



Servizi Energetici Teverola SpA

RIESAME AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE
ALLEGATO D6: IDENTIFICAZIONE E
QUANTIFICAZIONE DEGLI EFFETTI
DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA E
CONFRONTO CON GLI STANDARD DI
QUALITÀ DELL'ARIA

CENTRALE SET S.P.A. – TEVEROLA (CE)

Partner in Charge

Maurizio Buzzelli

Project Manager

Deborah Modena

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	1
2	QUALITÀ DELL'ARIA	2
2.1	QUADRO NORMATIVO	2
2.2	RETE DI MONITORAGGIO INQUINANTI IN ATMOSFERA	4
2.2.1	Biossido di Azoto	6
2.2.2	Monossido di Carbonio	7
2.2.3	Polveri	8
3	STIMA DEGLI IMPATTI	12
3.1	PREMESSA METODOLOGICA	12
3.2	DESCRIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DELL'IMPIANTO	14
3.3	EFFETTO EDIFICIO INDOTTO DALLE STRUTTURE DELL'IMPIANTO	16
3.4	RISULTATI	20
3.4.1	Biossido di Azoto	20
3.4.2	Monossido di Carbonio	24
3.4.3	Polveri Totali Sospese (PTS)	26
4	CONCLUSIONI	29

Nel presente allegato sono riportati i risultati delle simulazioni modellistiche condotte al fine di identificare e quantificare gli effetti sulla qualità dell'aria indotti dalle emissioni degli inquinanti prodotti dalla Centrale Termoelettrica della società *SET S.p.A.* sita nel comune di Teverola (CE).

Lo studio descritto nei seguenti paragrafi presenta i risultati ottenuti dalla simulazione modellistica delle ricadute al suolo generate dalle emissioni di ossidi di azoto, monossido di carbonio e polveri, principali inquinanti emessi dalla Centrale (rif. decreto AIA N. 0000066 del 05/03/2013). Per la simulazione sono state considerate le concentrazioni rappresentative della massima capacità produttiva.

Nel presente capitolo è descritto lo stato della qualità dell'aria nell'area circostante la Centrale di Teverola ed è riportata una sintetica presentazione della normativa vigente in materia di qualità dell'aria per gli inquinanti considerati.

Ai fini della definizione della baseline di qualità dell'aria sono stati utilizzati i dati disponibili relativi al triennio 2016-2018.

In particolare, lo studio è stato realizzato sulla base dell'analisi delle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalle centraline delle rete di monitoraggio di qualità dell'aria gestite da SET e da ARPA Campania più prossime alla Centrale di Teverola.

L'analisi è stata condotta considerando i principali inquinanti emessi dall'impianto in condizioni di esercizio: NO₂, CO e polveri.

2.1

QUADRO NORMATIVO

La normativa relativa agli standard di qualità dell'aria in Italia nasce con il *DPCM 28/03/1983* relativamente ad alcuni parametri. A partire da allora si sono susseguiti una serie di decreti che, recependo alcune Direttive Europee, hanno di volta in volta introdotto nuovi valori limite e/o valori guida, intesi come 'obiettivi di qualità', cui le politiche di settore devono tendere.

Attualmente il riferimento fondamentale a livello nazionale è il *D.Lgs. 155* del 13/8/2010. L'emanazione del *D.Lgs. 155/2010*, che recepisce la *Direttiva Europea 50/2008*, di fatto armonizza la preesistente normativa in materia di qualità dell'aria riportando in un solo atto normativo i limiti di qualità dell'aria per tutti gli inquinanti.

Vengono riportati nelle successive Tabelle (*Tabella 2.1 - Tabella 2.3*) i principali parametri di valutazione della qualità dell'aria per gli inquinanti considerati nel presente studio.

Tabella 2.1 Limiti Relativi all'Esposizione Acuta

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento
NO ₂	Soglia di allarme*	400 µg/m ³	
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³	
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³	D.Lgs. 155/2010
PM ₁₀	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³	

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

** Per l'applicazione della soglia, deve essere misurato un superamento per tre ore consecutive.

Tabella 2.2 Limiti Relativi all'Esposizione Cronica

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento
NO ₂	Valore limite annuale per la protezione della salute umana - Anno civile	40 µg/m ³	
PM ₁₀	Valore limite annuale per la protezione della salute umana - Anno civile	40 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010
PM _{2,5}	Valore limite annuale per la protezione della salute umana - Anno civile	25 µg/m ³	

Tabella 2.3 Limite Relativo alla Protezione della Vegetazione

Sostanza	Tipologia	Valore	Riferimento
NO _x	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	30 µg/m ³	D.Lgs. 155/2010

Per la ricostruzione della baseline di qualità dell'aria nel triennio 2016-2018, relativa agli inquinanti NO₂, CO, PM₁₀ e PM_{2.5}, sono stati utilizzati i dati monitorati dalle seguenti centraline, gestite da SET per il quale vi è disponibilità del dato orario:

- Teverola-via S. Lorenzo;
- Marcianise-Regi Lagni.

Il dataset è stato inoltre integrato con i dati relativi alle concentrazioni rilevate dalle seguenti centraline, appartenenti alla rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, gestite da ARPA Campania, più prossime alla Centrale:

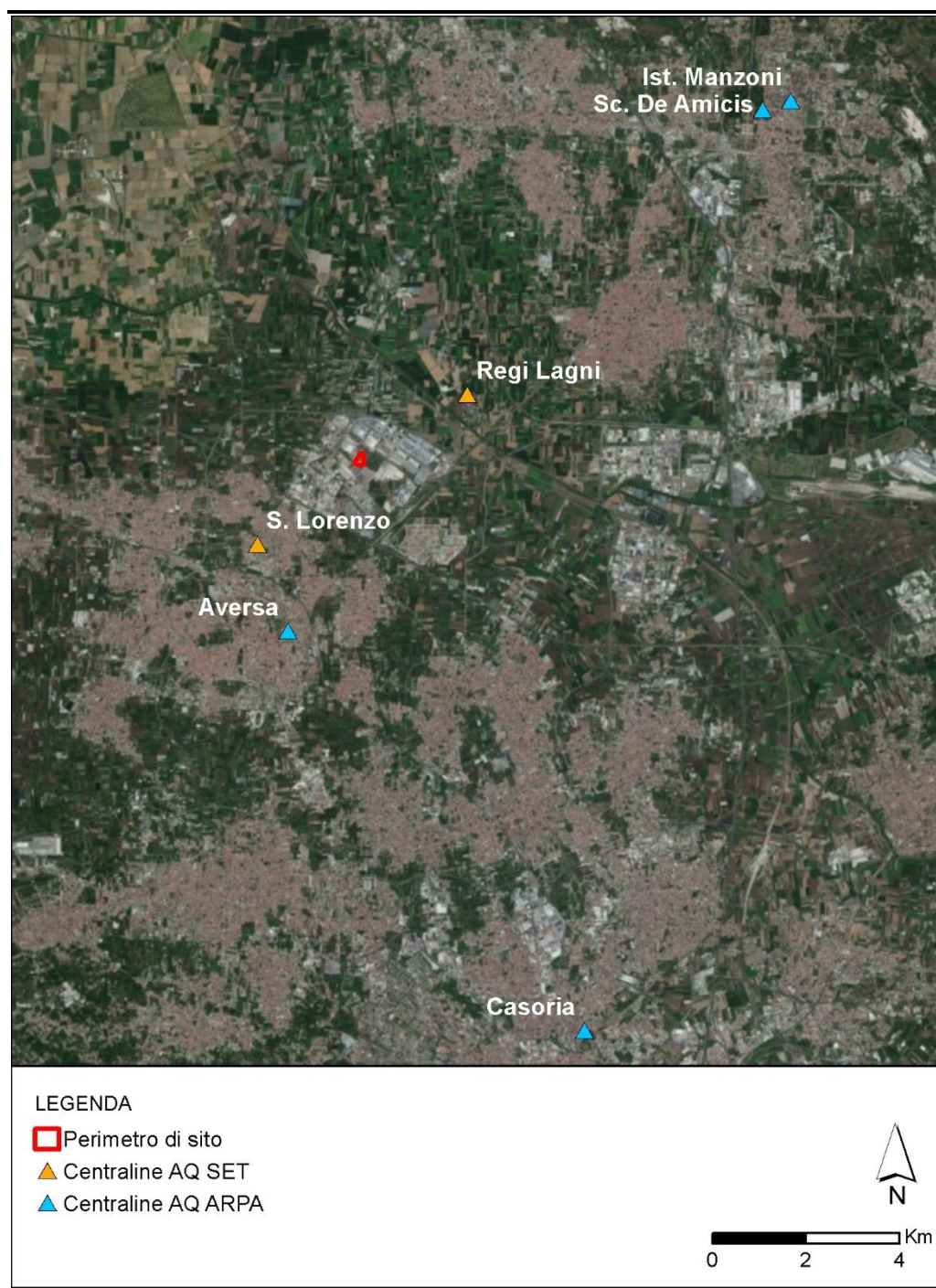
- Aversa;
- Casoria;
- Caserta-Ist. Manzoni;
- Caserta-Sc. De Amicis.

Si specifica che per le centraline di ARPA sono riportate le statistiche calcolate ai sensi del D.Lgs. 155/2010, disponibili solo per gli anni 2016 e 2017.

L'ubicazione delle centraline sopra citate è riportata nella successiva *Figura 2.1*.

Figura 2.1

Ubicazione delle Centraline di Qualità dell'Aria



Nella successiva *Tabella 2.4* si riporta, per ogni centralina utilizzata, il nome, la classificazione secondo il *D.Lgs. 155/2010* e i principali macroinquinanti monitorati nel triennio 2016-2018.

Tabella 2.4 *Descrizione Centraline di Qualità dell'Aria*

Centralina	Tipologia	Inquinanti monitorati
Teverola-via S. Lorenzo	Urbana	NO ₂ , CO, PM ₁₀
Marcianise-Regi Lagni	Industriale	NO ₂ , PM ₁₀
Aversa	Traffico	NO ₂ , CO
Casoria	Fondo	NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}
Caserta-Ist. Manzoni	Fondo	NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}
Caserta-Sc. De Amicis	Traffico	NO ₂ , CO, PM ₁₀ , PM _{2.5}

Fonte: ARPA Campania

2.2.1 Biossido di Azoto

In Tabella 2.5, Tabella 2.6 e Tabella 2.7 sono rispettivamente presentati i valori di concentrazione media annua, del 99,8° percentile delle concentrazioni medie orarie e dei superamenti del limite per le concentrazioni medie orarie di NO₂ rilevate dalle centraline di qualità dell'aria nel triennio 2016-2018, confrontati con i limiti imposti dal D.Lgs. 155/2010.

Tabella 2.5 *NO₂ - Concentrazioni Medie Annue Rilevate alle Centraline (Valore Limite di 40 µg/m³)*

Centralina	Concentrazione Media Anno [µg/m³]		
	2016	2017	2018(**)
Teverola-via S. Lorenzo	32,2*	32,1	30,7
Marcianise-Regi Lagni	30,6	24,5*	22,3
Aversa	25,8	30	-
Casoria	25,3	28,1	-
Caserta-Ist. Manzoni	22,6	21,9	-
Caserta-Sc. De Amicis	16,7	34,8	-

Note: Rif. D.Lgs. 155/2010.

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

(*) La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.

(**) Il dato non è disponibile per le centraline della rete di monitoraggio di ARPA Campania.

Fonti: Elaborazione dati SET (anni 2016-2018).

Statistiche fornite da ARPA Campania (anni 2016, 2017).

Tabella 2.6 *NO₂ - 99,8° Percentile delle Concentrazioni Medie Orarie (Valore Limite di 200 µg/m³)*

Centralina	99,8° Percentile [µg/m³] ⁽¹⁾		
	2016(**)	2017(**)	2018(**)
Teverola-via S. Lorenzo	121,1*	125,2	114,0
Marcianise-Regi Lagni	120,4	97,0*	79,7
Aversa	-	-	-
Casoria	-	-	-
Caserta-Ist. Manzoni	-	-	-
Caserta-Sc. De Amicis	-	-	-

Centralina	99,8° Percentile [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁽¹⁾		
	2016 ^(**)	2017 ^(**)	2018 ^(**)

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

⁽¹⁾ Il D.Lgs. 155/2010 prevede un limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le concentrazioni medie orarie che non deve essere superato più di 18 volte in un anno.

^(*) La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.

^(**) Il dato non è disponibile per le centraline della rete di monitoraggio di ARPA Campania.

Fonti: Elaborazione dati SET (anni 2016-2018).

Statistiche fornite da ARPA Campania (anni 2016, 2017).

Tabella 2.7 NO₂ – Superamenti del limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le Concentrazioni Medie Orarie

Centralina	Superamenti ⁽¹⁾		
	2016	2017	2018 ^(**)

Teverola-via S. Lorenzo	3*	0	0
Marcianise-Regi Lagni	0	0*	0
Aversa	0	0	-
Casoria	0	0	-
Caserta-Ist. Manzoni	0	0	-
Caserta-Sc. De Amicis	0	0	-

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

⁽²⁾ Il D.Lgs. 155/2010 prevede un limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le concentrazioni medie orarie che non deve essere superato più di 18 volte in un anno.

^(*) La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.

^(**) Il dato non è disponibile per le centraline della rete di monitoraggio di ARPA Campania.

Fonti: Elaborazione dati SET (anni 2016-2018).

Statistiche fornite da ARPA Campania (anni 2016, 2017).

Tutti i valori delle concentrazioni medie annue di NO₂ rilevati dalle centraline nel triennio 2016-2018 sono al di sotto del limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposto dal D.Lgs. 155/2010. I valori del 99,8° percentile delle medie orarie della totalità delle centraline rispettano il limite di legge pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Inoltre, tale limite non è stato superato, ad eccezione di 3 casi nel 2016 presso la centralina di Teverola. Tale numero di superamenti è comunque ben al di sotto del limite di 18 superi ammissibili.

2.2.2 Monossido di Carbonio

Il valore limite per il CO imposto dalla normativa per la protezione della salute umana è pari a $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ inteso come il massimo valore giornaliero delle medie mobili sulle 8 ore. Nella successiva Tabella 2.8 si riportano i valori massimi di tale parametro riscontrati negli anni 2016-2018 presso la centralina di Teverola-San Lorenzo. Per le centraline ARPA di Aversa e Caserta – Ist. De Amicis è disponibile il numero delle ore di superamento del valore limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ relativamente ai soli anni 2016 e 2017.

Tabella 2.8 *Massimo Giornaliero delle Medie Mobili di 8 ore di CO (Valore Limite di 10 mg/m³)*

Centralina	Max Concentrazione Media Mobile sulle 8 Ore ⁽¹⁾		
	[mg/m ³]		
	2016	2017	2018
Teverola-via S. Lorenzo	10,6*	7,1	6,4
Marcianise-Regi Lagni	-	-	-
Aversa	-	-	-
Casoria	-	-	-
Caserta-Ist. Manzoni	-	-	-
Caserta-Sc. De Amicis	-	-	-

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

⁽¹⁾ Il D.Lgs. 155/2010 prevede un limite di 10 mg/m³ per la media massima giornaliera calcolata su 8 ore.

Sono evidenziati in grassetto i valori che non rispettano il limite imposto dal D.Lgs. 155/2010.

^(*) La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.

Fonti: Elaborazione dati SET (anni 2016-2018).

I valori misurati presso la centralina di Teverola sono al di sotto del limite di 10 mg/m³ per gli anni 2017 e 2018, mentre si osserva che nell'anno 2016 la soglia è stata leggermente superata in un'occasione.

Le centraline ARPA di Aversa e Caserta – Ist. De Amicis non hanno registrato alcuno superamento del limite per il 2016 e il 2017.

2.2.3 Polveri

Nelle successive Tabella 2.9, Tabella 2.10 e Tabella 2.11 è presentato il confronto delle concentrazioni di PM₁₀ con i limiti imposti dal D.Lgs. 155/2010, per gli anni 2016-2018.

Il D.Lgs. 155/2010 prevede un valore limite pari a 40 µg/m³ per la concentrazione media annua di PM₁₀, e un valore di 50 µg/m³ come limite per la concentrazione media giornaliera, che può essere superato al più 35 volte in un anno.

Tabella 2.9 *PM₁₀ - Concentrazioni Medie Annue Rilevate alle Centraline (Valore Limite di 40 µg/m³)*

Centralina	Concentrazione Media Anno [µg/m ³]		
	2016	2017	2018(**)
Teverola-via S. Lorenzo	16,1*	21,4	39,0
Marcianise-Regi Lagni	30,3	29,6	33,5
Aversa	-	-	-
Casoria	38	35,5	-
Caserta-Ist. Manzoni	22	24,2	-
Caserta-Sc. De Amicis	28,7	33,1	-

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010

Limite annuale per la protezione degli ecosistemi: 40 µg/m³ - tempo di mediazione anno civile

(*) La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.

(**) Il dato non è disponibile per le centraline della rete di monitoraggio di ARPA Campania.

Fonti: Elaborazione dati SET (anni 2016-2018).

Statistiche fornite da ARPA Campania (anni 2016, 2017).

Tabella 2.10 *PM₁₀ - 90,4° Percentile delle Concentrazioni Medie Giornaliere*

Centralina	90,4° Percentile [µg/m ³] ⁽¹⁾		
	2016(**)	2017(**)	2018(**)
Teverola-via S. Lorenzo	30.0*	48.4	67.7
Marcianise-Regi Lagni	49.7	57.2	57.8
Aversa	-	-	-
Casoria	-	-	-
Caserta-Ist. Manzoni	-	-	-
Caserta-Sc. De Amicis	-	-	-

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

(1) Il D.Lgs. 155/2010 prevede un limite di 50 µg/m³ per le concentrazioni medie giornaliere che non deve essere superato più di 35 volte in un anno

Sono evidenziati in grassetto i valori che non rispettano il limite imposto dal D.Lgs. 155/2010.

(*) La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.

(**) Il dato non è disponibile per le centraline della rete di monitoraggio di ARPA Campania.

Fonti: Elaborazione dati SET (anni 2016-2018).

Statistiche fornite da ARPA Campania (anni 2016, 2017).

Tabella 2.11 *PM₁₀ – Superamenti del Limite di 50 µg/m³ delle Concentrazioni Medie Giornaliere*

Centralina	Superamenti ⁽¹⁾		
	2016	2017	2018 ^(**)
Teverola-via S. Lorenzo	15*	33	67
Marcianise-Regi Lagni	32	38	44
Aversa	-	-	-
Casoria	36	58	-
Caserta-Ist. Manzoni	5	6	-
Caserta-Sc. De Amicis	23	53	-

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010.

⁽²⁾ Il D.Lgs. 155/2010 prevede un limite di 50 µg/m³ per le concentrazioni medie giornaliere che non deve essere superato più di 35 volte in un anno

Sono evidenziati in grassetto i valori che non rispettano il limite imposto dal D.Lgs. 155/2010.

^(*) La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.

^(**) Il dato non è disponibile per le centraline della rete di monitoraggio di ARPA Campania.

Fonti: Elaborazione dati SET (anni 2016-2018).

Statistiche fornite da ARPA Campania (anni 2016, 2017).

Le concentrazioni medie annue di PM₁₀ rilevate dalle centraline nel triennio considerato sono sempre al di sotto del limite di 40 µg/m³ imposto dal D.Lgs. 155/2010.

Tuttavia, i valori del 90,4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere superano il limite di legge pari a 50 µg/m³ presso la centralina di Marcianise nel 2017-2018 e presso la centralina di Teverola nel 2018. Inoltre, tale limite è stato superato più di 35 volte nel 2016 presso la centralina di Casoria, nel 2017 presso le centraline di Marcianise, Casoria e Caserta- Sc. De Amicis, e nel 2018 presso le centraline di Teverola e Marcianise.

In Tabella 2.12 è presentato il confronto tra le concentrazioni di PM_{2,5} con i limiti imposti dal D.Lgs. 155/2010, per gli anni 2016-2017.

Il D.Lgs. 155/2010 prevede una concentrazione limite media annua di PM_{2,5} pari a 25 µg/m³.

Tabella 2.12 *PM_{2,5} - Concentrazioni Medie Annue Rilevate alle Centraline (Valore Limite di 25 µg/m³)*

Centralina	Concentrazione Media Anno [µg/m ³]		
	2016	2017	2018 ^(**)
Teverola-via S. Lorenzo	-	-	-
Marcianise-Regi Lagni	-	-	-
Aversa	-	-	-
Casoria	18,2	17,6	-
Caserta-Ist. Manzoni	14,1	14,4	-
Caserta-Sc. De Amicis	11,8	10,5	-

Note: Rif: D.Lgs. 155/2010

Limite annuale per la protezione della salute umana: 25 µg/m³ - tempo di mediazione anno civile

() La centralina non ha superato lo standard minimo di efficienza del 90% imposto dal D.Lgs. 155/2010.*

*(**) Il dato non è disponibile per le centraline della rete di monitoraggio di ARPA Campania.*

Fonti: Statistiche fornite da ARPA Campania (anni 2016, 2017).

Le tre centraline che hanno misurato le concentrazioni medie annue di PM_{2,5} hanno rilevato valori inferiori al limite di legge per entrambi gli anni 2016 e 2017.

Nel capitolo sono presentati la struttura e i risultati dello studio modellistico condotto al fine di quantificare la ricaduta al suolo degli inquinanti (NO₂, CO e polveri) emessi dalla Centrale Termoelettrica di Teverola. Si precisa che lo studio modellistico è stato condotto seguendo un approccio conservativo, ossia considerando le emissioni dell'impianto alla massima capacità produttiva per l'intero periodo di simulazione, considerando le concentrazioni limite autorizzate dal decreto AIA N. 0000066 del 05/03/2013 per i principali inquinanti emessi.

Lo studio è stato realizzato mediante l'applicazione del sistema di modelli CALMET-CALPUFF, meglio descritto nell'*Allegato D5*. In particolare CALPUFF è un codice di calcolo lagrangiano a puff non stazionario multi specie e utilizzabile su domini di calcolo a meso-scala. Il sistema è sviluppato dalla *Sigma Research Corporation*, ora parte di Earth Tech Inc., con il contributo di *California Air Resources Board* (CARB); attualmente è inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "*Guideline on Air Quality Models*."

3.1

PREMESSA METODOLOGICA

Come anticipato nell'introduzione, lo studio è stato realizzato al fine di valutare le ricadute al suolo di biossido di azoto, monossido di carbonio e polveri, rilasciati dalle sorgenti emissive della Centrale.

Partendo dalle emissioni dell'impianto alla massima capacità produttiva e considerando le concentrazioni limite prescritte dall'AIA, si è provveduto a simulare tale scenario emissivo considerando una marcia continua durante tutto l'arco dell'anno (24 ore su 24 ore) per il turbogas e assumendo conservativamente un numero di ore di funzionamento della caldaia ausiliaria, usata solo per avviamento e spegnimento dell'impianto e per prove periodiche di prestazione, pari a circa il doppio rispetto al funzionamento medio osservato. Unica eccezione per quanto riguarda le concentrazioni simulate è rappresentata dalle polveri, per le quali è stato considerato il valore di concentrazione rappresentativa alla massima capacità produttiva in quanto significativamente inferiore rispetto al limite di emissione riportato in AIA.

I risultati espressi come massime concentrazioni rispetto ai periodi di mediazione definiti dal *D.Lgs. 155/2010*, riportati in dettaglio di seguito, rappresentano, con modalità cautelative, le massime concentrazioni indotte al suolo dall'esercizio della Centrale, per ogni recettore del dominio di calcolo.

Lo studio modellistico è stato quindi impostato come segue:

- ricostruzione della meteorologia dell'area in esame, con il preprocessore meteorologico CALMET, per l'intero anno 2018 sulla base di dati meteorologici monitorati dalle stesse centraline di qualità dell'aria (ad eccezione della Centralina di Tevelora-S. Lorenzo) e calcolati dal modello MM5 (si veda l'Allegato D5 per maggiori dettagli);
- costruzione dello scenario emissivo alla massima capacità produttiva dell'Impianto;
- simulazione del suddetto scenario mediante il processore CALPUFF, considerando le emissioni in atmosfera costanti per tutto l'anno per il turbogas e assumendo un numero di ore di funzionamento della caldaia ausiliaria cautelativo;
- elaborazione dei risultati con il postprocessore CALPOST al fine di individuare le aree del dominio di calcolo maggiormente interessate dalle potenziali ricadute, mediante la redazione di mappe di isoconcentrazione dell'inquinante al suolo calcolate dal modello;
- confronto dei risultati con i rispettivi limiti di legge per gli inquinanti considerati che, nella fattispecie, sono stabiliti dal *D.Lgs. 155/2010*. Tali limiti fanno riferimento sia a condizioni di esposizione cronica, fissando concentrazioni medie annue massime, sia acuta prevedendo concentrazioni medie giornaliere e orarie da non superare per un numero definito di episodi (percentili delle concentrazioni medie giornaliere e orarie).

Si precisa inoltre che nel presente studio modellistico non sono state prese in considerazione le deposizioni secche e umide né le reazioni fotochimiche che invece hanno luogo in atmosfera e riducono la concentrazione degli NO_x . Pertanto le immissioni simulate riflettono questa sovrastima del contributo effettivo delle sorgenti emissive.

Le sorgenti emissive della Centrale considerate, di tipo convogliato, sono rappresentate dai camini E1 ed E2, la cui localizzazione è riportata in *Figura 3.1*.

Figura 3.1

Localizzazione delle Sorgenti Emissive della Centrale



Le caratteristiche geometriche ed emissive di tali camini sono riportate nelle tabelle successive (*Tabella 3.1-Tabella 3.3*). Per un maggior dettaglio in merito alla definizione dello scenario emissivo si rimanda a quanto riportato alla

scheda B quadro 7.2 che è parte della documentazione presentata a supporto del riesame dell'AIA.

Tabella 3.1 *Caratteristiche delle Sorgenti Emissive della Centrale considerate nella simulazione.*

Sorgente	Altezza Camino [m]	Diametro [m]	Temp. Fumi [K]	Velocità Fumi [m/s]	Portata* [Nm³/h]
E1	50	6,70	373	24,39	2242099
E2	30	1,20	488	9,13	20000

* Portata fumi secchi, all'O₂ di riferimento e alla temperatura di 273 K.

Tabella 3.2 *Concentrazioni per i principali inquinanti emessi, alla massima capacità produttiva.*

Sorgente	Concentrazioni limite [mg/Nm³]		
	NO _x ⁽¹⁾	CO ⁽¹⁾	Polveri ⁽²⁾
E1	30	30	1
E2	150	100	2

⁽¹⁾ Limiti di emissione in concentrazione autorizzati dal decreto AIA N. 0000066 del 05/03/2013

⁽²⁾ Concentrazione rappresentativa alla massima capacità produttiva

Tabella 3.3 *Ratei emissivi dei camini della Centrale, calcolati a partire dalle concentrazioni considerate.*

Sorgente	Ratei emissivi [g/s]		
	NO _x	CO	Polveri
E1	18,68	18,68	0,62
E2	0,83	0,56	0,01

La simulazione ha inoltre tenuto conto del fenomeno noto con il nome di "effetto edificio", o "building downwash" in quanto il pennacchio dei fumi emessi dal camino può essere richiamato al suolo dalle turbolenze indotte dalla forza del vento sugli ostacoli, con una conseguente elevata concentrazione di inquinanti presso il suolo.

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

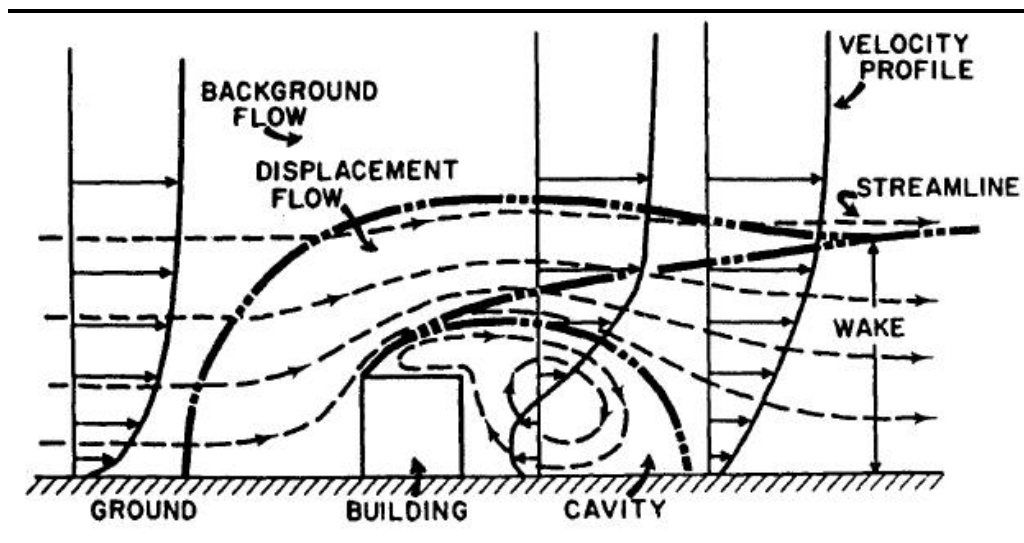
I risultati di molti esperimenti in galleria a vento hanno mostrato con precisione quale tipo di perturbazione ha luogo in presenza di edifici. Una visione complessiva di ciò che si verifica, se per semplicità si considera un edificio a forma di parallelepipedo, è riassunta nella *Figura 3.2*.

Sopravvento all'edificio, il profilo verticale della velocità media del vento presenta normalmente il tipico andamento circa logaritmico con la quota. Ciò che si viene a creare è (Hanna e al., 1982):

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

Figura 3.2

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



Scopo dell'analisi descritta nel seguito è di verificare se sussistono le condizioni tali per cui è necessario implementare l'opzione "building downwash" nell'esecuzione del codice di calcolo del modello di simulazione.

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

$$D \leq 5L_b$$

Dove:

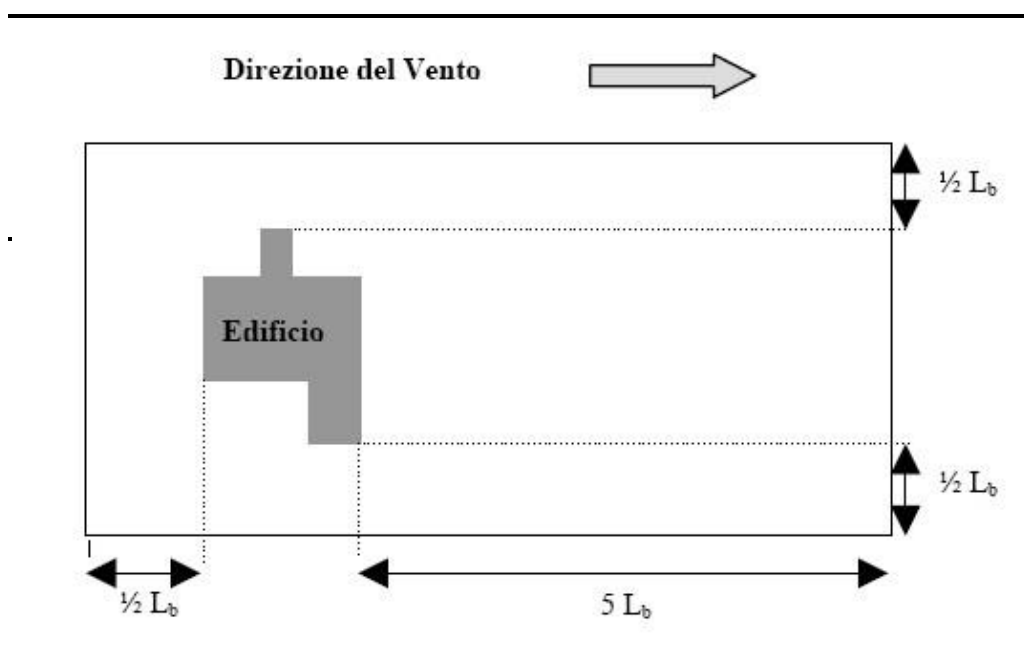
D è la distanza che intercorre tra l'edificio ed il camino;

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

In definitiva, si può escludere che un edificio possa generare effetto building downwash se il camino non ricade all'interno del rettangolo costruito come proposto in *Figura 3.3* attorno all'edificio (APAT, "La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti").

Figura 3.3

Definizione del Rettangolo Critico di Influenza di un Edificio.



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

Un camino posto all'interno del rettangolo critico non è praticamente influenzato dalla presenza dell'edificio se è soddisfatta la seguente disequazione:

$$H_e > H + 1,5L_b$$

Dove:

H_e = rappresenta l'innalzamento del pennacchio all'equilibrio;

H = è l'altezza dell'edificio;

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

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

In ogni caso, si ammette che per camini medi l'effetto edificio sia trascurabile per velocità di uscita superiori a 5 volte la velocità del vento, mentre per grandi camini l'effetto è spesso trascurabile già per velocità di uscita pari a 1,5 volte la velocità del vento. Il valore esatto della minima velocità di uscita tale da

garantire il non manifestarsi della condizione di downwash dipende dalle condizioni specifiche del sito, ma per un camino di grandi dimensioni un valore pari al doppio della velocità del vento appare ragionevole (si veda *Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height technical Support document for the stack height regulation*).

La presenza di effetto building downwash è stata considerata nel presente studio modellistico, tenendo conto dell'effetto perturbante provocato dagli edifici dell'impianto sulle emissioni rilasciate dalle sorgenti emissive simulate. In particolare, nella simulazione si è tenuto conto degli edifici dell'impianto posti in prossimità delle sorgenti emissive simulate con un'altezza compresa tra 11 m e 33 m circa.

Nei seguenti paragrafi sono riportati i risultati dello studio modellistico in termini di concentrazioni a livello del suolo di NO₂, CO e polveri.

I risultati sono presentati coerentemente con i parametri statistici previsti dalla normativa applicabile in funzione dei periodi di mediazione normati.

Oltre alle concentrazioni massime all'interno del dominio di calcolo, sono indicate le concentrazioni calcolate dal modello in corrispondenza delle centraline di Regi Lagni e S. Lorenzo, della rete di monitoraggio di SET, e di Aversa, Casoria, Ist. Manzoni e Scuola De Amicis, di ARPA Campania, che ricadono all'interno del dominio di simulazione.

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

Il risultato di tale operazione è mostrato nelle successive figure le quali riportano le mappe di isococentrazione delle massime ricadute al suolo per i diversi inquinanti simulati.

3.4.1 *Biossido di Azoto*

In *Tabella 3.4* sono riportate le concentrazioni massime stimate dal modello sull'intero dominio di calcolo ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria all'interno del dominio di simulazione.

La distribuzione spaziale delle concentrazioni annue e dei percentili orari è mappata rispettivamente in *Figura 3.4* e *Figura 3.5*.

Si precisa che nel presente studio si è scelto di simulare la dispersione in atmosfera degli ossidi di azoto nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti dal *D.Lgs. 155/2010* per il biossido di azoto; tale approccio è conservativo poiché solo una parte degli NO_x emessi in atmosfera, principalmente in forma di monossido di azoto, si ossidano ulteriormente in NO₂. L'efficacia di tale conversione dipende, infatti, da numerosi fattori, l'intensità della radiazione solare, la temperatura e la presenza di altri inquinanti quali l'ozono e alcuni idrocarburi.

Tabella 3.4

NO₂ Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

Centraline	Concentrazione Media Annua [µg/m ³]	99,8° Percentile orario [µg/m ³]
Teverola-via S. Lorenzo	0,11	3,84
Marcianise-Regi Lagni	0,18	5,94
Aversa	0,05	2,68
Casoria	0,01	0,84
Caserta-Ist. Manzoni	0,03	1,48
Caserta-Sc. De Amicis	0,04	1,61
Massimo di dominio	0,63	29,26
<i>Limite di legge</i>	40 ⁽¹⁾ , 30 ⁽²⁾	200 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Limite NO ₂ per la protezione della salute umana.		
⁽²⁾ Limite NO _x per la protezione della vegetazione.		

Le massime concentrazioni calcolate al suolo risultano ampiamente al di sotto dei limiti normativi e le mappe di isoconcentrazione mostrano che i valori massimi di ricaduta si verificano nelle immediate vicinanze della Centrale, a Est del Sito per la concentrazione media annua, a Ovest per le concentrazioni orarie (99,8° Percentile). In entrambi i casi i massimi di dominio ricadono in corrispondenza dell'area industriale in cui è inserita la Centrale.

Si osserva che le mappe di isoconcentrazione riflettono l'orografia del territorio; infatti, i valori visibili nell'area a nord-est della Centrale, diversi ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti imposti, corrispondono ad aree disabitate caratterizzate da orografia più elevata.

I valori di concentrazione media annua di NO_x in corrispondenza delle Aree Protette e dei SIC della zona risultano ampiamente al di sotto del limite legislativo per la protezione della vegetazione.

Figura 3.4

Mappa di isoconcentrazione della Media Annua di NO₂

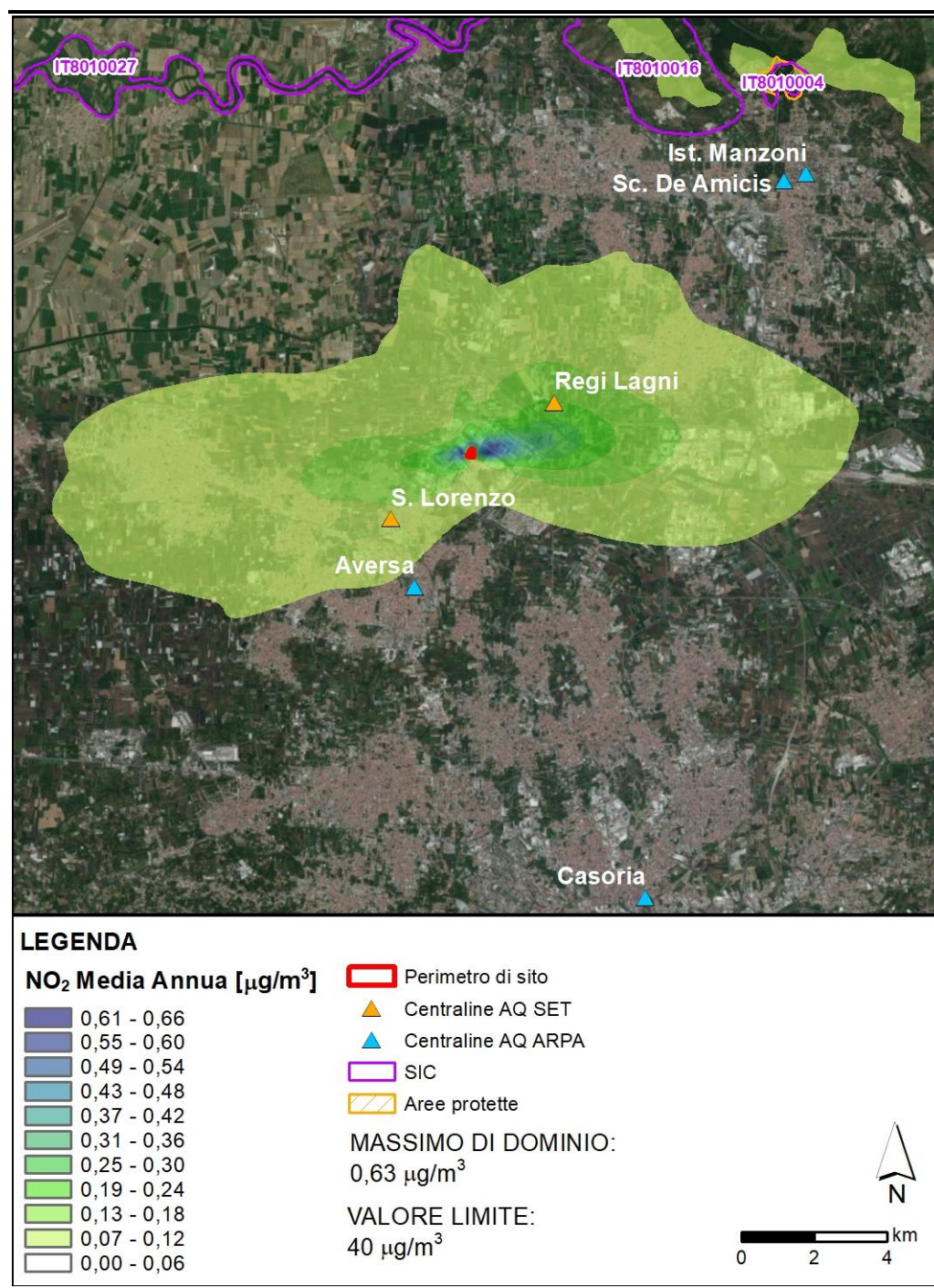
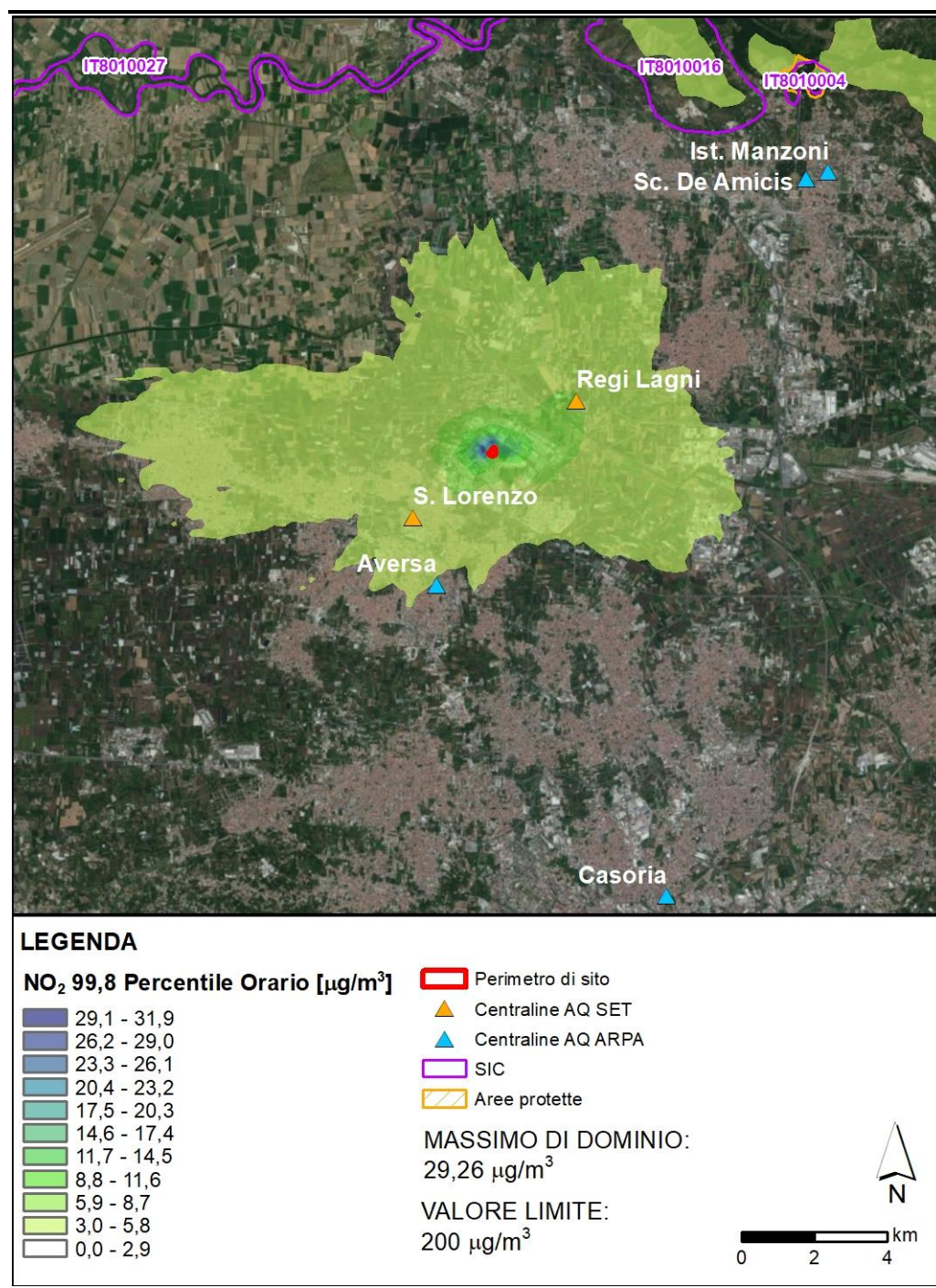


Figura 3.5

Mapa di isoconcentrazione del 99,8° Percentile Orario di NO₂



3.4.2 Monossido di Carbonio

In *Tabella 3.5* sono riportate le concentrazioni massime calcolate dal modello come media mobile sulle 8 ore sull'intero dominio di calcolo ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria.

La distribuzione spaziale delle massime concentrazioni risultate è riportata in *Figura 3.6*.

Tabella 3.5

CO Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

Centraline	Concentrazione Massima sulla media delle 8 ore [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Teverola-via S. Lorenzo	3,24
Marcianise-Regi Lagni	5,02
Aversa	2,12
Casoria	0,48
Caserta-Ist. Manzoni	0,99
Caserta-Sc. De Amicis	1,12
Massimo di dominio	23,45
<i>Limite di legge</i>	<i>10000 ⁽¹⁾</i>

⁽¹⁾ Limite CO per la protezione della salute umana.

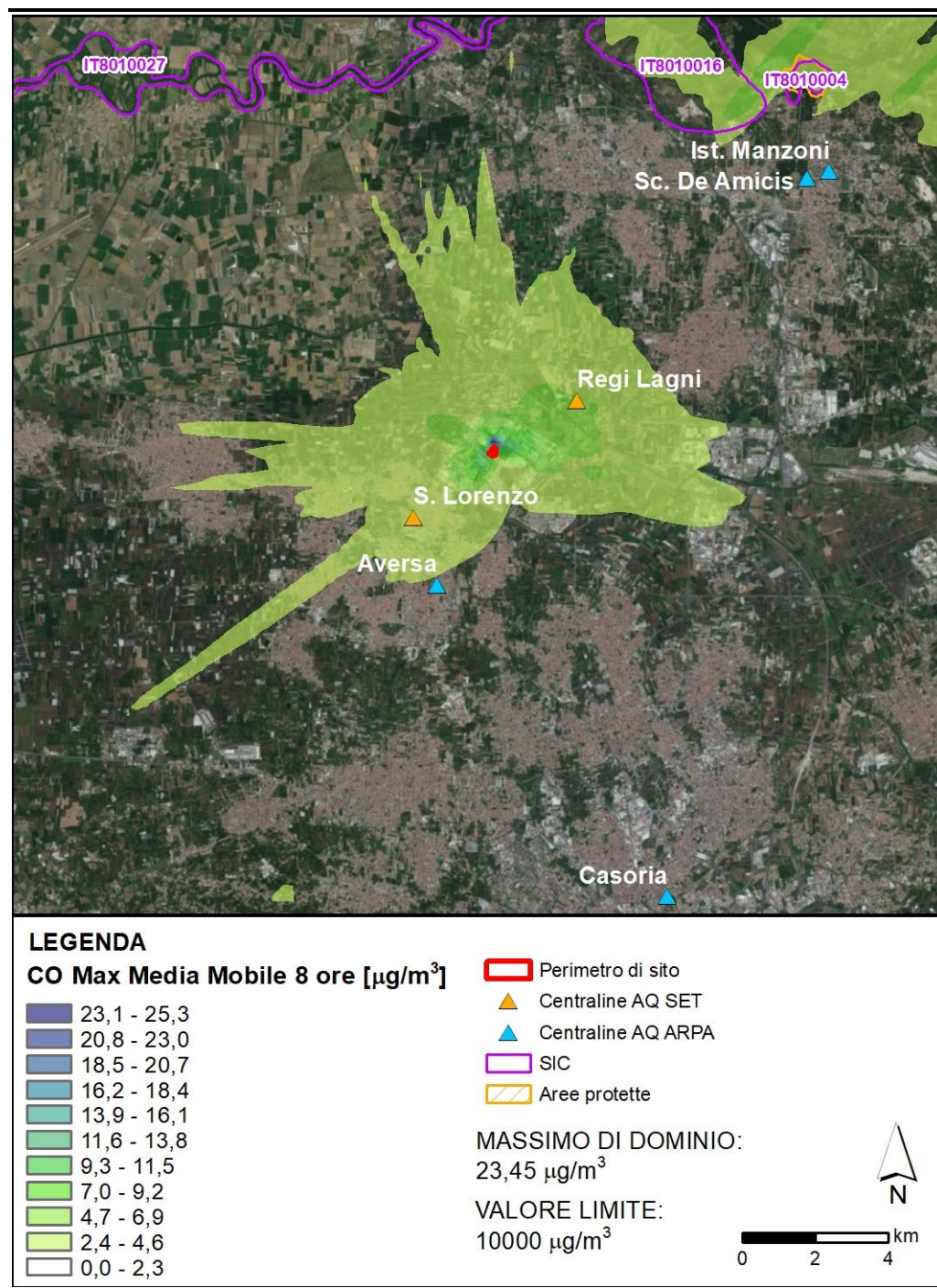
Come si può osservare dalla precedente tabella, le ricadute di CO relative alla Centrale risultano diversi ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti normativi.

Dall'analisi della mappa di isoconcentrazione si evince che la massima ricaduta al suolo è localizzata nelle immediate vicinanze della Centrale, a Nord del Sito, in corrispondenza dell'area industriale in cui è inserita la Centrale.

Si osserva che la mappa di isoconcentrazione riflette l'orografia del territorio; i valori visibili nell'area a nord-est della Centrale, diversi ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti imposti, corrispondono ad aree disabitate caratterizzate da orografia più elevata.

Figura 3.6

Mapa di isoconcentrazione del Massimo della Media Mobile sulle 8 ore del CO



3.4.3 Polveri Totali Sospese (PTS)

In *Tabella 3.6* sono riportate le concentrazioni massime di PTS calcolate dal modello sull'intero dominio di calcolo ed in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria; la distribuzione spaziale delle concentrazioni annue e del percentile giornaliero è rappresentata nelle *Figura 3.7* e *Figura 3.8*.

Si evidenzia come la scelta di simulare la dispersione in atmosfera delle Polveri nella loro totalità, per poi confrontare gli output del modello con i limiti imposti per il solo PM₁₀ e per il PM_{2,5} (che ne rappresentano solo una quota parte) sia ampiamente conservativa.

Tabella 3.6

PTS Concentrazioni Calcolate dal Modello nel Dominio di Calcolo

Centraline	Concentrazione Media Annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	90,4° Percentile giornaliero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Teverola-via S. Lorenzo	0,003	0,012
Marcianise-Regi Lagni	0,006	0,021
Aversa	0,002	0,004
Casoria	0,0004	0,002
Caserta-Ist. Manzoni	0,001	0,004
Caserta-Sc. De Amicis	0,001	0,005
Massimo di dominio	0,021	0,079
<i>Limite di legge</i>	<i>40 ⁽¹⁾, 25 ⁽²⁾</i>	<i>50 ⁽¹⁾</i>

⁽¹⁾ Limite definito per PM₁₀
⁽²⁾ Limite definito per PM_{2,5}

Come si può osservare dalla precedente tabella, le concentrazioni di PTS relative alla Centrale risultano diversi ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti normativi.

Dall'analisi delle mappe di isoconcentrazione si evince che le massime ricadute al suolo sono localizzate nelle immediate vicinanze della Centrale, a Est del Sito in corrispondenza dell'area industriale in cui si inserisce la Centrale.

Si osserva che le mappe di isoconcentrazione riflettono l'orografia del territorio; i valori visibili nell'area a Nord-Est della Centrale, diversi ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti imposti, corrispondono ad aree disabitate caratterizzate da orografia più elevata.

Figura 3.7

Mapa di isoconcentrazione della Media Annua delle PTS

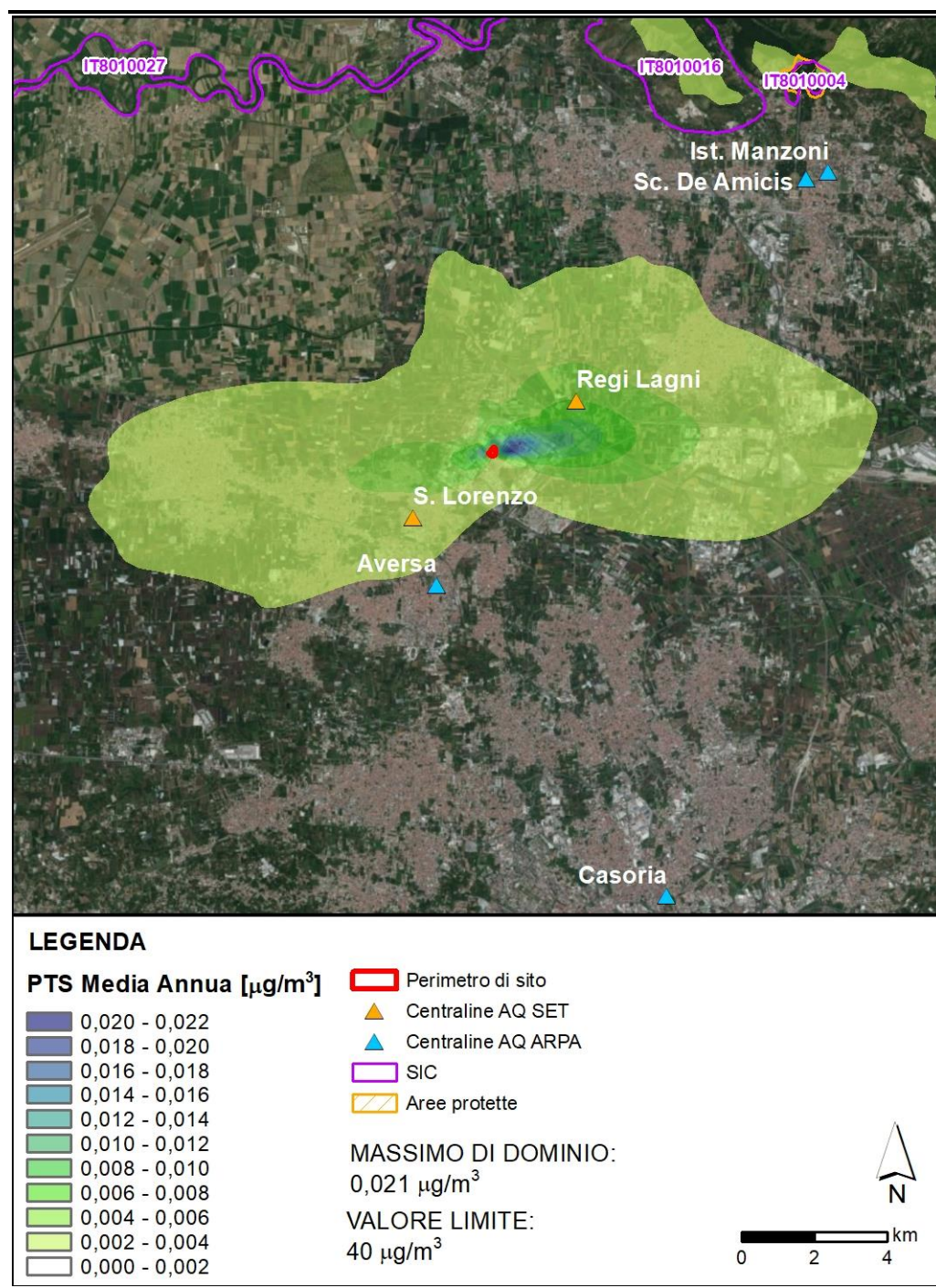
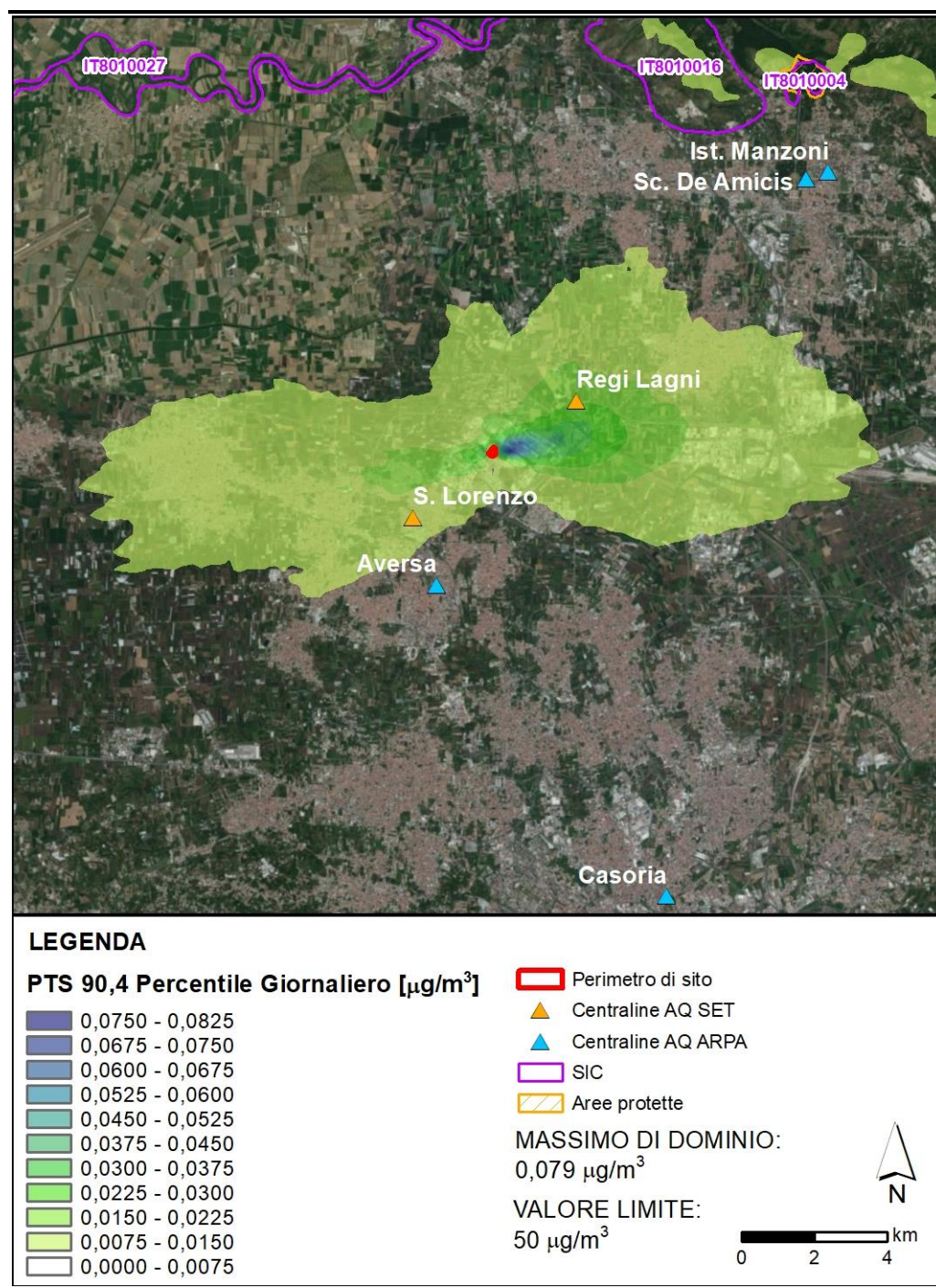


Figura 3.8

Mapa di isoconcentrazione del 90,4° Percentile Giornaliero delle PTS



Le simulazioni effettuate nelle condizioni conservative, ovvero considerando il turbogas della Centrale alla massima capacità produttiva in marcia continua durante tutto l'anno, la caldaia ausiliaria al doppio del funzionamento rispetto alla media delle ore osservate e le concentrazioni rappresentative della marcia alla massima capacità produttiva, hanno permesso di evidenziare che:

- non si verifica alcun superamento dei limiti di legge stabiliti per tutti gli inquinanti considerati (NO₂, CO e polveri) sull'intero dominio di calcolo;
- il contributo emissivo della Centrale sullo stato di qualità dell'aria nell'area geografica interessata risulta trascurabile se paragonato al corrispondente requisito di qualità ambientale (SQA) per gli inquinanti considerati.

I massimi di dominio per tutti gli inquinanti sono rilevati in aree non abitate, generalmente nelle immediate vicinanze della Centrale.

Le concentrazioni massime di NO₂, CO e polveri calcolate dal modello di simulazione in corrispondenza delle centraline di qualità dell'aria di SET e ARPA nel 2018 risultano largamente inferiori, spesso anche di diversi ordini di grandezza, ai valori registrati dalle stesse centraline nel triennio 2016-2018, a testimonianza del trascurabile contributo della Centrale sullo stato della qualità dell'aria nell'area.