃ | Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40* su medie di 1 h da maggio a luglio | 6000 µg/m ³ h | D. Lgs.183/04 | |

(*) Per AOT40 (espresso in µg/m³·ora) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³(= 40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo,utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00,ora dell'Europa centrale.

Infine il D. Lgs 152 del 03/08/2007 ha recepito la Direttiva 2004/107/CE concernente l'Arsenico, il Cadmio, il Mercurio, il Nichel e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici nell'aria ambiente; tale Decreto ha l'obiettivo di migliorare lo stato di qualità dell'aria ambiente e di mantenerlo tale laddove buono.

Per perseguire tali obiettivi stabilisce:

- i valori obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente dell'Arsenico, del Cadmio, del Nichel e del Benzo(a)pirene;
- i metodi e i criteri per la valutazione delle concentrazioni nell'aria ambiente dell'Arsenico, del Cadmio, del Mercurio, del Nichel e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici;
- i metodi e criteri per la valutazione della deposizione dell'Arsenico, del Cadmio, del Mercurio, del Nichel e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici.

Nella tabella successiva sono riportati i valori obiettivo. Tali valori sono riferiti al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su anno civile. La media annuale calcolata deve essere espressa con una cifra decimale. Il valore obiettivo si intende superato anche se pari a quello indicato nella tabella, ma seguito da una qualsiasi cifra decimale diversa da 0.

Tabella 2.2.1d Valori Obiettivo

| Inquinante | Valore |
|----------------|----------------------|
| Arsenico | 6 ng/m ³ |
| Cadmio | 5 ng/m ³ |
| Nichel | 20 ng/m ³ |
| Benzo(a)pirene | 1 ng/m ³ |

Le Regioni e le Province autonome individuano le zone e gli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti sopra riportati sono al disotto del rispettivo valore obiettivo. In tali zone e agglomerati deve essere assicurato il mantenimento di detti livelli. Nelle zone in cui tali valori obiettivo sono superati, si evidenziano le aree di superamento e le fonti che contribuiscono a tale superamento. Successivamente si adottano nei limiti delle risorse disponibili a legislazione vigente, le misure necessarie a perseguire il raggiungimento del valore obiettivo entro il 31 dicembre 2012, con priorità per le misure che intervengono sulle principali fonti di emissione. Il perseguimento del valore obiettivo non comporta, per gli impianti soggetti al Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, condizioni più rigorose di quelle connesse all'applicazione delle migliori tecniche disponibili.

2.1.2 **Caratterizzazione della Qualità dell'Aria**

La caratterizzazione della qualità dell'aria nell'area di studio, di dimensioni 130 km x130 km centrata sul sito di impianto, è stata effettuata considerando i dati registrati nelle centraline di monitoraggio presenti, localizzate nei territori delle regioni Lazio, Molise e Campania. L'area di studio interessa parzialmente anche la regione Abruzzo, tuttavia, nella porzione coinvolta, non si rileva la presenza di alcuna stazione di monitoraggio della qualità dell'aria.

Nello specifico sono stati analizzati i dati tratti dalla banca dati BRACE, consultabile sul sito <http://www.brace.sinanet.apat.it/web/struttura.html>, riferiti al biennio 2007-2008.

Tra le varie centraline di monitoraggio sono state scelte quelle che effettuassero il monitoraggio del PM₁₀ e presentassero una completezza di dati per il biennio considerato, oltre che per tale inquinante, anche per NO₂ ed O₃. Infine, nel caso di più stazioni di monitoraggio tra loro vicine, per effettuare una caratterizzazione esaustiva dello stato di qualità dell'aria, ne sono state considerate due di diversa tipologia, in particolare suburbana - fondo e suburbana - traffico.

2.1.2.1 **Analisi dei Dati di Qualità dell'Aria tratti dalla Banca Dati BRACE**

Nei successivi paragrafi sono analizzati i dati delle centraline di monitoraggio presenti, rispondenti ai criteri sopra indicati. Per quanto riguarda le stazioni della regione Molise non è stato però possibile reperire i dati dalla banca dati BRACE, in quanto non disponibili per gli anni successivi all'attivazione delle centraline, avvenuta nel 2006. Gli unici dati disponibili, che sono stati quindi elaborati, sono quelli rilevati da una centralina di Campobasso, nel 2006, relativi agli inquinanti PM₁₀ e NO₂.

E' doveroso segnalare che, per tutte le centraline di qualità dell'aria analizzate, non sono ancora state rese disponibili le elaborazioni ufficiali da parte delle rispettive ARPA. A tali elaborazioni si rimanda per eventuali commenti relativi allo stato di qualità dell'aria.

I dati elaborati nei paragrafi seguenti sono riferiti agli anni 2007 e 2008².

Nella successiva *Tabella 2.1.2.1a* sono riportate, per ciascuna stazione di monitoraggio della qualità dell'aria utilizzata, la denominazione, la tipologia, le coordinate geografiche e l'altezza sul livello del mare.

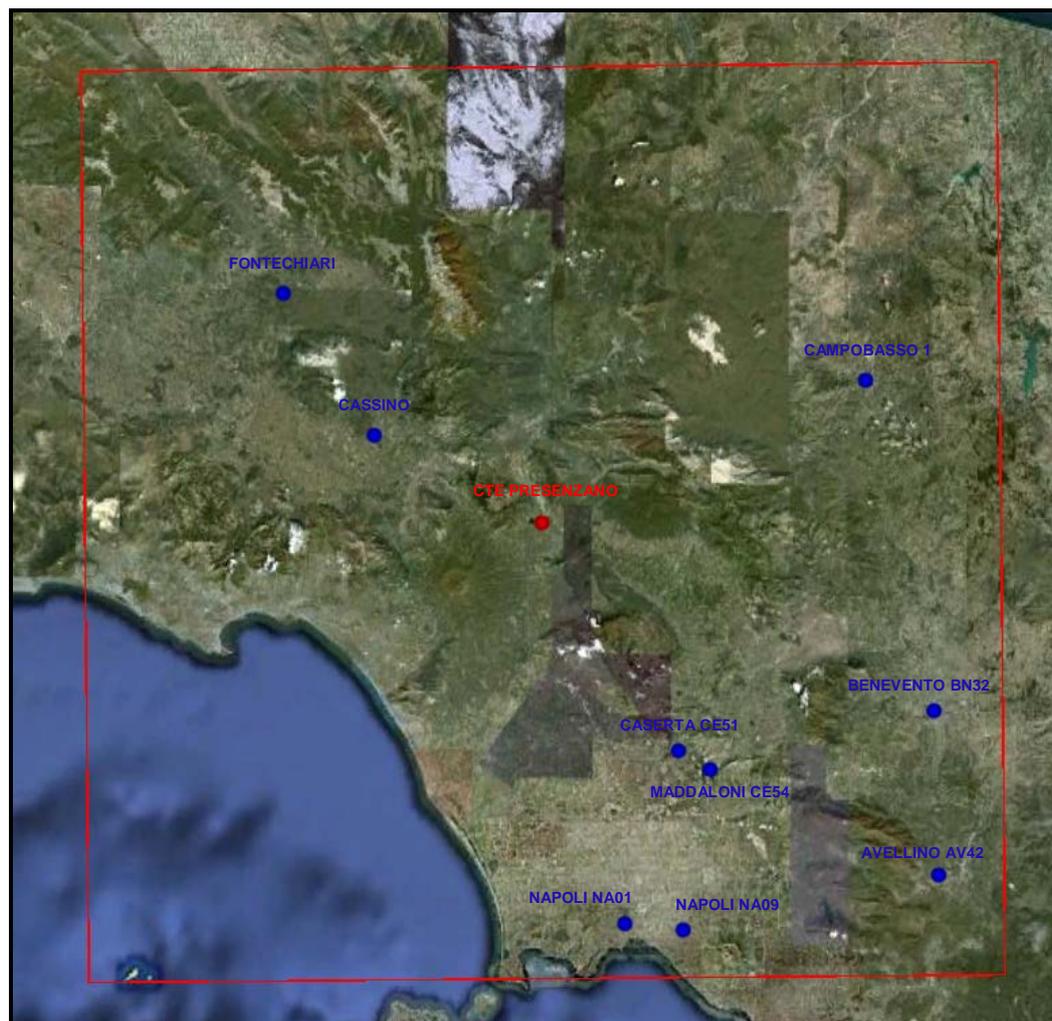
Tabella 2.1.2.1a *Caratteristiche delle Stazioni della Rete di Monitoraggio Appartenenti all'Area di Studio*

| Stazione | Tipologia | Lat. | Long. | Alt. s.l.m. | Distanza Dal Sito |
|---------------------|----------------------|-----------|-----------|-------------|-------------------|
| Fontechiari (FR) | Rurale - Fondo | 41°40'09" | 13°40'28" | 393 m | 49 km |
| Cassino (FR) | Urbana - Traffico | 41°29'16" | 13°49'50" | 28 m | 27 km |
| Benevento BN32 (BN) | Urbana - Traffico | 41°08'03" | 14°46'32" | 159 m | 62 km |
| Avellino AV42 (AV) | Urbana - Traffico | 40°55'24" | 14°46'56" | 382 m | 76 km |
| Caserta CE51 (CE) | Urbana - Traffico | 41°05'04" | 14°20'41" | 68 m | 38 km |
| Maddaloni CE54 (CE) | Suburbana - Traffico | 41°03'37" | 14°23'52" | 71 m | 42 km |
| Napoli NA01 (NA) | Suburbana - Fondo | 40°51'46" | 14°15'16" | 145 m | 58 km |
| Napoli NA09 (NA) | Suburbana - Traffico | 40°51'17" | 14°21'08" | 33 m | 61 km |
| Campobasso CB1 (CB) | Urbana - Traffico | 41°33'28" | 14°39'48" | 686 m | 50 km |

In *Figura 2.1.2.1a* è riportata la localizzazione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria utilizzate nel presente studio.

² Ad esclusione dei dati della centralina di Campobasso relativi al 2006.

Figura 2.1.2.1a Ubicazione delle Stazioni di Monitoraggio della Qualità dell'Aria



In *Tabella 2.1.2.1b* sono indicate, per le stazioni sopra indicate, gli inquinanti monitorati.

Tabella 2.1.2.1b Inquinanti Analizzati dalle Stazioni Appartenenti all'Area di Studio

| Stazione | Inquinanti Analizzati | | |
|---------------------|-----------------------|------------------|----------------|
| | NO ₂ | PM ₁₀ | O ₃ |
| Fontechiari (FR) | X | X | X |
| Cassino (FR) | X | X | |
| Benevento BN32 (BN) | X | X | X |
| Avellino AV42 (AV) | X | X | X |
| Caserta CE51 (CE) | X | X | X |
| Maddaloni CE54 (CE) | X | X | X |
| Napoli NA01 (NA) | X | X | X |
| Napoli NA09 (NA) | X | X | X |
| Campobasso CB1 (CB) | X | X | |

Nella successiva tabella sono descritte le caratteristiche delle aree in cui sono localizzate le centraline di monitoraggio di qualità dell'aria utilizzate nel presente studio.

Tabella 2.1.2.1c *Caratteristiche dell'Area di Localizzazione delle Stazioni Appartenenti all'Area di Studio*

| Stazione | Localizzazione** | Caratteristiche dell'Area di Localizzazione** |
|---|------------------------------------|--|
| Fontechiari | Via Regina Margherita, Fontechiari | La zona è agricola |
| Cassino | Largo Dante, Cassino | La zona è di tipo residenziale |
| Benevento BN32 Palazzo del Governo | Corso Garibaldi, Benevento | La zona è di tipo residenziale, caratterizzata da altre sorgenti mobili e macchinari |
| Avellino AV42 Ospedale Moscati | Via Cristoforo Colombo, Avellino | La zona è di tipo residenziale/commerciale, caratterizzata da altre sorgenti mobili e macchinari |
| Caserta CE51 Istituto Manzoni | Via De Gasperi, Caserta | La zona è di tipo residenziale, caratterizzata da altre sorgenti mobili e macchinari |
| Maddaloni CE54 Scuola Settembrini | Via Brecciamme, Maddaloni | La zona è di tipo industriale/residenziale, caratterizzata da altre sorgenti mobili e macchinari |
| Napoli NA01 Osservatorio Astronomico | Salita Moiarello, Napoli | La zona è naturale, caratterizzata da altre sorgenti mobili e macchinari |
| Napoli NA09 ITIS Argine | Via Argine, Napoli | La zona è di tipo industriale/residenziale, caratterizzata da altre sorgenti mobili e macchinari |
| Campobasso CB1 | Piazza Cuoco, Campobasso | La zona è di tipo residenziale/commerciale |
| (**) Fonte: http://www.brace.sinanet.apat.it/web/struttura.html | | |

Biossido di Azoto (NO_2)

Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- ossido di diazoto: N_2O ;
- ossido di azoto: NO ;
- triossido di diazoto (anidride nitrosa): N_2O_3 ;
- biossido di azoto: NO_2 ;
- tetrossido di diazoto: N_2O_4 ;
- pentossido di diazoto (anidride nitrica): N_2O_5 .

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente causate dai trasporti, dall'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, dalle attività industriali. Negli ultimi anni le emissioni antropogeniche di ossidi di azoto sono aumentate notevolmente e questa è la causa principale dell'incremento della concentrazione atmosferica delle specie ossidanti.

Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell' NO produce anche modeste quantità di biossido di azoto, che in genere non supera il 15% degli NO_x totali emessi.

La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. La concentrazione in aria di NO_2 , oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO , dalla

velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitrati).

La *Tabella 2.1.2.1d* riporta i parametri statistici di legge calcolati per le centraline considerate che monitorano l'NO₂.

Tabella 2.1.2.1d Concentrazioni di NO₂ Rilevate nel Biennio 2007-2008 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| Stazione | Rendimento Strumentale % | | 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie ⁽¹⁾ | | Valore Media Annua ⁽²⁾ | |
|-------------------------------|--------------------------|------|---|-------|-----------------------------------|------|
| | '07 | '08 | '07 | '08 | '07 | '08 |
| Fontechiari | 91,7 | 93,3 | 63,5 | 44,4 | 10,4 | 7,9 |
| Cassino | n.d. | 88,4 | n.d. | 144,2 | n.d. | 50,4 |
| Benevento BN32 | 95,3 | 77,1 | 217,5 | 123,3 | 43,7 | 39,0 |
| Avellino AV42 | 82,2 | 58,6 | 197,4 | 217,0 | 53,0 | 58,7 |
| Caserta CE51 | 95,6 | 83,2 | 117,9 | 109,6 | 29,5 | 33,2 |
| Maddaloni CE54 | 89,1 | 85,8 | 155,4 | 213,0 | 40,7 | 42,1 |
| Napoli NA01 | 88,7 | 66,4 | 134,5 | 129,5 | 67,5 | 45,4 |
| Napoli NA09 | 95,5 | 70,7 | 171,7 | 160,1 | 44,3 | 56,8 |
| Campobasso CB1 ⁽³⁾ | 85,5 | | 156,3 | | 47,4 | |

Note: Rif: D.M. 60/02
 (1) Il limite orario per la protezione della salute umana è pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2010), come NO₂ da non superare per più di 18 volte nell'anno civile – tempo di mediazione 1 ora. Rappresenta il 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie.
 (2) Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2010) – tempo di mediazione anno civile.
 (3) Dati relativi esclusivamente all'anno 2006.

PM₁₀

Gli inquinanti atmosferici definiti PM₁₀ o anche "particolato fine" o "materiale particolare" includono polvere, fumo, microgocce di liquido di dimensioni inferiori a 10 micron, emesse direttamente in atmosfera da sorgenti quali industrie, centrali termoelettriche, autoveicoli, cantieri e polveri di risospensione trasportate dal vento.

Il PM₁₀ può anche formarsi in modo indiretto in atmosfera tramite la condensazione in microgocce di gas inquinanti quali l'anidride solforosa, gli ossidi di azoto ed alcuni composti organici volatili. Il materiale particolato sospeso è dunque una miscela di particelle a composizione chimica variabile di componenti organiche ed inorganiche in fase solida e liquida.

Il particolato atmosferico viene emesso in atmosfera da anche una grande varietà di sorgenti naturali quali:

- polvere minerale trasportata dal vento;
- emissioni vulcaniche;
- materiali biologici;

- fumi da combustione di biomasse (ad es. in agricoltura).

Le sorgenti antropogeniche (prevalentemente combustioni) sono invece:

- polveri prodotte dai veicoli diesel;
- polvere sollevata dalle strade;
- fumi e fuliggine.

La *Tabella 2.1.2.1e* riporta l'andamento dell'inquinante per le centraline considerate.

Tabella 2.1.2.1e Concentrazioni di PM₁₀ Rilevate nel Biennio 2007-2008 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| Stazione | Rendimento Strumentale % | | Media Annuale ⁽¹⁾ | | 90,4° Percentile delle Conc. Medie Giornaliere | |
|-------------------------------|--------------------------|------|------------------------------|------|--|------|
| | '07 | '08 | '07 | '08 | '07 | '08 |
| Fontechiari | 97,8 | 97,3 | 24,4 | 23,2 | 40,8 | 40,0 |
| Cassino | n.d. | 96,4 | n.d. | 36,9 | n.d. | 75,6 |
| Benevento BN32 | 92,8 | 90,9 | 30,9 | 43,6 | 58,8 | 77,1 |
| Avellino AV42 | 95,6 | 82,5 | 23,5 | 41,5 | 39,2 | 80,6 |
| Caserta CE51 | 93,1 | 79,3 | 24,1 | 21,2 | 36,9 | 31,0 |
| Maddaloni CE54 | n.d. | 79,5 | n.d. | 34,4 | n.d. | 56,6 |
| Napoli NA01 | 89,1 | 83,8 | 31,0 | 38,9 | 51,1 | 64,7 |
| Napoli NA09 | 94,1 | 72,1 | 30,1 | 37,2 | 45,1 | 60,1 |
| Campobasso CB1 ⁽²⁾ | 83,6 | | 18,7 | | 32,4 | |

Note: Rif: D.M. 60/02
 (1) Il limite della media annuale per la protezione della salute umana è pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
 (2) Dati relativi esclusivamente all'anno 2006.

Ozono (O₃)

L'ozono presente nella bassa atmosfera (troposfera) è sia di origine naturale che legato alle attività antropiche. Quando la concentrazione nell'aria che respiriamo aumenta, l'ozono diventa un inquinante pericoloso per la nostra salute.

L'ozono troposferico è un inquinante secondario, ossia non viene emesso direttamente da una sorgente, ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di inquinanti primari (prodotti dal traffico automobilistico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti, etc.). Infatti le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare (tra le 12.00 e le 17.00) mentre nelle ore serali l'ozono diminuisce. Negli ambienti interni la sua concentrazione è molto più bassa rispetto alla sua concentrazione all'aria aperta. Nei pressi delle aree urbane, dove è più forte l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e si

trasforma con grande rapidità, con un comportamento molto diverso da quello osservato per gli altri inquinanti.

Gli inquinanti primari, che costituiscono la base di formazione dell'ozono, sono gli stessi che possono provocarne la rapida distruzione. Per questa ragione, quando si verifica un aumento dell'ozono nell'aria, il blocco della circolazione non risulta molto efficace. Il particolare comportamento dell'ozono determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri inquinanti.

Il vento trasporta l'ozono dalle aree urbane alle zone suburbane e rurali, dove il minore inquinamento rende la sostanza più stabile. Il monitoraggio corretto di questo inquinante va quindi realizzato nelle località più periferiche della città e nei parchi, dove l'ozono raggiunge i valori più alti.

In *Tabella 2.1.2.1f* sono riportati il numero di superamenti della soglia di informazione, il numero di superamenti della soglia di allarme ed il numero di superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Quest'ultimo valore non deve essere superato per più di 25 volte all'anno, come media su tre anni di rilevamento; in assenza di dati per tale periodo, secondo quanto riportato nel D. Lgs. 183/04, è possibile fare riferimento ai dati relativi ad un anno.

Tabella 2.1.2.1f Superamenti Valore per la Protezione della Salute Umana per l'Ozono nel Biennio 2007-2008 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

| Stazione | Rendimento Strumentale % | | N° Superamenti Valore Bersaglio ⁽¹⁾ | | N° Superamenti Soglia di Informazione ⁽²⁾ | | N° Superamenti Soglia di Allarme ⁽³⁾ | |
|----------------|--------------------------|------|--|-----|--|-----|---|-----|
| | '07 | '08 | '07 | '08 | '07 | '08 | '07 | '08 |
| Fontechiari | 99,0 | 96,6 | 56 | 65 | 30 | 17 | 0 | 0 |
| Benevento BN32 | n.d. | 62,5 | n.d. | 28 | n.d. | 33 | n.d. | 2 |
| Avellino AV42 | n.d. | 78,4 | n.d. | 18 | n.d. | 10 | n.d. | 0 |
| Caserta CE51 | n.d. | 78,0 | n.d. | 50 | n.d. | 9 | n.d. | 0 |
| Maddaloni CE54 | 93,4 | 91,2 | 13 | 31 | 12 | 15 | 0 | 0 |
| Napoli NA01 | 92,8 | 94,1 | 24 | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Napoli NA09 | 94,7 | 74,2 | 9 | 10 | 6 | 10 | 0 | 0 |

Note: Rif: D. Lgs. 183/04:
 (1) Valore bersaglio per la protezione della salute umana: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni oppure in assenza di dati si può fare riferimento ai dati di un anno.
 (2) $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il superamento della soglia deve essere misurato per tre ore consecutive.
 (3) $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il superamento della soglia deve essere misurato per tre ore consecutive.

Da notare che i due superamenti della soglia di allarme per la stazione di Benevento BN32 non sono stati misurati per tre ore consecutive.

STIMA QUANTITATIVA DELLE RICADUTE DI PARTICOLATO SECONDARIO

Per stimare le concentrazioni di particolato secondario al livello del suolo indotte dalle emissioni di NO_x , è stata simulata la dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi dalla Centrale di Presenzano da 810 MWe mediante il sistema di modelli a puff denominato CALPUFF, che comprende il pre-processore meteorologico CALMET, il processore CALPUFF ed il post-processore CALPOST.

Di seguito si espone la metodologia adottata nella simulazione della dispersione degli inquinanti ed i risultati ottenuti.

La stima dell'impatto è stata raggiunta attraverso le seguenti fasi di lavoro:

- Ricostruzione dello scenario emissivo:
 - *Scenario futuro:* rappresentativo delle emissioni convogliate di NO_x dai camini della CTE di Presenzano da 810 MWe;
- Modellazione della dispersione di inquinanti in atmosfera: lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera è stato condotto mediante il "Sistema di Modelli CALPUFF", composto dai moduli CALMET, CALPUFF, CALPOST descritti in dettaglio nei paragrafi seguenti:
 - Preprocessore CALMET: il campo cinetico di vento tridimensionale e le variabili di turbolenza sono stati ricostruiti attraverso il modello CALMET, per un anno tipico (8.760 ore), considerando un dominio di calcolo centrato sull'impianto di Presenzano 810 MWe e di dimensioni 130 km x 130 km con passo cella pari a 1000 m;
 - CALPUFF: l'emissione degli impianti è stata utilizzata, unitamente al campo di vento 3D, come input per l'applicazione del modello di dispersione CALPUFF. L'approccio allo studio ha visto l'applicazione del codice ad un dominio coincidente con quello meteorologico, per la valutazione delle ricadute. È stata effettuata così un'analisi di tipo "long term" sull'intero periodo di riferimento restituendo ora per ora i valori di concentrazione per gli inquinanti simulati per tutti i punti del dominio di calcolo e per n. 9 ricettori discreti ubicati in corrispondenza delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria. In una delle due metodologie seguite per la determinazione delle ricadute al suolo di particolato secondario ($\text{HNO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3$) è stato inoltre attivato il modulo interno di trasformazione chimica denominato MESOPUFF II;
 - Postprocessore CALPOST: i dati orari di concentrazione, in uscita da CALPUFF, sono stati elaborati mediante l'applicazione del modello CALPOST.

- Valutazione dell'effetto sulla qualità dell'aria: l'effetto dell'esercizio della nuova Centrale sulla qualità dell'aria è stato valutato attraverso il confronto dei livelli di concentrazione di NO_x e di particolato secondario (determinato sia considerando un rateo di trasformazione di 0,88 (EEA, 2003) sia mediante il modulo MESOPUFF II) indotti dalle stesse con quelli di NO₂ e PM₁₀ misurati presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria.

3.1

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MODELLI CALPUFF

Il sistema di modelli CALMET-CALPUFF, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc., con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Per le simulazioni si è utilizzata la versione 5.8 del modello come raccomandato dall'US-EPA.

Il sistema di modelli è costituito da tre moduli principali:

- il processore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- il processore CALPUFF: modello di dispersione, che inserisce le emissioni all'interno del campo di vento generato da CALMET e ne studia il trasporto e la dispersione;
- il post-processore CALPOST: ha lo scopo di analizzare statisticamente i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per le analisi successive.

CALMET è un processore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura unitamente a campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza atmosferica. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa e da diverse tipologie di destinazione di uso del suolo.

Il campo di vento è ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale, viene processato in modo da tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso.

CALMET è dotato infine di un modulo micro-meteorologico, per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

CALPUFF è un modello di dispersione ibrido multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili nello spazio e nel tempo.

CALPUFF è in grado di utilizzare i campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo.

CALPUFF contiene diversi algoritmi, che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali:

- l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash);
- lo shear verticale del vento;
- la deposizione secca ed umida;
- le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera;
- il trasporto su superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

Con riferimento all'ultimo punto, CALPUFF tiene conto dei fenomeni di brezza che caratterizzano le zone costiere, e modella in modo efficace il cosiddetto Thermal Internal Boundary Layer (TIBL) che è causa della ricaduta repentina al suolo degli inquinanti emessi da sorgenti vicine alla costa.

In merito alle trasformazioni chimiche il modello CALPUFF è capace di modellare il meccanismo di reazione chimica per la conversione di NO_x in particolato secondario formato da un aerosol di NH_4NO_3 e HNO_3 . Questo meccanismo è basato sullo schema di trasformazione chimica usato nel modello MESOPUFF II (Scire et al., 1984b) e include le dipendenze maggiormente significative delle variazioni delle condizioni ambientali sulle velocità di trasformazione sia dal punto di vista spaziale che temporale. In particolare il modello MESOPUFF II è in grado di simulare le reazioni fotochimiche che avvengono in fase gassosa tra gli NO_x e l' O_3 , che portano alla formazione dell' HNO_3 e quelle tra quest'ultimo composto e l' NH_3 che portano alla formazione dell' NH_4NO_3 .

Inoltre, per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello CALPUFF permette di configurare le sorgenti individuate attraverso geometrie puntuali, lineari ed areali. Le sorgenti puntuali permettono di rappresentare emissioni localizzate con precisione in un'area ridotta; le sorgenti lineari consentono di simulare al meglio un'emissione che si estende lungo una direzione prevalente, qual è ad esempio quella dovuta al trasporto su nastri; le sorgenti areali, infine, si adattano bene a rappresentare un'emissione diffusa su di un'area estesa.

CALPOST consente di analizzare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle diverse esigenze di simulazione. Tramite CALPOST si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di isoconcentrazione.

I codici di calcolo richiedono come input i seguenti dati:

- dati meteorologici in superficie ed in quota, per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale (ricostruiti in CALMET);
- dati per le sorgenti: per l'effettivo studio della dispersione degli inquinanti in aria (effettuato da CALPUFF).

Gli output del codice CALPUFF, elaborati attraverso CALPOST, consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse.

Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di "tipo GIS" creando ad esempio mappe di isoconcentrazione.

3.2

CONDIZIONI DI SIMULAZIONE

Scenario Emissivo

Le simulazioni delle dispersioni di NO_x in atmosfera sono state effettuate considerando lo *Scenario futuro* che descrive le emissioni della centrale di Presenzano da 810 MWe.

Lo studio della dispersione degli inquinanti è stato condotto utilizzando due specifiche sorgenti puntuali posizionate nel centro dei camini della centrale termoelettrica, mantenendo gli stessi parametri di input già utilizzati nello studio di impatto ambientale relativamente alla componente atmosfera (ubicazione, portata massica NO_x, temperatura dei fumi, diametro del camino, velocità di uscita dei fumi ed ore di funzionamento annuo).

Le caratteristiche delle sorgenti emissive sono riportate in *Tabella 3.2a*.

Tabella 3.2a

Scenario Futuro - CTE Presenzano 810 MWe

| Parametri | Camino 1 | Camino 2 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Coordinate UTM 33N – WGS84 | 425986 E 4580874 N | 426028 E 4580989 N |
| Altezza | 50 m | 50 m |
| Diametro | 6,5 m | 6,5 m |
| Velocità dei Fumi | 21,4 m/s | 21,4 m/s |
| Temperatura | 89°C | 89°C |
| Concentrazioni NO _x | 30 mg/Nm ³ | 30 mg/Nm ³ |
| Flussi di Massa Orari NO _x | 70,7 kg/h | 70,7 kg/h |

Domini di Calcolo

Dominio di Calcolo CALMET

Per il preprocessore meteorologico CALMET è stato utilizzato un dominio di calcolo di 130 km x 130 km con cella di forma quadrata e passo pari a 1000 m centrato sul futuro impianto.³

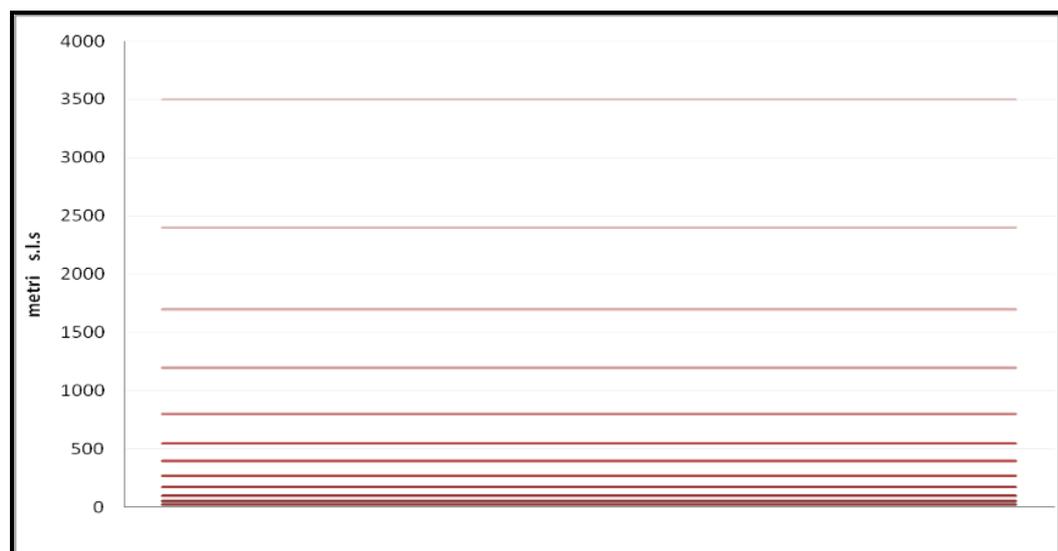
Per la caratterizzazione geofisica del dominio si sono utilizzati i seguenti dati:

- Orografia: è stato appositamente realizzato un DEM (Digital Elevation Model) utilizzando i dati del servizio “Seamless Data Distribution System, Earth Resources Observation and Science (EROS)” scaricabili dal sito del US Geological Survey.
- Uso del suolo: la caratterizzazione della copertura del suolo è stata invece effettuata mediante i dati e la cartografia tematica disponibili grazie al Progetto “CORINE LANDCOVER 2000”, del quale l’Agenzia per la Protezione per l’Ambiente e i Servizi Tecnici (APAT) rappresenta la National Authority, ovvero il soggetto realizzatore e responsabile della diffusione dei prodotti sul territorio nazionale.

In merito alla risoluzione verticale del dominio di calcolo, sono stati definiti 12 layers, per un’estensione del dominio fino ad una quota di 3.500 m dal piano campagna. In questo caso, al fine di rappresentare al meglio la maggior variabilità verticale del PBL (Planetary Boundary Layer) negli strati più prossimi al suolo, generata dall’interazione delle masse d’aria con quest’ultimo, è stata definita una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più bassi di quota, come mostrato in *Figura 3.2a*.

Figura 3.2a

Layers Verticali Impostati per la Simulazione con CALMET



³ La scelta delle dimensioni del dominio di 130 km x 130 km (sia per il preprocessore meteorologico CALMET che, come si vedrà in seguito, per il processore CALPUFF) è derivata dalla necessità di indagare le ricadute di inquinanti in prossimità di più stazioni di monitoraggio di qualità dell’aria. La scelta del passo della cella di 1 km è il risultato della ricerca di un valido compromesso tra l’attendibilità dei risultati e la ragionevolezza dei tempi di calcolo.

Dominio di Calcolo CALPUFF

Lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera, utilizzando il codice CALPUFF, è stato condotto sullo stesso dominio di 130 km x 130 km con risoluzione di 1000 m sul quale è stato applicato il codice CALMET.

Dati Meteorologici

Per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento il modello tridimensionale CALMET richiede in input sia parametri atmosferici “di superficie” con cadenza oraria che parametri atmosferici misurati “in quota” mediante radiosondaggi con cadenza massima di 12 ore.

Parametri Atmosferici di Superficie

I dati di superficie richiesti dal modello CALMET sono:

- velocità del vento [m/s];
- direzione del vento [deg];
- altezza della base delle nubi [100 feet];
- copertura nuvolosa [ottavi];
- temperatura dell'aria [K];
- umidità relativa [%];
- pressione [mbar].

Le stazioni meteorologiche a cui è stato fatto riferimento sono quelle di Presenzano e Venafro, appartenenti alla rete di monitoraggio agrometeorologica Regionale, rispettivamente della Campania e del Molise (le stesse considerate nello studio di impatto ambientale relativamente alla componente atmosfera).

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati relativi al periodo 1 febbraio 2006 – 31 gennaio 2007.

Parametri Atmosferici Misurati in Quota

I dati in quota richiesti dal modello CALMET sono:

- pressione [mbar];
- quota geopotenziale [m];
- temperatura dell'aria [K];
- direzione del vento [deg];
- velocità del vento [m/s].

Per le modellazioni sono stati utilizzati i dati meteorologici in quota acquistati da ARPA Emilia Romagna, estratti dal dataset denominato “LAMA” (Limited Area Meteorological Analysis) il quale è stato prodotto sfruttando le simulazioni

operative del modello meteorologico COSMO e le osservazioni della rete meteorologica internazionale (dati GTS).

Per le simulazioni sono stati utilizzati i dati relativi allo stesso periodo di quelli di superficie.

3.3 **RISULTATI**

3.3.1 **NO_x e Particolato Secondario**

Di seguito sono riportati i risultati dello studio, in corrispondenza delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, per entrambe le metodologie adottate per la determinazione del particolato secondario generato a partire dalle emissioni di NO_x.

In particolare:

- nella *Tabella 3.3.1a* si riportano le concentrazioni di particolato secondario ottenute applicando il fattore di conversione di 0,88 – in accordo alla metodologia dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) – alle ricadute di NO_x generate dalle emissioni della CTE di Presenzano da 810 MWe;
- nella *Tabella 3.3.1b* si riportano le concentrazioni di particolato secondario ottenute attivando il modulo di trasformazione chimica interno a CALPUFF, denominato MESOPUFF II, per la CTE di Presenzano da 810 MWe.

Tabella 3.3.1a Contributo CTE Presenzano 810 MWe alle Centraline – Metodo EEA, 2003

| Stazione | NO _x | | Particolato Secondario | | | |
|---------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| | Media Annuale [µg/m ³] | 99,8° Perc. Conc. Medie Orarie [µg/m ³] | Media Annuale [µg/m ³] | 90,4° Perc. Media 24h [µg/m ³] | 90,4° Perc. Media 48h [µg/m ³] | 90,4° Perc. Media 72h [µg/m ³] |
| Fontechiari (FR) | 0,011 | 1,216 | 0,009 | 0,013 | 0,002 | 0,001 |
| Cassino (FR) | 0,011 | 0,738 | 0,010 | 0,020 | 0,008 | 0,002 |
| Benevento BN32 (BN) | 0,032 | 0,834 | 0,028 | 0,093 | 0,054 | 0,041 |
| Avellino AV42 (AV) | 0,027 | 0,970 | 0,023 | 0,079 | 0,043 | 0,026 |
| Caserta CE51 (CE) | 0,037 | 1,074 | 0,033 | 0,113 | 0,068 | 0,043 |
| Maddaloni CE54 (CE) | 0,037 | 1,069 | 0,033 | 0,106 | 0,064 | 0,043 |
| Napoli NA01 (NA) | 0,021 | 0,731 | 0,019 | 0,074 | 0,033 | 0,026 |
| Napoli NA09 (NA) | 0,021 | 0,743 | 0,019 | 0,062 | 0,032 | 0,023 |
| Campobasso CB1 (CB) | 0,068 | 2,994 | 0,060 | 0,215 | 0,108 | 0,061 |

Tabella 3.3.1b Contributo CTE Presenzano 810 MWe alle Centraline – Modello MESOPUFF II

| Stazione | NO _x | | Particolato Secondario | | | |
|---|---|---|------------------------------------|--|--|-------------------------------|
| | Media Annuale [µg/m ³] ⁽¹⁾ | 99,8° Percentile Conc. Medie Orarie [µg/m ³] ⁽¹⁾ | Media Annuale [µg/m ³] | 90,4° Perc. Conc. Medie 24h [µg/m ³] | Max Conc. Media 24h [µg/m ³] | Rapporto Pm10/NO _x |
| Fontechiari (FR) | 0,011 | 1,216 | 0,002 | 0,004 | 0,100 | 0,18182 |
| Cassino (FR) | 0,011 | 0,738 | 0,002 | 0,006 | 0,113 | 0,18182 |
| Benevento BN32 (BN) | 0,032 | 0,834 | 0,006 | 0,022 | 0,056 | 0,1875 |
| Avellino AV42 (AV) | 0,027 | 0,970 | 0,005 | 0,019 | 0,075 | 0,18518 |
| Caserta CE51 (CE) | 0,037 | 1,074 | 0,008 | 0,029 | 0,105 | 0,21621 |
| Maddaloni CE54 (CE) | 0,037 | 1,069 | 0,008 | 0,028 | 0,094 | 0,21621 |
| Napoli NA01 (NA) | 0,021 | 0,731 | 0,005 | 0,019 | 0,060 | 0,23809 |
| Napoli NA09 (NA) | 0,021 | 0,743 | 0,005 | 0,018 | 0,066 | 0,23809 |
| Campobasso CB1 (CB) | 0,068 | 2,994 | 0,007 | 0,026 | 0,087 | 0,10294 |
| (1) I valori riportati sono quelli derivanti dalla simulazione effettuata senza l'attivazione del modulo di trasformazione chimica MESOPUFF II. | | | | | | (2) |

I risultati delle simulazioni effettuate con l'attivazione del modulo di trasformazione chimica MESOPUFF II sono riportati nelle figure 3.3.1a e 3.3.1b che mostrano rispettivamente la concentrazione media annua ed il 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di particolato secondario.

Si fa notare che, a titolo di confronto, è stata effettuata, sullo stesso dominio di calcolo del presente studio, una simulazione della dispersione degli inquinanti emessi dai camini delle CTE di Presenzano da 400 MWe e di Orta di Atella, utilizzando come dati emissivi i valori dell'AIA preparata da STEAM e quelli riportati nel Decreto di compatibilità ambientale del 10/05/2002 rispettivamente; le ricadute al suolo di particolato secondario sono state ricavate secondo le due metodologie già descritte in precedenza (metodo EEA, 2003 e modello MESOPUFF II). Dall'analisi dei risultati ottenuti è emerso che i contributi alle concentrazioni in aria di PM₁₀ in prossimità delle stazioni di monitoraggio apportati dal particolato secondario generato dalle emissioni di NO_x della CTE di Presenzano da 810 MWe risultano, nella quasi totalità dei casi e indipendentemente dal metodo utilizzato, ben inferiori a quelli apportati dalle emissioni di NO_x delle CTE già autorizzate di Presenzano 400 MWe e di Orta di Atella.

3.3.2 **Valutazione del Tempo Occorrente all'Emissione per Raggiungere le Celle più "Impattate" nelle Condizioni Meteorologiche che Determinano i Valori Statistici Massimi**

Sulla base delle simulazioni effettuate sono state identificate le celle dove, utilizzando un rateo di conversione degli NO_x in particolato secondario di 0,88, si verificherebbero le ricadute maggiori di particolato secondario sia nel dominio di (50x50) km utilizzato nello SIA che in quello di (130x130) km utilizzato per il

presente studio, con lo scopo di determinare il tempo occorrente all'inquinante emesso per raggiungere le celle più "impattate" nelle condizioni meteorologiche che determinano i valori statistici massimi.

In particolare, è emerso che:

- per il dominio (50x50) km la cella di calcolo nella quale si verificherebbe il massimo valore del 90,4° percentile delle concentrazioni medie su 48 ore ($1,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e su 72 ore ($1,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risulterebbe quella il cui centro ha coordinate (UTM 33N – WGS84) 426224 E – 4581657 N e che si trova ad una distanza di 500 m dalla Centrale;
- per il dominio (130x130) km la cella di calcolo nella quale si verificherebbe il massimo valore del 90,4° percentile delle concentrazioni medie su 48 ore ($1,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e su 72 ore ($1,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risulterebbe quella il cui centro ha coordinate (UTM 33N – WGS84) 431474 E – 4577407 N e che si trova ad una distanza di 6,4 km dalla Centrale.

Per ciascuna delle celle sopra riportate si è provveduto ad identificare il massimo valore della concentrazione media sul periodo di riferimento (pari a 48 ore o 72 ore, a seconda del periodo di mediazione utilizzato per l'indicatore statistico impiegato per individuare la cella stessa) e, con esso, il giorno dell'anno preso a riferimento per la simulazione (1 febbraio 2006 – 31 gennaio 2007) in cui si è registrato.

Conoscendo quindi il giorno in cui si è verificato il massimo valore di concentrazione media dell'inquinante, si è proceduto ad una analisi delle condizioni meteorologiche verificatesi nelle 48 ore o 72 ore antecedenti ad esso.

In tal modo si è ottenuta la risultante del campo di vento presente per ogni ora del periodo di mediazione, a cui è stata sottoposta l'emissione inquinante a partire dalla sua uscita dal camino. Nelle tabelle seguenti si riportano, per ciascun indicatore statistico, i tempi necessari all'inquinante emesso per percorrere la distanza che intercorre tra i camini della centrale e la cella più "impattata" ed il giorno in cui si verifica il massimo.

Tabella 3.3.2a

Dominio 50 km x 50 km – Tempo Necessario ad una Particella Emessa per Raggiungere la Cella (a 500 m dalla CTE) in cui si Verifica il Massimo Valore del 90,4° Percentile delle Concentrazioni Medie su 48 Ore e 72 Ore

| Periodo Mediazione | 48 h | 72 h |
|--------------------|-----------|-----------|
| Tempo | 26 min. | <27 min. |
| Giorno | 22 luglio | 24 luglio |

Tabella 3.3.2b *Dominio 130 km x 130 km – Tempo Necessario ad una Particella Emessa per Raggiungere la Cella (a 6.400 m dalla CTE) in cui si Verifica il Massimo Valore del 90,4° Percentile delle Concentrazioni Medie su 48 Ore e 72 Ore*

| Periodo Mediazione | 48 h | 72 h |
|--------------------|-------------|------------|
| Tempo | 20 min. | < 3 h |
| Giorno | 13 novembre | 9 novembre |

Come si può notare dalle tabelle, una particella di inquinante emessa impiegherebbe tempi compresi tra 20 minuti e 3 h per raggiungere le celle dove si verificano i massimi valori del 90,4° percentile delle concentrazioni medie su 48 ore e 72 ore.

3.4 CONCLUSIONI

Per facilitare l'interpretazione dei dati riportati nei paragrafi precedenti, nella seguente *Tabella 3.4a* sono sintetizzati i contributi alle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria della Centrale di Presenzano da 810 MWe.

La tabella mostra i valori di concentrazione di PM₁₀ restituiti dal modello MESOPUFF II e quelli derivanti dall'applicazione del fattore di conversione 0,88 alle concentrazioni di NO_x medie su 24 ore (ipotizzando quindi conversioni molto rapide come discusso nei paragrafi precedenti) a confronto con i valori registrati alle centraline di riferimento.

Tabella 3.4a *Confronto tra Concentrazioni di PM₁₀ Rilevate nel Biennio 2007-2008 e il Contributo della Centrale Valutato a) con Fattore di Conversione 0,88 sulla Media di 24 ore, b) con Modello MESOPUFF II [µg/m³]*

| Stazione | Contributo Presenzano 810 MWe Modello MESOPUFF II | | Contributo Presenzano 810 MWe (conversione 88% NO _x) | | Media Annuale rilevata | | 90,4° Percentile delle Medie Giornaliere | |
|----------------|---|-------------|--|-------------|------------------------|------|--|------|
| | Media annua | 90,4° Perc. | Media annua | 90,4° Perc. | '07 | '08 | '07 | '08 |
| Fontechiari | 0,002 | 0,004 | 0,009 | 0,013 | 24,4 | 23,2 | 40,8 | 40,0 |
| Cassino | 0,002 | 0,006 | 0,010 | 0,020 | <i>n.d.</i> | 36,9 | <i>n.d.</i> | 75,6 |
| Benevento BN32 | 0,006 | 0,022 | 0,028 | 0,093 | 30,9 | 43,6 | 58,8 | 77,1 |
| Avellino AV42 | 0,005 | 0,019 | 0,023 | 0,079 | 23,5 | 41,5 | 39,2 | 80,6 |
| Caserta CE51 | 0,008 | 0,029 | 0,033 | 0,113 | 24,1 | 21,2 | 36,9 | 31,0 |
| Maddaloni CE54 | 0,008 | 0,028 | 0,033 | 0,106 | <i>n.d.</i> | 34,4 | <i>n.d.</i> | 56,6 |
| Napoli NA01 | 0,005 | 0,019 | 0,019 | 0,074 | 31,0 | 38,9 | 51,1 | 64,7 |
| Napoli NA09 | 0,005 | 0,018 | 0,019 | 0,062 | 30,1 | 37,2 | 45,1 | 60,1 |
| Campobasso CB1 | 0,007 | 0,026 | 0,060 | 0,215 | 18,7 ⁽¹⁾ | | 32,4 ⁽¹⁾ | |

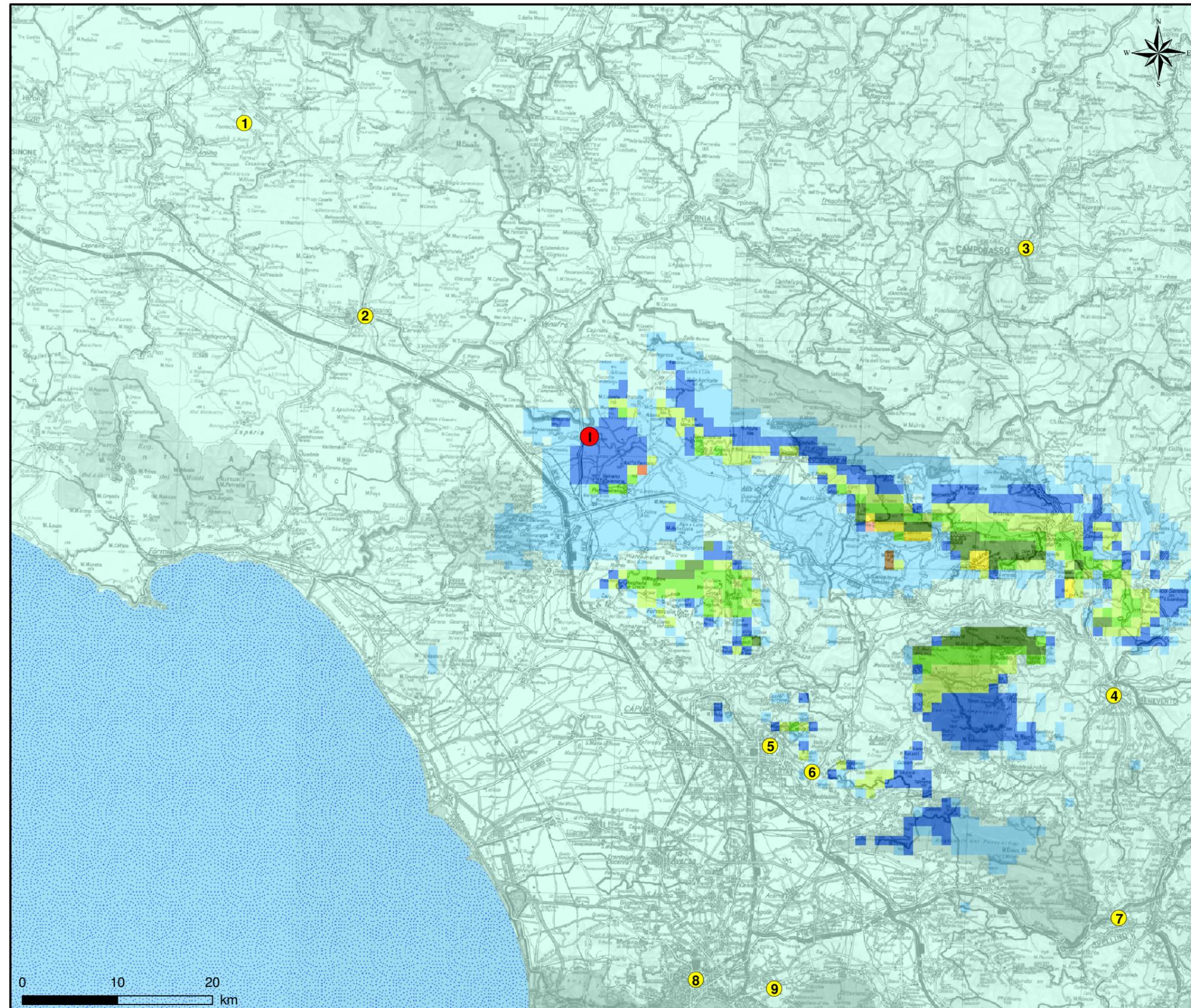
(1) Dati relativi esclusivamente all'anno 2006.

Lo studio condotto porta a concludere che:

- le ricadute di particolato secondario generato dalle emissioni di NO_x della CTE di Presenzano 810 MWe in prossimità delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti all'interno del dominio di calcolo sono, indipendentemente dal metodo utilizzato per la loro determinazione, pressoché irrilevanti e ampiamente entro i limiti di accuratezza dei sistemi di misura e mantengono praticamente inalterata la qualità dell'aria;
- il modulo di trasformazione chimica (MESOPUFF II) implementato nel modello di dispersione CALPUFF calcola valori di concentrazione di particolato secondario (costituito da un aerosol di HNO_3 e NH_4NO_3) in prossimità delle stazioni di monitoraggio sistematicamente e sensibilmente inferiori rispetto a quelli determinati considerando un rateo di conversione degli NO_x in particolato secondario di 0,88;
- i tempi impiegati dall'inquinante emesso dai camini della CTE di Presenzano da 810 MWe per raggiungere le celle in cui si verificano le massime ricadute di particolato secondario, stimato utilizzando un rateo di conversione degli NO_x di 0,88, sono significativamente inferiori rispetto a quelli (dell'ordine delle 48-72 ore) necessari per la formazione del particolato secondario in atmosfera; se ne deduce che tale rateo non risulta congruo se utilizzato per periodi di mediazione brevi, dello stesso ordine di quelli necessari per l'immissione degli NO_x nell'area interessata. Per tale motivo si avvalora l'ipotesi di considerare come maggiormente attendibili i risultati ottenuti mediante l'attivazione del modulo di trasformazione chimica MESOPUFF II.

Figura 3.3.1a

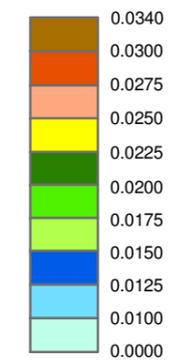
Concentrazione Media Annua di PM Secondario (Scala 1:450.000)



LEGENDA

① Localizzazione IMPIANTO

Concentrazioni [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Valore massimo: 0.032 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Centraline Qualità dell'Aria

- ① Fontechiari
- ② Cassino
- ③ Campobasso 1
- ④ Benevento BN32
- ⑤ Caserta CE51
- ⑥ Maddaloni CE54
- ⑦ Avellino AV42
- ⑧ Napoli NA01
- ⑨ Napoli NA09

Figura 3.3.1b

90,4° Percentile delle Concentrazioni Medie Giornaliere di PM Secondario (Scala 1:450.000)

