

## RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C0008654

**Cliente** Enel Produzione S.p.A.

**Oggetto** Centrale Termoelettrica "Ettore Majorana" di Termini Imerese. Progetto di upgrade impianto.  
**Studio Preliminare Ambientale (art.19 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)**  
Allegato A – Emissioni degli inquinanti in atmosfera e valutazione delle ricadute sulla qualità dell'aria.

**Ordine** A.Q. N°8400134283 del 31.12.2018 Attivazione N° 3500094060 del 22.05.2020

**Note** WBS A1300002523 - Lettera di Trasmissione C0009359  
Prima emissione

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 53 **N. pagine fuori testo** 36

**Data** 19/06/2020

**Elaborato** STC - Manzi Giovanni, STC - Capra Davide, STC - D'Aleo Marco  
C0008654 3575 AUT C0008654 3293 AUT C0008654 1596735 AUT

**Verificato** ENC - Pertot Cesare  
C0008654 3840 VER

**Approvato** ENC - Il Responsabile - Mozzi Riccardo  
C0008654 2809622 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2020 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/53

## *Indice*

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SCENARI EMISSIVI .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>STATO ATTUALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA.....</b>	<b>10</b>
3.1	Quadro normativo .....	10
3.2	Lo stato attuale della qualità dell'aria .....	14
3.2.2	Biossido di zolfo .....	15
3.2.4	Monossido di carbonio .....	17
3.2.5	Biossido di azoto e ossidi di azoto totali .....	18
3.2.6	Ozono .....	18
3.2.7	Particolato PM <sub>10</sub> .....	20
3.2.8	Benzene .....	22
<b>4</b>	<b>EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....</b>	<b>23</b>
4.1	Calmet .....	24
4.2	Calpuff .....	24
4.3	Validazione dello strumento modellistico.....	25
4.4	Setup dello strumento modellistico .....	26
4.4.1	Dominio di calcolo .....	26
4.4.1.1	Banche dati .....	27
4.4.1.1.1	Orografia .....	27
4.4.1.1.2	Uso del suolo .....	28
4.4.1.2	Sostanze considerate.....	31
4.4.1.3	Schemi chimici .....	32
4.4.1.4	Effetto Building Downwash .....	34
4.4.2	Analisi meteorologica .....	35
4.4.2.1	Selezione della stazione meteorologiche di confronto .....	35
4.4.2.2	Confronto modello con misure meteorologiche .....	35
4.4.2.3	Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area .....	42
4.4.3	Scenari emissivi .....	44
4.5	Valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria .....	45
4.5.1	NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> .....	47
4.5.2	SPM.....	48
4.5.3	CO .....	49
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>52</b>

## ***Indice delle Tavole fuori testo***

- Tavola AV-01.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-01.r – Scenario “rifacimento” (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-01.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-02.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AV-02.r – Scenario “rifacimento” (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AV-02.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AV-03.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-03.r – Scenario “rifacimento” (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-03.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-04.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
Tavola AV-04.r – Scenario “rifacimento” (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
Tavola AV-04.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – SPM – Concentrazione media annua  
Tavola AV-05.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
Tavola AV-05.r – Scenario “rifacimento” (area vasta) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
Tavola AV-05.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
Tavola AV-06.a – Scenario “autorizzato” (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
Tavola AV-06.r – Scenario “rifacimento” (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
Tavola AV-06.u – Scenario “upgrade” (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore
- Tavola AL-01.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-01.r – Scenario “rifacimento” (area locale) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-01.u – Scenario “upgrade” (area locale) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-02.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AL-02.r – Scenario “rifacimento” (area locale) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AL-02.u – Scenario “upgrade” (area locale) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AL-03.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-03.r – Scenario “rifacimento” (area locale) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-03.u – Scenario “upgrade” (area locale) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-04.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – SPM – Concentrazione media annua  
Tavola AL-04.r – Scenario “rifacimento” (area locale) – SPM – Concentrazione media annua  
Tavola AL-04.u – Scenario “upgrade” (area locale) – SPM – Concentrazione media annua  
Tavola AL-05.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
Tavola AL-05.r – Scenario “rifacimento” (area locale) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
Tavola AL-05.u – Scenario “upgrade” (area locale) – SPM – Conc. giornaliera superata 35 volte per anno civile  
Tavola AL-06.a – Scenario “autorizzato” (area locale) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
Tavola AL-06.r – Scenario “rifacimento” (area locale) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
Tavola AL-06.u – Scenario “upgrade” (area locale) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	19/06/2020	C0008654	Prima emissione

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riporta la definizione dello stato attuale della qualità dell'aria, insieme alla valutazione degli impatti sulla componente atmosfera generati dalla realizzazione del Progetto di upgrade delle due turbine a gas dell'unità 6 (TI62 e TI63) della Centrale termoelettrica "Ettore Majorana" di Termini Imerese (PA).

Le valutazioni considerano anche il Progetto, attualmente in fase di autorizzazione, di rifacimento delle due unità di produzione esistenti TI42 e TI53 (da 120 MW<sub>e</sub> di potenza nominale ciascuna). Nell'ambito di una fermata di manutenzione programmata per i cicli combinati esistenti, è prevista la sostituzione delle parti calde delle Turbine a Gas ed in particolare la sostituzione delle pale fisse e mobili delle turbine e l'installazione di un nuovo sistema bruciatori. L'aggiornamento tecnologico dei componenti consentirà un miglioramento delle loro prestazioni tecniche con un conseguente aumento della potenza elettrica lorda erogabile dall'unità 6: dagli attuali autorizzati 780 MW<sub>e</sub> (1.290 MW<sub>t</sub>) ai circa 820 MW<sub>e</sub> (e circa 1.438 MW<sub>t</sub>). Nell'ottica di ridurre e minimizzare gli impatti ambientali, anche a seguito dell'incremento di potenza delle unità, si propone un miglioramento delle performance emissive con una riduzione degli NOx emessi da ciascuna unità in tutte le condizioni di funzionamento (proposti 10 mg/Nm<sup>3</sup> vs attuali 30 mg/Nm<sup>3</sup>) grazie all'installazione di sistemi di denitrificazione catalitica, denominati SCR (*Selective Catalytic Reduction*). L'aggiornamento tecnologico delle apparecchiature esistenti avverrà secondo i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale nel pieno rispetto delle *Best Available Techniques Reference document (BRef)* di settore. È inoltre effettuata e presentata la verifica del rispetto della normativa vigente in materia di ricaduta delle emissioni in atmosfera associate all'esercizio dell'impianto sia nell'assetto di "rifacimento" in fase di autorizzazione, che nella configurazione prevista dal progetto di "upgrade".

## 2 SCENARI EMISSIVI

Attualmente l'impianto è costituito da una unità termoelettrica a vapore (TI41) da 320 MW<sub>e</sub>, funzionante a gas naturale dal 2008, autorizzata ad essere esercita per un massimo di 1'000 ore/anno, due unità Turbogas a ciclo semplice (TI42 e TI53) da 120 MW<sub>e</sub>, autorizzate per essere esercite per un massimo di 1.500 ore/anno, e una unità a ciclo combinato con due Turbogas (TI62 e TI63) da 780 MW<sub>e</sub>. Per le unità TI42 e TI53 è stata presentata istanza di Autorizzazione Unica il 01 ottobre 2019 e istanza di Verifica di Assoggettabilità a VIA il 15 gennaio 2020 Enel-PRO-15/01/2020-0000594 per il progetto di rifacimento delle unità di produzione esistenti, il cui procedimento è stato avviato il 12 febbraio 2020.

Le nuove unità turbogas avranno una minore potenza termica rispetto alle attuali, ma con maggiore rendimento elettrico e migliori performance ambientali rispetto alle esistenti. L'intervento di rifacimento prevede che siano esercite per un massimo di 4.150 ore/anno.

Gli interventi proposti, nell'ambito della prossima manutenzione programmata, prevedono la sostituzione delle parti calde ed in particolare la sostituzione delle pale fisse e mobili delle turbine e l'installazione del nuovo sistema bruciatori delle turbine a gas delle due unità TI62 e TI63.

Le "parti calde" interessate dalla sostituzione saranno:

- Sistema pale fisse e mobili Turbina;
- Sistema bruciatori.

L'aggiornamento tecnologico dei componenti che saranno installati, consentirà un miglioramento delle loro prestazioni tecniche, con un conseguente aumento della potenza elettrica lorda erogabile dalle due unità, che passerà complessivamente da 780 MW<sub>e</sub> a 820 MW<sub>e</sub>. La potenza elettrica nominale totale complessiva dell'impianto prevista sarà pari a 1'380 MW<sub>e</sub>, la capacità di produzione termica sarà pari a 3'098 MW<sub>t</sub>. Nell'ottica di ridurre e minimizzare gli impatti ambientali, anche a seguito dell'incremento di potenza delle unità, si propone un miglioramento delle performance emissive con una riduzione degli NO<sub>x</sub> emessi dall'unità in tutte le condizioni di funzionamento (attuali 30 mg/Nm<sup>3</sup> vs proposti 10 mg/Nm<sup>3</sup>) grazie all'installazione di sistemi di denitrificazione catalitica, nel seguito denominati SCR (*Selective Catalytic Reduction*).

Come riportato nella relazione progettuale, è possibile che l'abbattimento degli ossidi di azoto mediante i sistemi SCR, in linea con le BREF di settore, comporti una limitata emissione di ammoniaca (NH<sub>3</sub>) (Ammonia-Slip) nei gas anch'essa oggetto di monitoraggio in continuo a garanzia del rispetto dei limiti di legge.

L'intervento non prevede modifiche alle caratteristiche geometriche dei punti di emissione che si confermano pertanto invariati per posizione, altezza e diametro del camino (Tabella 2.1).

**Tabella 2.1 – Coordinate e caratteristiche geometriche dei camini, nello scenario “autorizzato” confermate nello scenario di “rifacimento” e in quello di “upgrade”.**

Gruppo	Ciminiera				
	Coordinate WGS84 - UTM 33		Base	Altezza	Diametro
	Est	Nord			
	km	km	m s.l.m.	m s.l.s.	m
TI41	390.337	4'203.128	3	190	6.4
TI42	390.134	4'203.044	3	35	6.5
TI53	390.148	4'202.978	3	35	6.5
TI62	390.254	4'203.046	3	90	6.7
TI63	390.196	4'203.045	3	90	6.5

In Tabella 2.2, Tabella 2.3 e Tabella 2.4 sono riportate le caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni nei tre scenari, “autorizzato”, “rifacimento” e “upgrade”. Quanto riportato nelle tabelle consente di evidenziare le migliori performance emissive delle unità oggetto di intervento. In Tabella 2.3 e Tabella 2.4 si riportano con il suffisso “-r” e “-up” al nome del gruppo le caratteristiche a questo associato a seguito della realizzazione del Progetto di rifacimento e di upgrade rispettivamente. I benefici associati a tali miglioramenti sulla qualità dell’aria sono valutati mediante l’applicazione di codici di calcolo numerici descritti al Capitolo 4.

**Tabella 2.2 – Scenario “autorizzato” - Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale**

Gruppo	Parametri fisici allo sbocco dei Fumi				Valori di concentrazione all'emissione	
	Temperatura	Velocità	Portata <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub> rif	NO <sub>x</sub>	CO
	°C	m/s	Nm <sup>3</sup> /h	%	mg/Nm <sup>3</sup>	
TI41	90	9.5	800'000	3	100 <sup>(2) (6)</sup>	100 <sup>(2) (6)</sup>
TI42	540	30.0	1'200'000	15	90 <sup>(3) (6)</sup>	125 <sup>(4)</sup>
TI53	540	30.0	1'200'000	15	90 <sup>(3) (6)</sup>	125 <sup>(4)</sup>
TI62	90	25.9	2'340'000	15	30 <sup>(5)</sup>	30 <sup>(7)</sup>
TI63	90	25.9	2'340'000	15	30 <sup>(5)</sup>	30 <sup>(7)</sup>

(1) Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per la tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)

(2) Valori limite autorizzati da AIA: 200 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria; 110 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera; 100 mg/Nm<sup>3</sup> su base mensile

(3) Valori limite autorizzati da AIA: 180 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria; 90 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera e mensile

(4) Valori limite autorizzati da AIA: 125 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria; 100 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera e mensile

(5) Valori limite autorizzati da AIA: 40 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria; 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera. L’utilizzo nelle simulazioni di un limite più restrittivo, quale quello giornaliero, è stato adottato in quanto nel normale esercizio dell’impianto tale limite è ampiamente e costantemente rispettato.

(6) l’utilizzo nelle simulazioni di un limite più restrittivo, quale quello mensile, è stato adottato in quanto nel normale esercizio dell’impianto tale limite è ampiamente e costantemente rispettato.

(7) Valori limite autorizzati da AIA: 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria

**Tabella 2.3 – Scenario “rifacimento” - Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale**

Gruppo	Parametri fisici allo sbocco dei Fumi				Valori di concentrazione all'emissione Performances attese	
	Temperatura	Velocità	Portata <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub> rif	NO <sub>x</sub>	CO
	°C	m/s	Nm <sup>3</sup> /h	%	mg/Nm <sup>3</sup>	
TI41	90	9.5	800'000	3	100 <sup>(2) (4)</sup>	100 <sup>(2) (4)</sup>
TI42-r	543	31.5	1'300'000	15	30 <sup>(5)</sup>	30 <sup>(5)</sup>
TI53-r	543	31.5	1'300'000	15	30 <sup>(5)</sup>	30 <sup>(5)</sup>
TI62	90	25.9	2'340'000	15	30 <sup>(3)</sup>	30 <sup>(6)</sup>
TI63	90	25.9	2'340'000	15	30 <sup>(3)</sup>	30 <sup>(6)</sup>

(1) Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per la tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca).  
(2) Valori limite autorizzati da AIA: 200 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria; 110 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera; 100 mg/Nm<sup>3</sup> su base mensile.  
(3) Valori limite autorizzati da AIA: 40 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria; 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera. L'utilizzo nelle simulazioni di un limite più restrittivo, quale quello giornaliero, è stato adottato in quanto nel normale esercizio dell'impianto tale limite è ampiamente e costantemente rispettato.  
(4) L'utilizzo nelle simulazioni di un limite più restrittivo, quale quello mensile, è stato adottato in quanto nel normale esercizio dell'impianto tale limite è ampiamente e costantemente rispettato.  
(5) Performance attesa su base giornaliera a seguito dell'intervento di rifacimento.  
(6) Valori limite autorizzati da AIA: 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base su base oraria.

**Tabella 2.4 – Scenario “upgrade” - Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale**

Gruppo	Parametri fisici dei fumi allo sbocco				Valori di concentrazione all'emissione Performances attese		
	Temperatura	Velocità	Portata <sup>(1)</sup>	O <sub>2</sub> Rif	NO <sub>x</sub>	CO	NH <sub>3</sub>
	°C	m/s	Nm <sup>3</sup> /h	%	mg/Nm <sup>3</sup>		
TI41	90	9.5	800.000	3	100 <sup>(2) (6)</sup>	100 <sup>(2) (6)</sup>	---
TI42-r	543	31.5	1.300.000	15	30 <sup>(3)</sup>	30 <sup>(3)</sup>	---
TI53-r	543	31.5	1.300.000	15	30 <sup>(3)</sup>	30 <sup>(3)</sup>	---
TI62-up	80	24.0	2.620.000	15	10 <sup>(7)</sup>	30 <sup>(4)</sup>	5 <sup>(5)</sup>
TI63-up	80	24.0	2.620.000	15	10 <sup>(7)</sup>	30 <sup>(4)</sup>	5 <sup>(5)</sup>

(1) Portata in condizioni normalizzate: temperatura di 273.15 K, pressione di 101.3 kPa, percentuale di ossigeno alle condizioni di riferimento per la tipologia di combustibile, con detrazione del vapore acqueo (quindi secca)  
(2) Valori limite autorizzati da AIA: 200 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria; 110 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera; 100 mg/Nm<sup>3</sup> su base mensile  
(3) Performances attese di 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera, a seguito dell'intervento di rifacimento  
(4) Valori limite autorizzati da AIA: 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria  
(5) Performances attese di 5 mg/Nm<sup>3</sup> su base annua, a seguito dell'intervento di upgrade  
(6) L'utilizzo nelle simulazioni di un limite più restrittivo, quale quello mensile, è stato adottato in quanto nel normale esercizio dell'impianto tale limite è ampiamente e costantemente rispettato  
(7) Performances attese di 10 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera, a seguito dell'intervento di upgrade

La Tabella 2.5 riporta i bilanci orari e annui delle emissioni di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ), monossido di carbonio (CO) ed ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ), associate ai tre assetti oggetto di studio: scenario “autorizzato”; scenario di “rifacimento” e scenario di “upgrade” nell’ipotesi di funzionamento costante alla capacità nominale e con concentrazioni alle emissioni riportate nelle tabelle Tabella 2.2, Tabella 2.3 e Tabella 2.4, per il numero di ore/anno specifico per ogni gruppo in relazione allo scenario analizzato.

Di seguito si analizzano i bilanci massici della centrale relativi allo scenario “autorizzato” con quelli della centrale relativi allo scenario di “upgrade”. Per quanto riguarda  $\text{NO}_x$ , la riduzione dei valori di concentrazione su tutte e quattro le unità oggetto delle attività di intervento (rifacimento e upgrade), comporta una significativa riduzione dell’emissione massica nel bilancio emissivo dell’intera Centrale, sia a livello orario (di oltre il 60%), sia annuale (quasi il 50%). Per il CO la riduzione delle concentrazioni alle emissioni nelle sole due unità oggetto di intervento di rifacimento e soprattutto su base oraria, consente una riduzione del bilancio emissivo orario di oltre il 30%, mentre la maggiore portata volumetrica delle unità di cui due oggetto di rifacimento (TI42 e TI53) e due di upgrade (TI62 e TI63) comporta un modesto incremento del bilancio su base annua (+6.6%). Anticipando quanto riportato in maggior dettaglio nel seguito, si può ritenere che tale incremento dell’emissione massica annua di monossido di carbonio sia più che compensato dai benefici attesi a seguito della riduzione degli ossidi d’azoto. Ciò può anche essere esteso per l’emissione di una modesta quantità di  $\text{NH}_3$ , indotta dall’introduzione del sistema SCR per l’abbattimento degli ossidi di azoto, non presente ovviamente nello attuale assetto di impianto.

**Tabella 2.5 – Bilancio emissivo tra scenario “autorizzato” e scenario di “upgrade”.**

Scenario	Sez.	Ore funz. anno	Bilancio massico					
			NO <sub>x</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	NH <sub>3</sub>
			kg/ora			kg/anno <sup>(1)</sup>		
autorizz. (a)	TI41	1'000	160.0	160.0	---	80'000	80'000	---
	TI42	1'500	216.0	150.0	---	162'000	180'000	---
	TI53	1'500	216.0	150.0	---	162'000	180'000	---
	TI62	8'760	93.6	70.2	---	614'952	614'952	---
	TI63	8'760	93.6	70.2	---	614'952	614'952	---
	Totale:			779.2	600.4	---	1'633'904	1'669'904
rifacim. (r)	TI41	1'000	160.0	160.0	---	80'000	80'000	---
	TI42-r	4'150	39.0	39.0	---	161'850	161'850	---
	TI53-r	4'150	39.0	39.0	---	161'850	161'850	---
	TI62	8'760	93.6	70.2	---	614'952	614'952	---
	TI63	8'760	93.6	70.2	---	614'952	614'952	---
	Totale:			425.2	378.4	---	1'633'604	1'633'604
upgrade (u)	TI41	1'000	160.0	160.0	---	80'000	80'000	---
	TI42-r	4'150	39.0	39.0	---	161'850	161'850	---
	TI53-r	4'150	39.0	39.0	---	161'850	161'850	---
	TI62-up	8'760	26.2	78.6	13.1	229'512	688'536	114'756
	TI63-up	8'760	26.2	78.6	13.1	229'512	688'536	114'756
	Totale:			290.4	395.2	26.2	862'724	1'780'772
<b>Differenza (u-a):</b>			-488.8	-205.2	26.2	-771'180	110'868	229'512
<b>Differenza (%):</b>			-62.7	-34.2	N.A.	-47.2	6.6	N.A.

<sup>(1)</sup> I bilanci massici annui tengono conto del numero massimo delle ore di funzionamento autorizzate e, ove presenti, dei limiti emissivi giornalieri e/o mensili.  
N.A.: Non applicabile per assenza di emissioni di NH<sub>3</sub> nell'assetto autorizzato

### 3 STATO ATTUALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA

#### 3.1 Quadro normativo

A livello europeo, la Direttiva Quadro 96/62/CE del 27 settembre 1996 sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente ha fornito un quadro di riferimento per il monitoraggio delle sostanze inquinanti da parte degli Stati membri, per lo scambio di dati e le informazioni ai cittadini. Successivamente 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 e il piombo), la Direttiva 2000/69/CE (concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente) e la Direttiva 2002/3/CE (relativa all'ozono nell'aria), hanno stabilito sia gli standard di qualità dell'aria per le diverse sostanze inquinanti, in relazione alla protezione della salute, della vegetazione e degli ecosistemi, sia i criteri e le tecniche che gli Stati membri devono adottare per le misure delle concentrazioni di inquinanti, compresi l'ubicazione e il numero minimo di stazioni e le tecniche di campionamento e misura.

La Direttiva 2008/50/CE del 21 maggio 2008 (relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) ha istituito delle misure volte a:

- definire e stabilire obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri sulla base di metodi e criteri comuni;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente per contribuire alla lotta contro l'inquinamento dell'aria e gli effetti nocivi e per monitorare le tendenze a lungo termine e i miglioramenti ottenuti con l'applicazione delle misure nazionali e comunitarie;
- garantire che le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente siano messe a disposizione del pubblico;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove sia buona, e migliorarla negli altri casi;
- promuovere una maggiore cooperazione tra gli Stati membri nella lotta contro l'inquinamento atmosferico.

Con lo scopo di riunire le disposizioni delle precedenti direttive in un'unica Direttiva, l'art.31 della Direttiva 2008/50/CE prevede che "le direttive 96/62/CE, 1999/30/CE, 2000/69/CE e 2002/3/CE siano abrogate a decorrere dall'11 giugno 2010, fatti salvi gli obblighi degli Stati membri riguardanti i termini per il recepimento o dall'applicazione delle suddette direttive". Una novità rispetto ai precedenti strumenti normativi è l'introduzione di specifici obiettivi e valori limite per il PM<sub>2.5</sub>, al fine di garantire la protezione della salute umana, senza tuttavia modificare gli standard di qualità dell'aria esistenti. Gli Stati membri hanno però un maggiore margine di manovra per raggiungere alcuni dei valori fissati nelle zone in cui hanno difficoltà a rispettarli (la conformità ai valori limite fissati per il PM<sub>10</sub> si rivela infatti problematica per quasi tutti gli Stati membri dell'UE).

La legislazione nazionale relativa all'inquinamento atmosferico ha recepito la Direttiva europea 2008/50/CE "Relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" con la pubblicazione del D.Lgs. n.155 del 13 agosto 2010. Tale Decreto Legislativo, in vigore dal 30 settembre

2010, costituisce una sorta di testo unico sulla qualità dell'aria, abrogando la normativa previgente (D.Lgs.351/99, D.M. 60/2002, D.Lgs.183/2004, D.Lgs.152/2006, D.M. 261/2002) e raccogliendo in un'unica norma le strategie generali, i parametri da monitorare, le modalità di rilevazione, i livelli di valutazione, i limiti, livelli critici e valori obiettivo di alcuni parametri e i criteri di qualità dei dati.

Con Decreto Assessorile 176/GAB del 9.8.2007 la Regione Siciliana ha approvato il "Piano regionale di coordinamento per la tutela della qualità dell'aria ambiente" recependo il D.Lgs. 155/2010.

Il D.Lgs. 155/2010 definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni di diversi inquinanti, in particolare definisce:

- Valore Limite (VL): Livello che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- Valore Obiettivo: Livello da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- Livello Critico: Livello oltre il quale possono sussistere rischi o danni per ecosistemi e vegetazione, non per gli esseri umani;
- Margine di Tolleranza: Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del VL;
- Soglia di Allarme: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- Soglia di Informazione: Livello oltre il quale sussiste pericolo per la salute umana per alcuni gruppi sensibili, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive;
- Obiettivo a lungo termine: Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate;
- Indicatore di esposizione media: Livello da verificare sulla base di selezionate stazioni di fondo nazionali che riflette l'esposizione media della popolazione;
- Obbligo di concentrazione dell'esposizione: Livello da raggiungere entro una data prestabilita;
- Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione: Riduzione percentuale dell'esposizione media rispetto ad un anno di riferimento, da raggiungere entro una data prestabilita.

Di seguito vengono riportati i valori limite (Tabella 3.1.1), i valori obiettivo (Tabella 3.1.2) i livelli critici per la vegetazione (Tabella 3.1.3) e le soglie di allarme (Tabella 3.1.4) contenuti nel D.Lgs. 155/2010.

Anche l'ozono – inquinante secondario che si forma, attraverso reazioni fotochimiche, a partire da inquinanti precursori (principalmente ossidi di azoto e composti organici volatili) in presenza della luce del sole – ha effetti sulla salute dell'uomo e sulla vegetazione. Il Decreto Legislativo n. 155/10 recependo quanto già contenuto nel DL 183/04, mantiene in essere un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono in tutto il territorio nazionale, confermando valori obiettivo, obiettivi a lungo termine, soglia di informazione e soglia di allarme da perseguire secondo una tempistica stabilita (Tabella 3.1.5 e Tabella 3.1.6).

**Tabella 3.1.1 - Valori limite (Allegato XI D.Lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore Limite	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	orario (non più di 24 volte all'anno)	350	µg/m <sup>3</sup>
	giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m <sup>3</sup>
	Annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Annuo	5.0	µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio (CO)	media massima giornaliera su 8 ore <sup>(1)</sup>	10	mg/m <sup>3</sup>
Piombo (Pb)	Annuo	0.5	µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>10</sub>	giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m <sup>3</sup>
	Annuo	40	µg/m <sup>3</sup>
Particolato PM <sub>2.5</sub>	annuo al 2015 <sup>(2)</sup>	25	µg/m <sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> La massima concentrazione media sulle 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso

<sup>(2)</sup> Margine di tolleranza: 20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2015

**Tabella 3.1.2 - Valori Obiettivo (Allegato XIII D.lgs. 155/10)**

Inquinante	Parametro e Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	
Arsenico (As)	Tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione di PM <sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	6.0	ng/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)		5.0	ng/m <sup>3</sup>
Nichel (Ni)		20.0	ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene		1.0	ng/m <sup>3</sup>

Data raggiungimento obiettivo: 31/12/2012 (art. 9 – comma 2 del D.lgs)

**Tabella 3.1.3 - Livelli critici per la vegetazione (Allegato XI D.lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Livello Critico per la vegetazione	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Annuo	20	µg/m <sup>3</sup>
	invernale (01 ottobre - 31 marzo)	20	µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Annuo	30	µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3.1.4 – Soglie di allarme (Allegato XII D.lgs. 155/10)**

Inquinante	Periodo di mediazione	Soglia di Allarme	
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Per 3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 km <sup>2</sup>	500	µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )		400	µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 3.1.5 – Valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l’ozono (O<sub>3</sub>)  
(Allegato VII D.lgs. 155/10)**

Valori obiettivo			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento <sup>(3)</sup>
Protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell’arco di un anno civile <sup>(1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2013 (dati 2010 – 2012)
Protezione della vegetazione	AOT40 <sup>(2)</sup> calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> h Come media su 5 anni	2015 (dati 2010 – 2014)
Obiettivi a lungo termine			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (1.1.2010)	Data raggiungimento <sup>(4)</sup>
Protezione della salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell’arco di un anno civile <sup>(1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	Non definito
Protezione della vegetazione	AOT40 <sup>(2)</sup> calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h	Non definito

<sup>(1)</sup> La massima concentrazione media sulle 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l’ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso

<sup>(2)</sup> AOT40 (espresso in µg/m<sup>3</sup>h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni > 80 µg/m<sup>3</sup> e 80 µg/m<sup>3</sup> rilevate 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).

<sup>(3)</sup> Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo

<sup>(4)</sup> Data entro la quale deve essere raggiunto l’obiettivo a lungo termine

**Tabella 3.1.6 – Soglie di informazione e allarme per l’ozono (O<sub>3</sub>) (Allegato XII D.lgs. 155/10)**

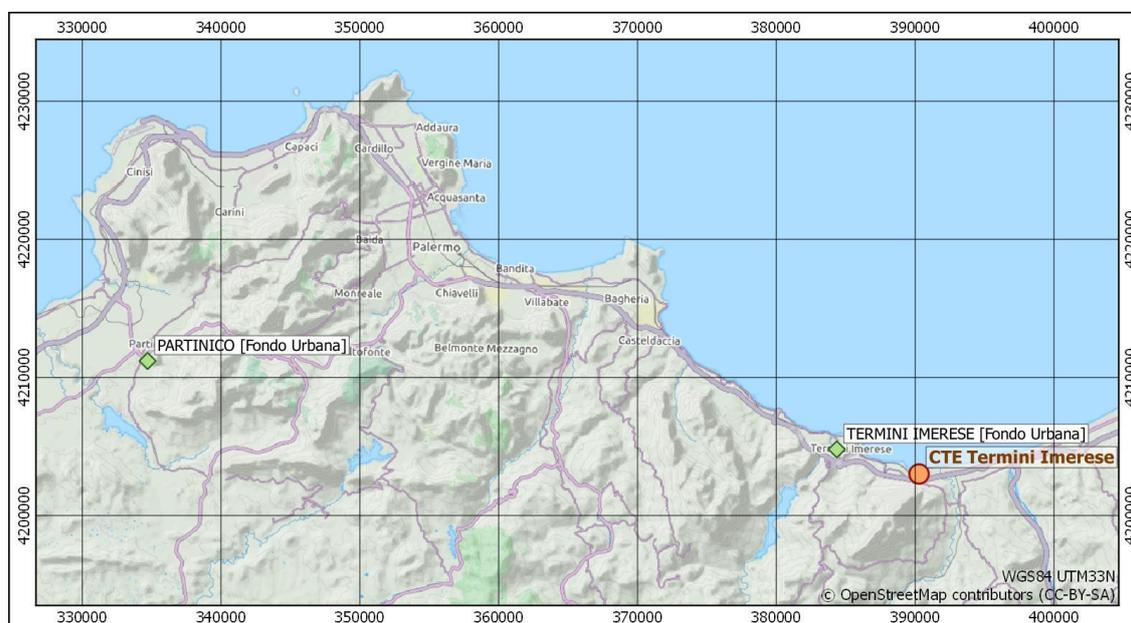
Finalità	Periodo di mediazione	Soglia	
Informazione	Orario	180	µg/m <sup>3</sup>
Allarme	Orario <sup>(1)</sup>	240	µg/m <sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Per l’applicazione dell’art. 10 comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive

### 3.2 Lo stato attuale della qualità dell'aria

In questo paragrafo viene analizzato lo stato attuale della qualità dell'aria nel 2018 nelle due postazioni della rete di monitoraggio più prossime alla centrale Enel "Ettore Majorana" di Termini Imerese, che risultano essere quella di Termini Imerese, stazione di tipo Fondo Urbano (FU), a circa 6 km in direzione WNW e quella di Partinico, anch'essa stazione di Fondo Urbana (FU), a circa 55 km in direzione WNW (Figura 3.2.1). Le informazioni su Partinico, nonostante la distanza consenta di ritenerla non influenzata dall'impianto, sono incluse al fine di evidenziare le caratteristiche su scala regionale.

Le informazioni riportate sono state estratte dal rapporto "Riepilogo sui dati di Qualità dell'aria relative alle centraline di Termini Imerese e Partinico – Anno 2018" redatto dalla Struttura Territoriale di Palermo dell'ARPA Sicilia.



**Figura 3.2.1 – Centrale Enel di Termini Imerese e stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Termini Imerese (FU) e Partinico (FU)**

### 3.2.2 Biossido di zolfo

Per il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) nel 2018 non vi sono stati superamenti né del valore limite orario di 350 µg/m<sup>3</sup> e né del valore limite giornaliero di 125 µg/m<sup>3</sup>, in nessuna delle due postazioni della rete di monitoraggio analizzate. Il valore medio annuo è stato di 0.58 µg/m<sup>3</sup>, a Termini Imerese e di 0.49 µg/m<sup>3</sup>, a Partinico (Figura 3.2.2 e Figura 3.2.3).

Anche il livello critico per la protezione della vegetazione di 20 µg/m<sup>3</sup> come media invernale (periodo 1 gennaio - 31 marzo e 1 ottobre - 31 dicembre) non è mai stato superato in nessuna delle due postazioni.

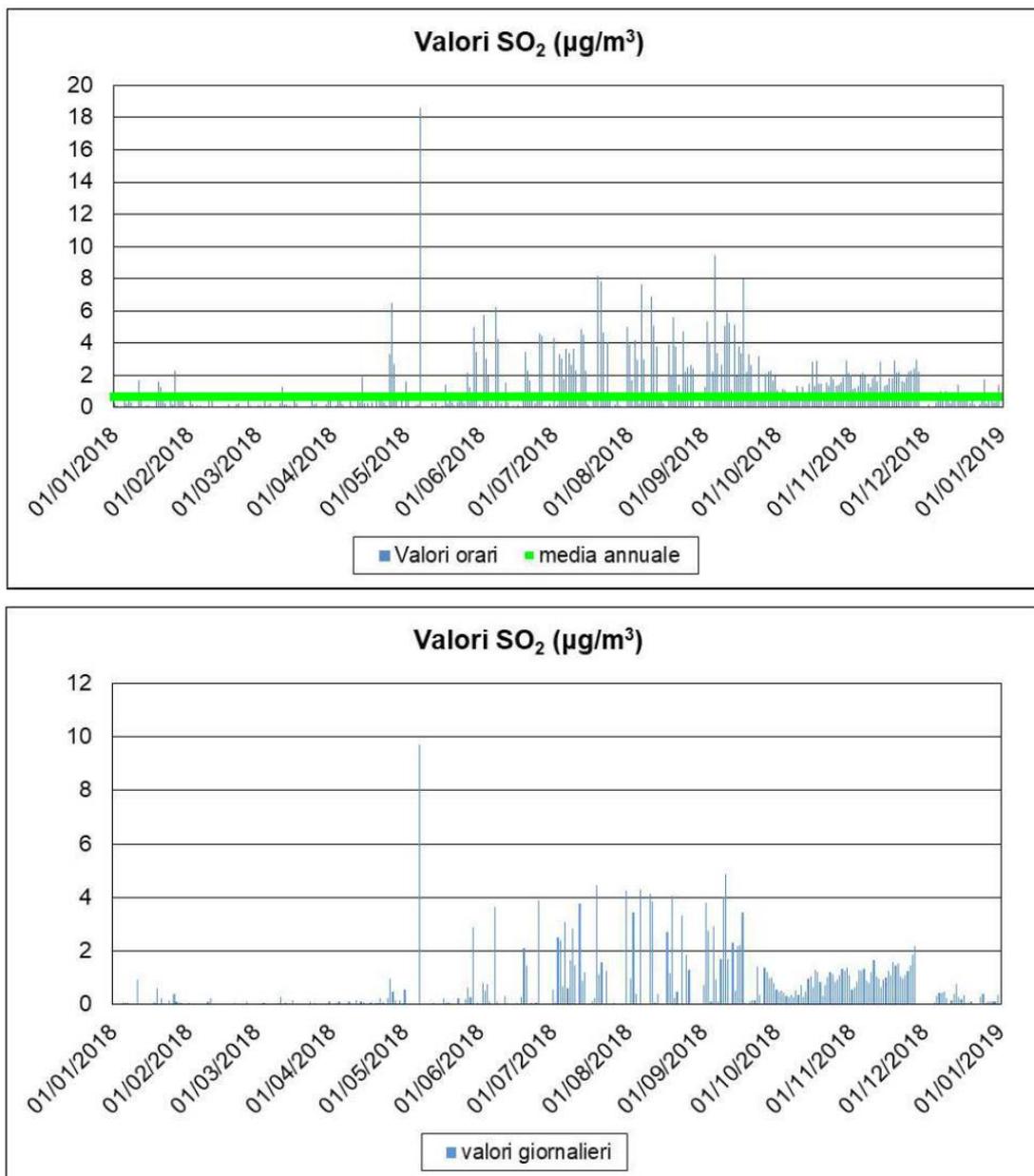
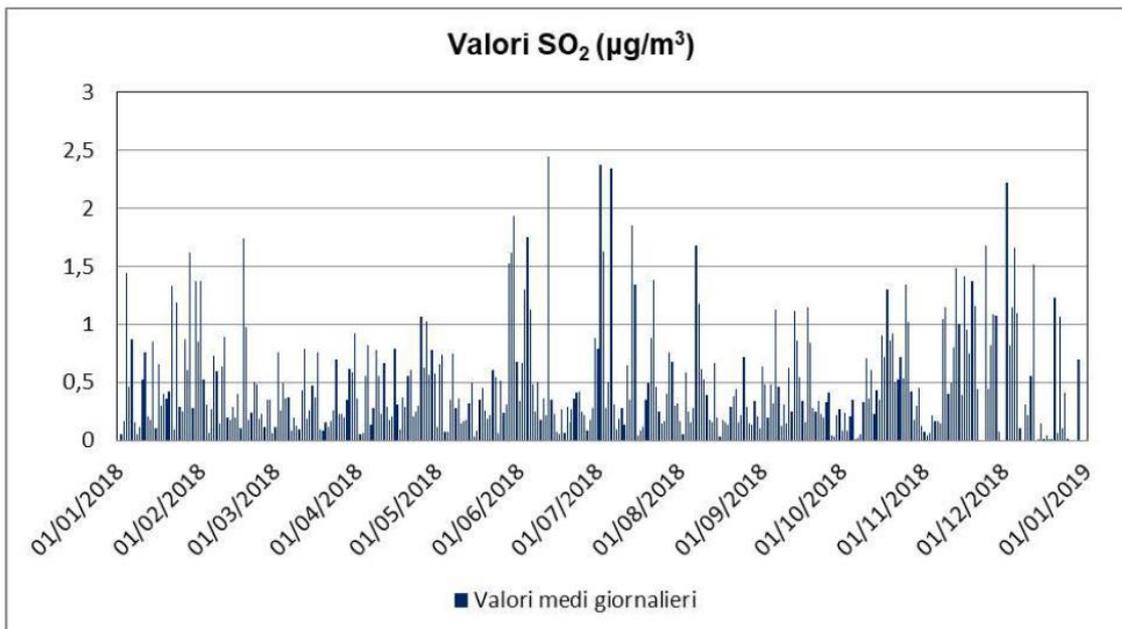
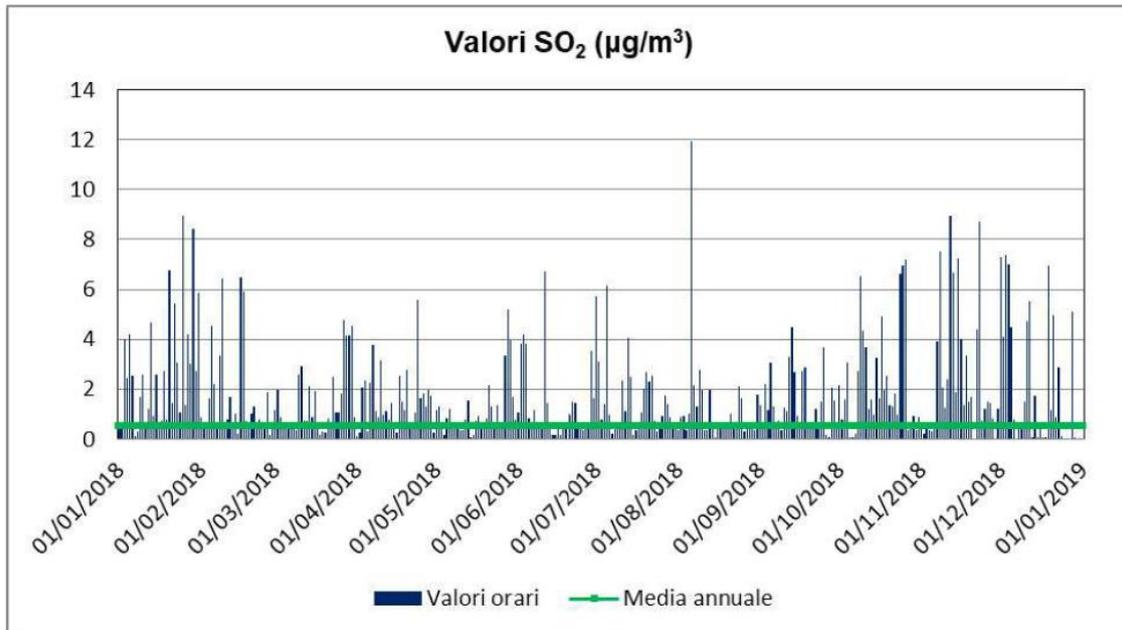


Figura 3.2.2 – Valori orari, giornalieri e media annua di biossido di zolfo a Termini Imerese



**Figura 3.2.3 – Valori orari, giornalieri e media annua di biossido di zolfo a Partinico**

### 3.2.4 Monossido di carbonio

Anche per il monossido di carbonio (CO) nel 2018 non vi sono stati superamenti del valore limite di 10 mg/m<sup>3</sup>, in nessuna delle due postazioni della rete di monitoraggio analizzate. Nella stazione di Termini Imerese il valore medio annuale (calcolato sulle medie di 8 ore) è pari a 0.22 mg/m<sup>3</sup>, mentre la media massima annuale (calcolata sui valori massimi delle medie di 8 ore) è pari a 0.24 mg/m<sup>3</sup>. Nella stazione di Partinico i valori sono di a 0.34 mg/m<sup>3</sup> e a 0.50 mg/m<sup>3</sup> (Figura 3.2.4 e Figura 3.2.5).

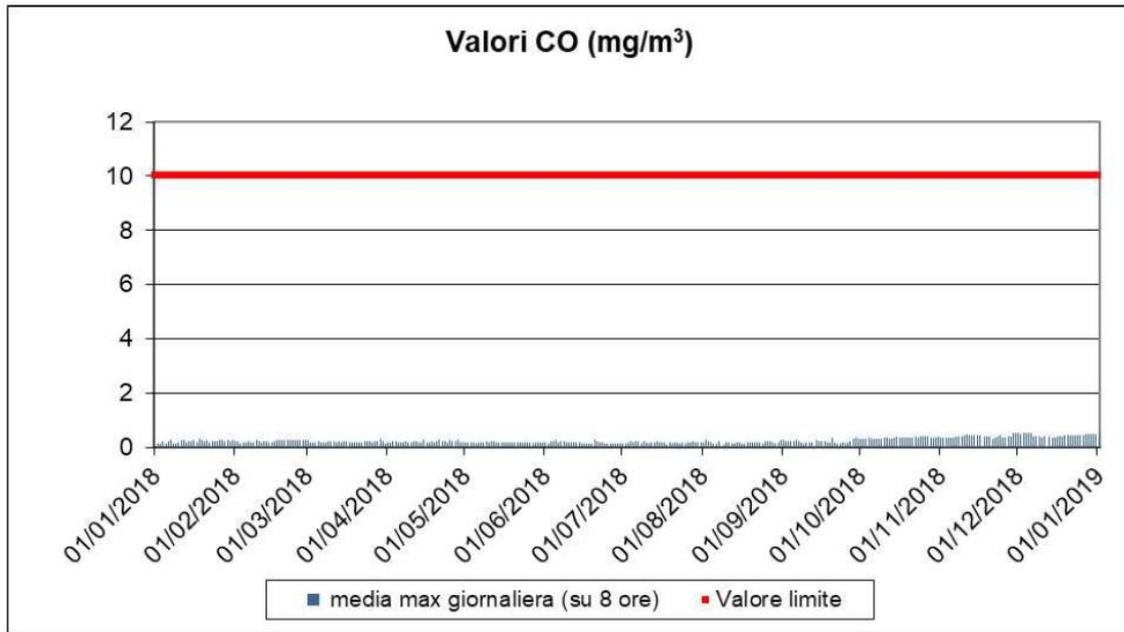


Figura 3.2.4 –Medie massime giornaliere su 8 ore del monossido di carbonio a Termini Imerese

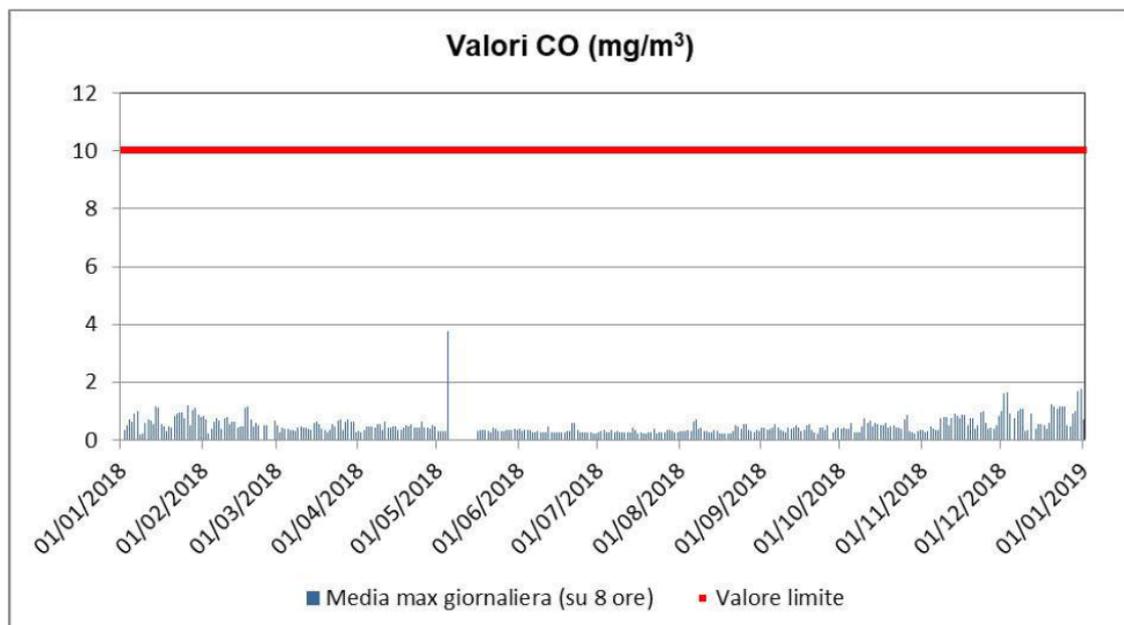


Figura 3.2.5 –Medie massime giornaliere su 8 ore del monossido di carbonio a Partinico

### 3.2.5 Biossido di azoto e ossidi di azoto totali

Per quanto riguarda il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), nel 2018 non vi sono stati superamenti né del valore limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e né del valore limite annuo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in nessuna delle due postazioni della rete di monitoraggio analizzate. Il valore medio annuo è stato di  $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a Termini Imerese (Figura 3.2.6) e di  $23.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a Partinico.

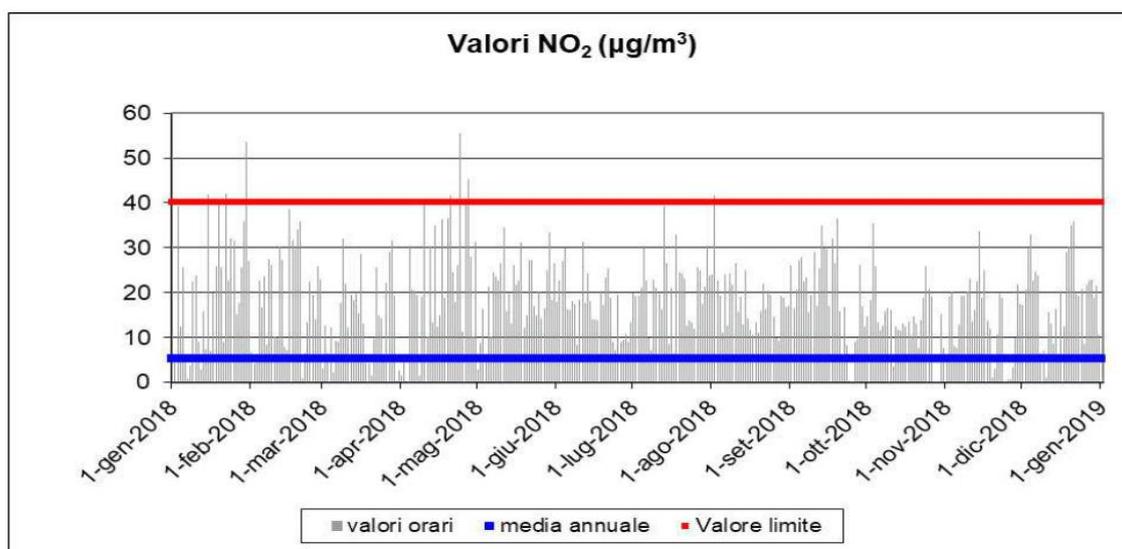


Figura 3.2.6 – Valori orari e media annua del biossido di azoto a Termini Imerese

### 3.2.6 Ozono

Per quanto riguarda l'analisi dei dati di ozono ( $\text{O}_3$ ), nel 2018, il valore relativo alla massima media mobile giornaliera su otto ore, che va confrontato con il valore obiettivo di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; da non superare per più di 25 volte per anno civile come media sui 3 anni, è stato valutato per le due postazioni solo sul singolo anno. In entrambe le postazioni il numero di superamenti è stato rispettato, con il valore obiettivo che, non è mai stato raggiunto a Termini Imerese e che, è stato superato a Partinico solo per 2 volte (Figura 3.2.7 e Figura 3.2.8).

Anche il valore obiettivo a lungo termine di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fissato per la protezione della salute umana non è stato superato, in nessuna delle due postazioni, con i valori relativi alla media massima giornaliera su 8 ore dell'anno civile, che sono di  $83.3$  e  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rispettivamente a Termini Imerese e Partinico.

Non si sono verificati poi, in nessuna delle due postazioni, né superamenti della soglia di informazione oraria di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e di conseguenza nemmeno superamenti della soglia di allarme di  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 3.2.9 e Figura 3.2.10).

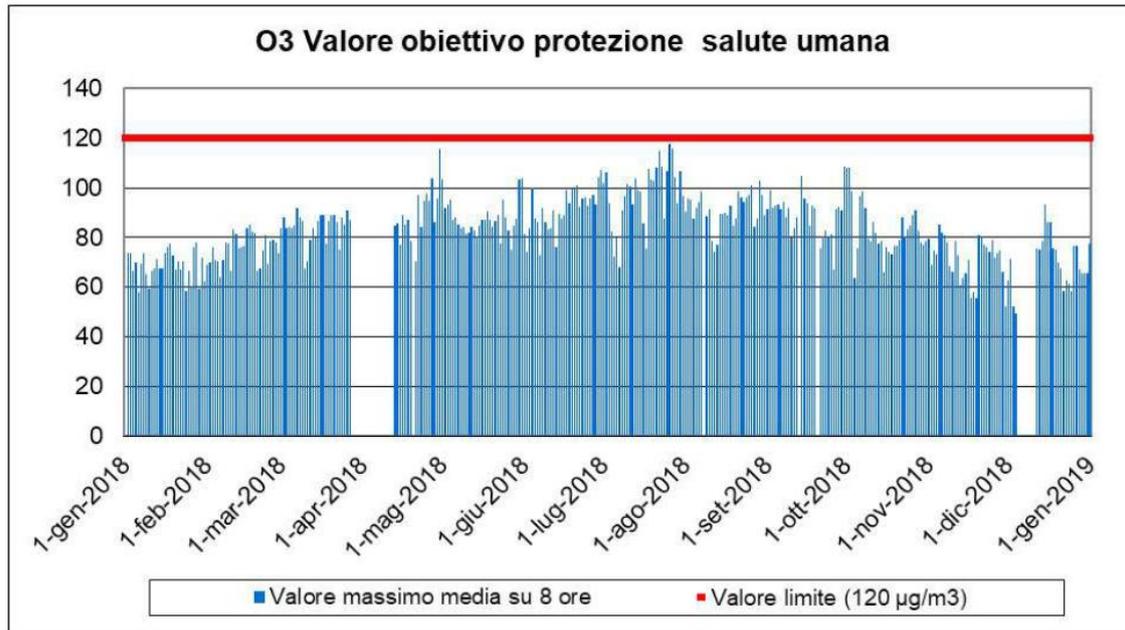


Figura 3.2.7 –Medie massime giornaliere su 8 ore dell’ozono a Termini Imerese

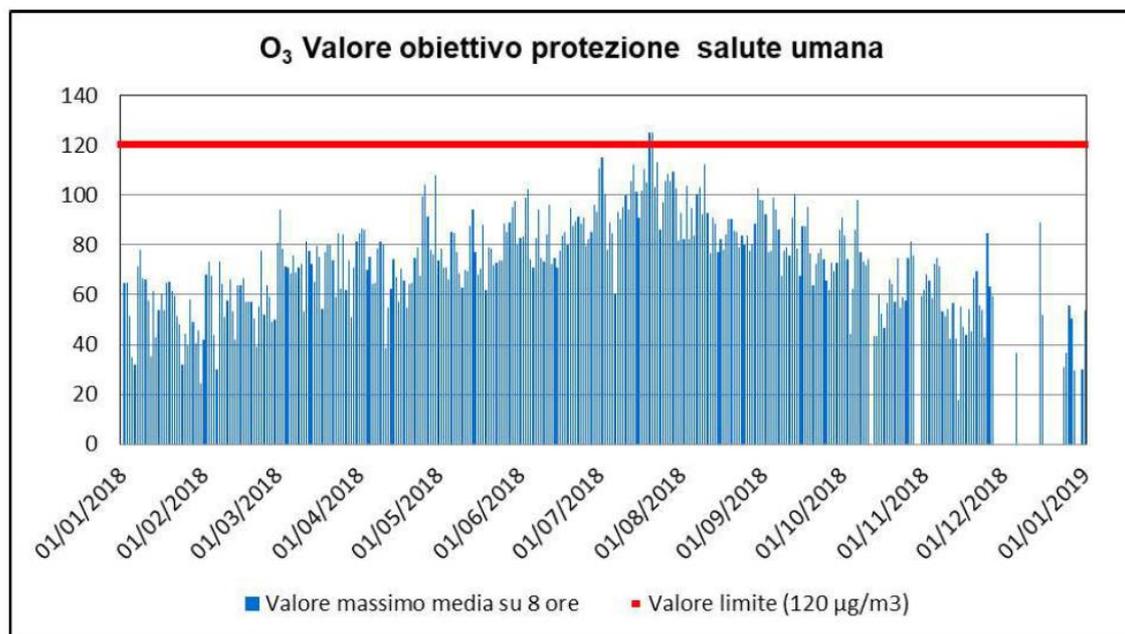


Figura 3.2.8 –Medie massime giornaliere su 8 ore dell’ozono a Partinico

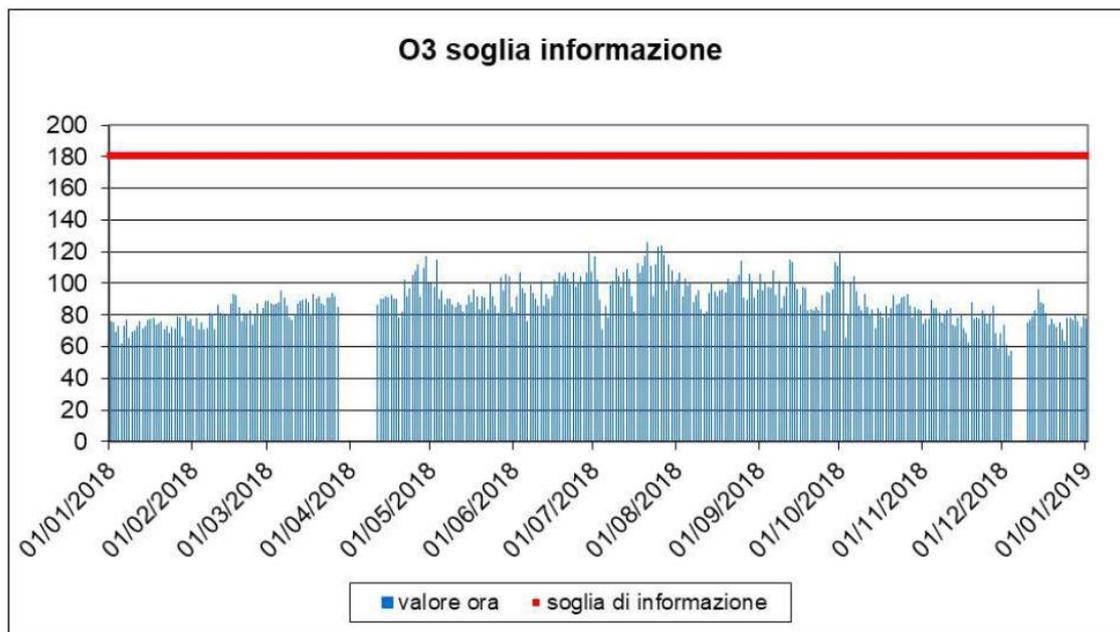


Figura 3.2.9 – Valori orari ozono a Termini Imerese

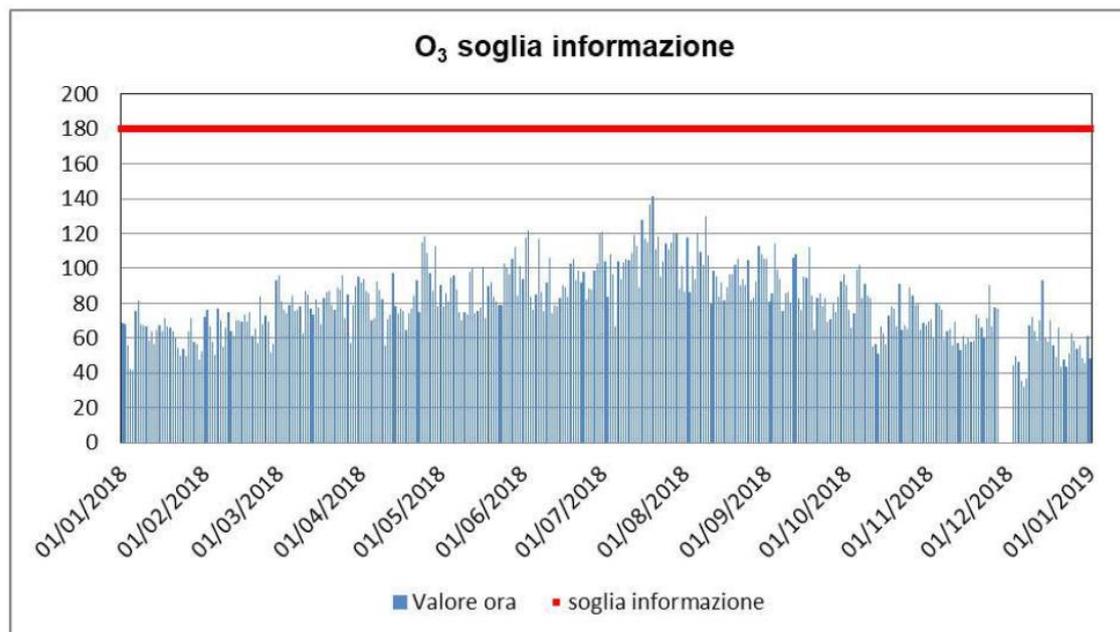


Figura 3.2.10 – Valori orari ozono a Partinico

### 3.2.7 Particolato PM<sub>10</sub>

Per quanto riguarda il valore medio annuo del particolato PM<sub>10</sub>, nel 2018, non si riscontrano superamenti, del valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, in nessuna delle due postazioni della rete di monitoraggio analizzate con i valori medi registrati di 18 µg/m<sup>3</sup>, a Termini Imerese e di 22 µg/m<sup>3</sup>, a Partinico.

Anche per quanto riguarda il limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; da non superare per più di 35 volte l'anno non si hanno superamenti del limite di legge. Il numero di superamenti, legati in parte a fenomeni di avvezione sahariana, registrate nelle due postazioni è di 9 a Termini Imerese e 10 a Partinico (Figura 3.2.11 e Figura 3.2.12).

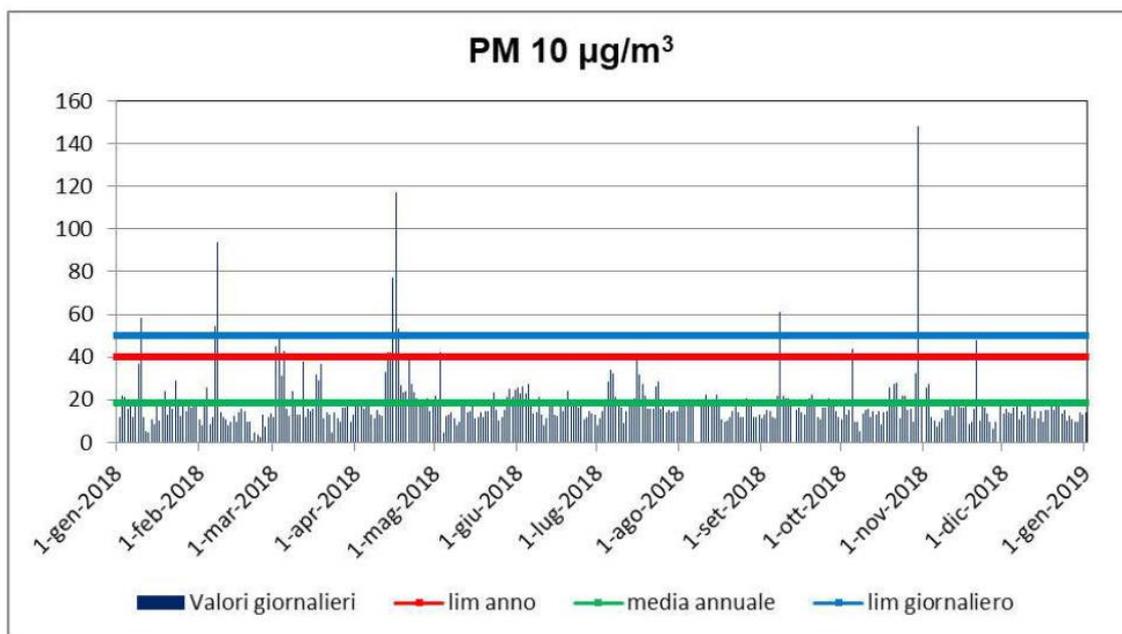


Figura 3.2.11 – Valori giornalieri e media annua del PM<sub>10</sub> a Termini Imerese

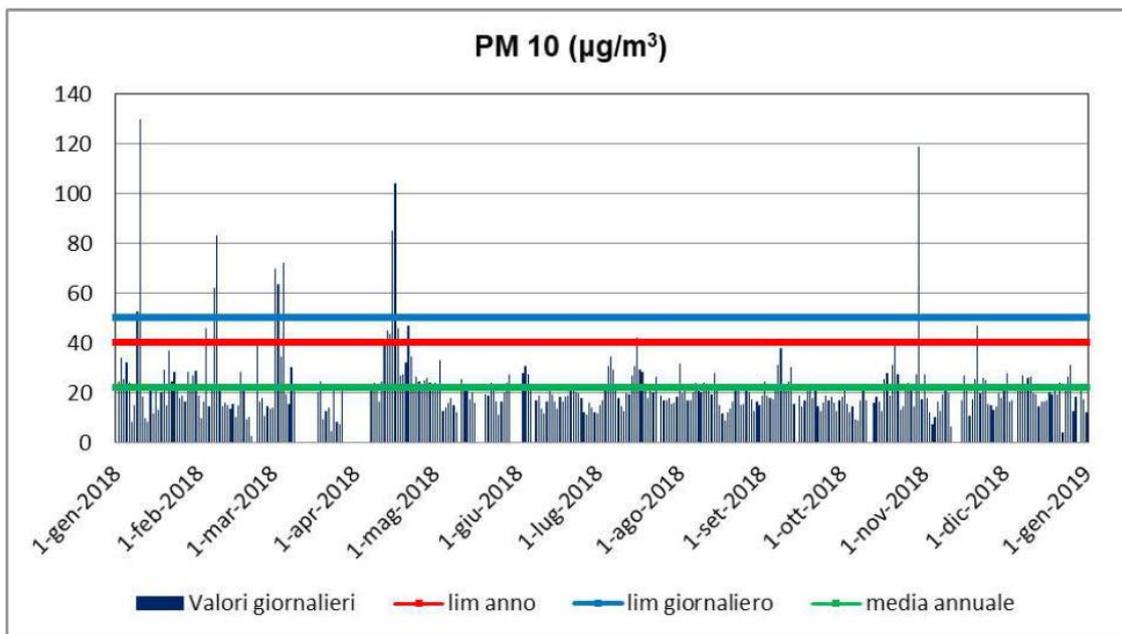


Figura 3.2.12 – Valori giornalieri e media annua del PM<sub>10</sub> a Partinico

### 3.2.8 Benzene

Per quanto riguarda i valori medi annui di Benzene ( $C_6H_6$ ) nel 2018, non si riscontrano superamenti, del valore limite di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in nessuna delle due postazioni della rete di monitoraggio analizzate con i valori medi registrati di  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a Termini Imerese e di  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a Partinico (Figura 3.2.13 e Figura 3.2.14).

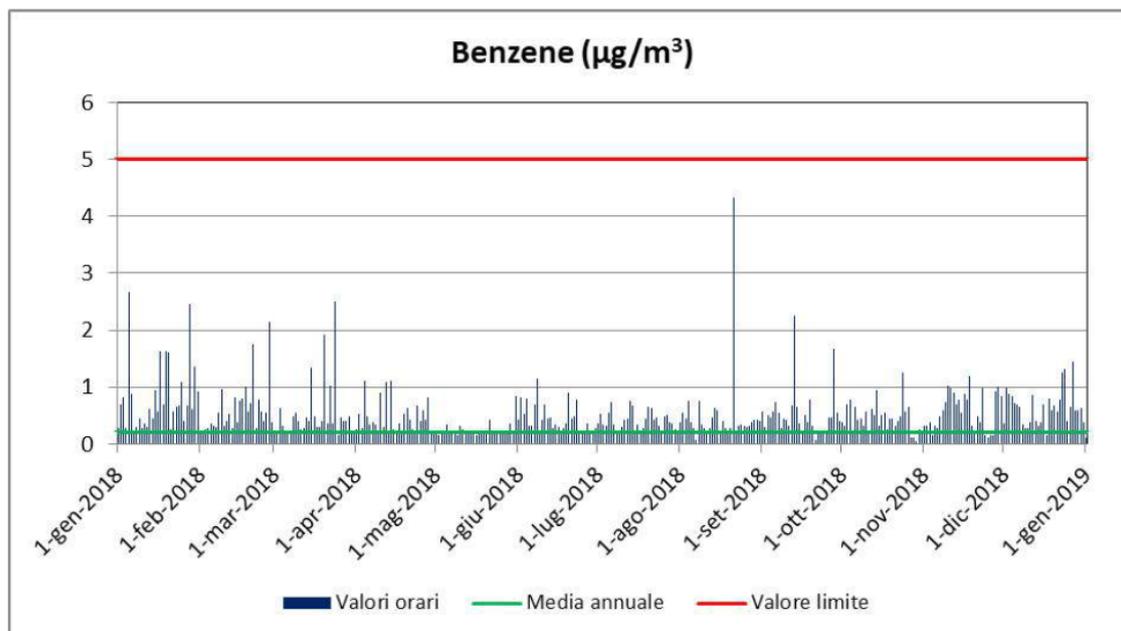


Figura 3.2.13 – Valori orari e media annua del benzene a Termini Imerese

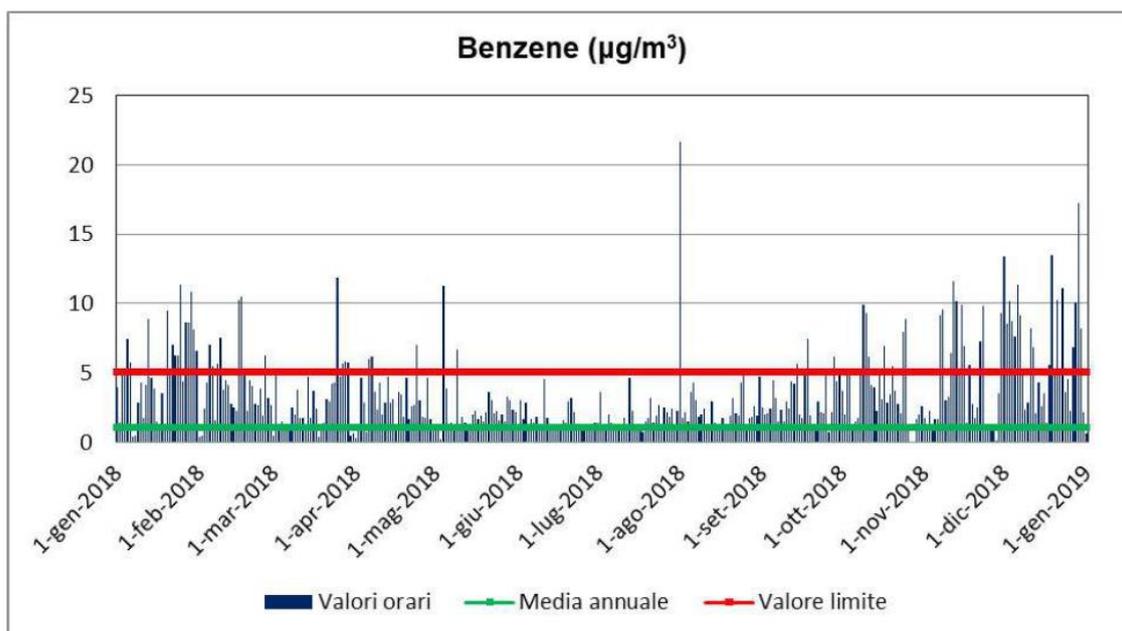


Figura 3.2.14 – Valori orari e media annua del benzene a Partinico

## 4 EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Le valutazioni riportate nel seguito si avvalgono del sistema modellistico Calmet/Calpuff.

Considerato che il sito in esame è caratterizzato dalla presenza dell'interfaccia terra mare e da condizioni meteo-diffusive non omogenee, la scelta del modello di calcolo è stata indirizzata verso l'applicazione di una catena modellistica costituita da un modello meteorologico diagnostico a sua volta guidato in input da campi tridimensionali di reanalisi prodotti dal modello meteorologico prognostico WRF, e da un modello di diffusione di tipo lagrangiano a puff.

In particolare, si è scelto di utilizzare il sistema modellistico Calmet/Calpuff: Calmet è un preprocessore meteorologico diagnostico sviluppato per elaborare campi di vento e di turbolenza atmosferica da fornire in input a Calpuff, modello di dispersione atmosferica lagrangiano a puff.

Entrambi i codici di calcolo implementano algoritmi specifici per la trattazione dei meccanismi di trasporto e diffusione d'inquinanti atmosferici su superfici disomogenee ed in condizioni meteorologiche in linea con i requisiti riportati in Appendice III del D.Lgs. 155/2010.

L'utilizzo del sistema modellistico Calmet/Calpuff è consigliato da US-EPA in presenza di situazioni meteorologiche complesse determinate dalla conformazione orografica dell'area di studio o da situazioni di stagnazione.

A livello nazionale il sistema modellistico Calmet/Calpuff è stato inserito nell'elenco dei modelli idonei per trattare sorgenti puntiformi. CALPUFF è nell'elenco "*Scheda 1: modelli da applicare nelle aree urbane ed a scala locale*" della pubblicazione APAT CTN ACE, 2004 "*I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni*". Infine, l'utilizzo di tale strumento è previsto anche nella Procedura Tecnica N.2 "*Linee guida per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dei punti di emissione di un impianto*" delle Norme di Attuazione del Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lazio.

In merito all'incertezza ed accuratezza delle stime modellistiche, le linee guida sui modelli di qualità dell'aria dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA, 2005) indica una maggiore affidabilità per le stime delle concentrazioni medie di lungo periodo, ed una incertezza maggiore per la stima delle concentrazioni di breve periodo. I massimi delle concentrazioni sono da ritenersi stime affidabili dell'ordine di grandezza, con errori tipici compresi dal  $\pm 10\%$  al  $\pm 40\%$ . Il D. Lgs. 155/2010 indica all'allegato I un'incertezza del 30% per le concentrazioni medie annue e del 50% per quelle orarie e giornaliere.

## 4.1 Calmet

Calmet (versione: 6.334, livello: 110421) (Scire et al., 2000(a)) è un modello meteorologico diagnostico che produce campi orari tridimensionali di vento e bidimensionali di diverse variabili meteorologiche a partire da dati osservati (al suolo e di profilo) e da dati geofisici (orografia, uso del suolo).

Calmet è costituito da un modulo diagnostico per la ricostruzione del campo di vento e da moduli micrometeorologici per la caratterizzazione dello strato limite di rimescolamento sia sul suolo sia sull'acqua. Il modulo diagnostico del campo di vento utilizza una procedura a due step per la costruzione del campo. Il primo passo crea un campo iniziale, basato sui venti sinottici, e lo corregge in modo da tenere conto degli effetti del terreno sui flussi e dei venti di pendio. In questa fase, dapprima il modello utilizza i venti sinottici per calcolare una velocità verticale forzata dal terreno e soggetta ad una funzione esponenziale di smorzamento dipendente dalla classe di stabilità atmosferica. In secondo luogo, sono introdotti gli effetti dell'orografia sulle componenti orizzontali del vento mediante l'applicazione iterativa di uno schema di minimizzazione della divergenza sul campo tridimensionale fino al soddisfacimento del vincolo di minima divergenza. Dopo aver introdotto i venti di pendio e gli effetti termodinamici, il campo, a questo punto detto di primo passo, passa alla seconda fase procedurale che introduce i dati osservati al suolo in modo da ottenere il campo nella sua versione finale. L'introduzione dei dati osservati è effettuata tramite una procedura d'analisi oggettiva. L'attribuzione di pesi inversamente proporzionali alla distanza tra punto e stazione di misura garantisce l'ottenimento di un campo che riflette maggiormente le osservazioni in prossimità dei punti di misura e che è dominato dal campo di primo passo nelle zone prive d'osservazioni. Infine, il campo risultante è sottoposto ad un'operazione di smoothing e di ulteriore minimizzazione della divergenza. Calmet richiede come dati di input misure orarie al suolo di direzione e velocità del vento, temperatura, copertura nuvolosa, altezza della base delle nuvole, pressione atmosferica, umidità relativa e precipitazione, nonché profili verticali di direzione e velocità del vento, temperatura e pressione atmosferica o campi tridimensionali prodotti da modelli meteorologici prognostici quali ad esempio MM5, WRF, RAMS, COSMO. Algoritmi specifici trattano la dinamica atmosferica sopra superfici marine o lacustri e la loro interfaccia con le superfici terrestri.

## 4.2 Calpuff

CALPUFF (Version 7.2.1, Level 150816) (Scire J.S. et Al., 2000(b)), sviluppato dalla società statunitense TRC (<http://www.src.com/>), è un modello lagrangiano a puff non stazionario che simula i processi di trasporto, dispersione, deposizione secca e umida e trasformazione chimica cui sono sottoposte le emissioni continue di sbuffi (puff) d'inquinante rilasciate in atmosfera da una o più sorgenti.

Al variare di direzione ed intensità del vento nel tempo e nello spazio, la traiettoria di ogni puff cambia in modo da seguire la nuova direzione del vento in quel punto del dominio tridimensionale. La diffusione dei puff è gaussiana, inizialmente funzione della distanza dalla sorgente e successivamente funzione del

tempo (in modo che ad un eventuale riavvicinamento dell'inquinante verso la sorgente, in seguito ad un'inversione della direzione del vento, non segua una contrazione del puff).

La concentrazione stimata in un dato recettore è data dalla somma dei contributi di tutti i puff sufficientemente vicini a questo. La garanzia della corretta riproduzione del pennacchio inquinante è data dall'elevato numero di puff rilasciati ogni ora, numero calcolato dal modello in funzione delle caratteristiche meteorologiche dell'ora. La trattazione di calme di vento è gestita internamente dal modello con appositi algoritmi, consistenti con il modello concettuale in cui le emissioni contemporanee alla calma di vento salgono virtualmente sulla verticale della sorgente, e quelle preesistenti ristagnano sulla loro posizione, tutte disperdendosi in funzione del tempo (si assume cioè che il vento sia assente o sbandieri attorno ad una media nulla).

Il calcolo delle componenti della turbolenza atmosferica ( $\sigma_{yt}$  e  $\sigma_{zt}$ ) è espletato mediante parametri di turbolenza ( $\sigma_v$  e  $\sigma_w$ ) calcolati tramite i campi di CALMET delle variabili micrometeorologiche ( $L$ ,  $u^*$ ,  $w^*$ , ecc.). Appositi algoritmi trattano la dispersione al di sopra di superfici coperte da acqua (mari e laghi), e all'interfaccia terra-mare. L'interazione tra orografia e puff, oltre che nell'informazione contenuta nel campo di vento generato da CALMET (che presenta nei livelli prossimi al suolo gli effetti dovuti alle strutture orografiche principali), avviene attraverso la metodologia "partial plume path adjustment", che riduce l'altezza del puff sul suolo in funzione della classe di stabilità atmosferica, della quota del terreno in relazione alla base della sorgente e dell'altezza originale del puff stesso.

Oltre alla trattazione d'inquinanti inerti, CALPUFF include differenti schemi chimici per la ricostruzione delle deposizioni acide, per l'evoluzione degli ossidi d'azoto, per la riproduzione delle catene di decadimento radioattivo.

Appositi algoritmi trattano la deposizione per via secca (secondo l'approccio classico di modello a resistenze) e per via umida (caratterizzando ogni sostanza secondo un parametro di rimozione umida "wet scavenging").

### 4.3 Validazione dello strumento modellistico

I codici di calcolo selezionati per le valutazioni modellistiche del presente studio CALMET e CALPUFF sono sviluppati da soggetti terzi e sono stati, e sono costantemente, oggetto di numerosi test finalizzati alla loro validazione, ovvero alla loro capacità di riprodurre correttamente un corrispondente set di dati misurati. Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche validazioni facilmente reperibili sul web.

La capacità di questi modelli di rappresentare adeguatamente, nei limiti dell'attuale stato dell'arte, i fenomeni per cui sono stati realizzati, e quindi della loro adeguatezza per le finalità del presente studio, è testimoniata dalla loro inclusione nelle linee guida nazionali ed in quelle di numerosi stati esteri, nonché dalla diffusione del loro utilizzo in studi analoghi in Italia ed all'estero.

## 4.4 Setup dello strumento modellistico

### 4.4.1 Dominio di calcolo

La simulazione modellistica è stata condotta ricostruendo i campi meteorologici orari per il triennio 2013-2015. Il dominio di calcolo dello studio come mostrato in Figura 4.4.1 è costituito da due griglie innestate:

- la prima “esterna”, nel seguito indicata con la sigla “G1”, finalizzata alla ricostruzione della circolazione a meso-scala;
- la seconda “interna”, nel seguito indicata con la sigla “G2”, finalizzata alla ricostruzione di dettaglio del territorio.

Entrambe le griglie adottano, come sistema di riferimento, la proiezione universale trasversa di Mercatore (UTM, fuso 33 Nord) associato al sistema geodetico WGS-84.

Le griglie G1 e G2 sono completamente definite dai seguenti dati:

- Griglia G1:
  - Coordinate angolo SW: 370'500 m E, 4'183'000 m N
  - Numero di celle: 16 in direzione N-S, 16 in direzione W-E
  - Dimensione di cella: 2'500 x 2'500 m<sup>2</sup>
- Griglia G2:
  - Coordinate angolo SW: 380'500 m E, 4'193'000 m N
  - Numero di celle: 40 in direzione N-S, 40 in direzione W-E
  - Dimensione di cella: 500 x 500 m<sup>2</sup>
- Livelli verticali (per entrambe le griglie):
  - Numero: 10
  - Quota delle facce: 0, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1'200, 2'000, 3'000, 4'000 m s.l.s.
  - Quota di centro: 10, 30, 60, 120, 240, 480, 920, 1'600, 2'500, 3'500 m s.l.s.

La ricostruzione del campo meteorologico ottenuta mediante la catena WRF–CALMET è stata quindi utilizzata come driver per il modello dispersivo CALPUFF.

Per il modello CALPUFF è stato adottato un dominio computazionale coincidente con la griglia G1, al cui interno sono state definite due griglie regolari di recettori. La prima è una griglia di 16 x 16 punti a maglia di 2.5 km, ovvero 256 recettori, che coprono l'area di 40 x 40 km<sup>2</sup> dell'intero dominio computazionale G1. La seconda è una griglia di 36 x 36 punti a maglia di 500 m, ovvero 1'296 recettori (parzialmente sovrapposti ai precedenti) che coprono un'area di 18 x 18 km<sup>2</sup> compresa nella griglia G2 del modello CALMET (Figura 4.4.1).

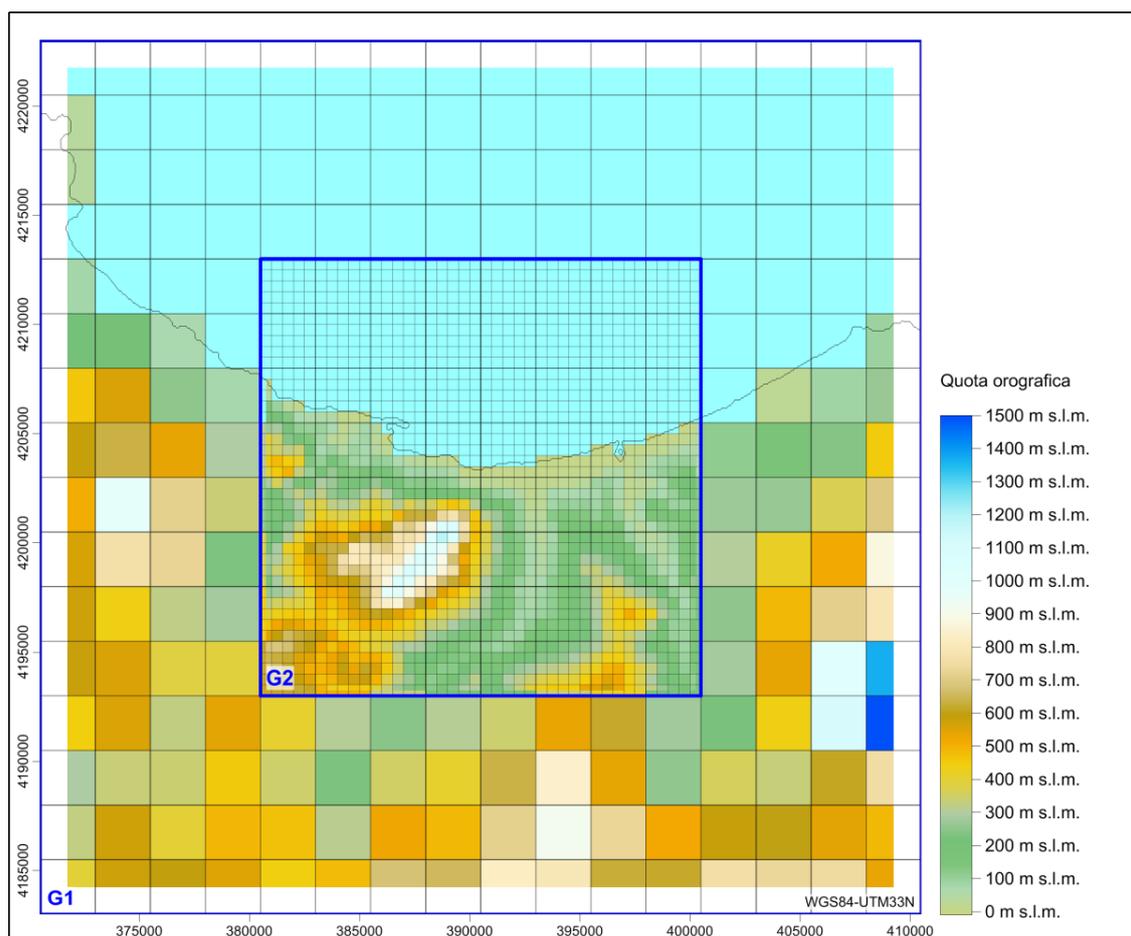
#### 4.4.1.1 Banche dati

##### 4.4.1.1.1 Orografia

Per definire il modello orografico dell'area in esame, ovvero la quota media sul livello del mare di ogni cella del dominio di calcolo, è stato fatto uso dei dati derivanti dal database globale SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) GL1 v3.0 avente risoluzione di 3 secondi d'arco (circa 90 m). La missione SRTM, condotta dalle agenzie statunitensi NIMA (National Imagery and Mapping Agency) e NASA (National Aeronautics and Space Administration), ha utilizzato sistemi radar appositamente installati a bordo dello Space Shuttle Endeavour.

Sulla base dei dati SRTM è stata quindi associata, per mezzo del pre-processore TERREL (v7.0, Level 141010), una quota orografica media ad ogni cella di ciascuno dei domini di calcolo definiti al paragrafo 4.4.1.

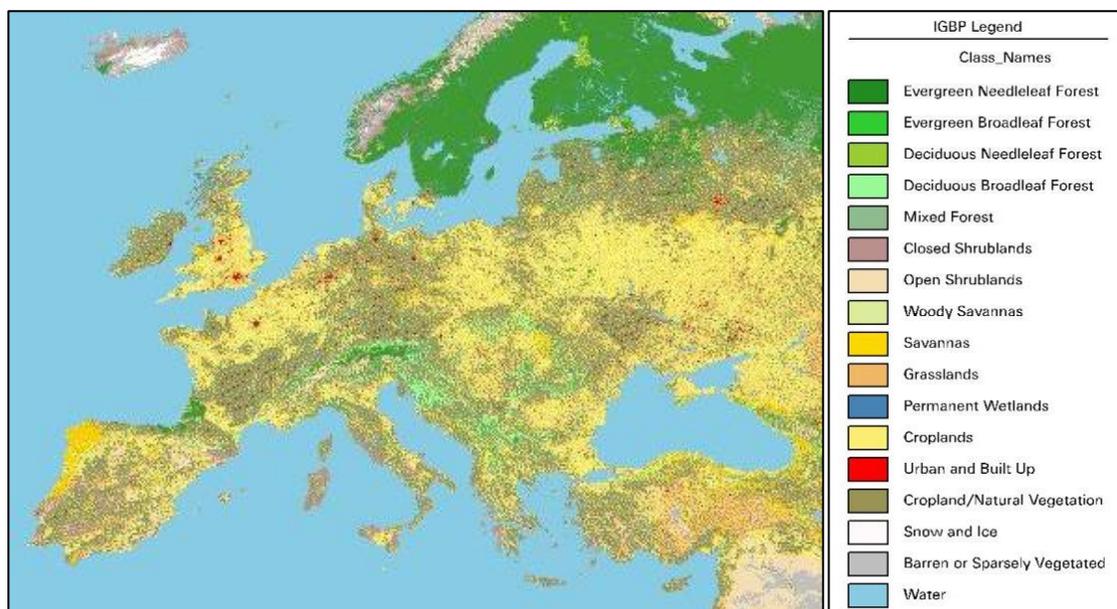
In Figura 4.4.1 è rappresentato graficamente l'output del pre-processore TERREL.



**Figura 4.4.1 – Domini di calcolo (G1 e G2), griglie recettori (2.5 km e 500 m) e Quota orografica alla risoluzione del modello meteorologico CALMET**

#### 4.4.1.1.2 Uso del suolo

Per definire lo stato di uso del suolo con cui caratterizzare i parametri che, insieme alla quota, definiscono lo stato fisico di ciascuna cella del modello (z0, albedo, Bowen ratio, Soil Heat Flux, Anthropogenic Heat Flux, Leaf Area Index), è stato fatto uso dei dati derivati dal progetto Global Land Cover Characterization (GLCC) con risoluzione di 30 secondi d'arco (~1 km) sviluppato congiuntamente da "U.S. Geological Survey's" (USGS), "National Center for Earth Resources Observation and Science" (EROS), "University of Nebraska-Lincoln" (UNL) e "Joint Research Centre of the European Commission" (Figura 4.4.2).



**Figura 4.4.2 – Global Land Cover Characterization (GLCC)**

Per ogni cella di ciascun dominio dell'area di studio (definiti al paragrafo 4.4.1) sono state derivate, per mezzo del pre-processore CTGPROC (v7.0, Level 150211), le percentuali di occupazione delle differenti classi USGS (38 categorie, secondo il Livello II del sistema "U.S. Geological Survey Land Use Classification System"), con variazione stagionale dei parametri fisiografici.

Il modello CALMET definisce un sistema costituito da 14 categorie di uso del suolo, basato sul sistema "U.S. Geological Survey Land Use Classification System" (Tabella 4.4.1). Per ogni categoria CALMET è stato definito un valore medio stagionale di ciascun parametro fisiografico.

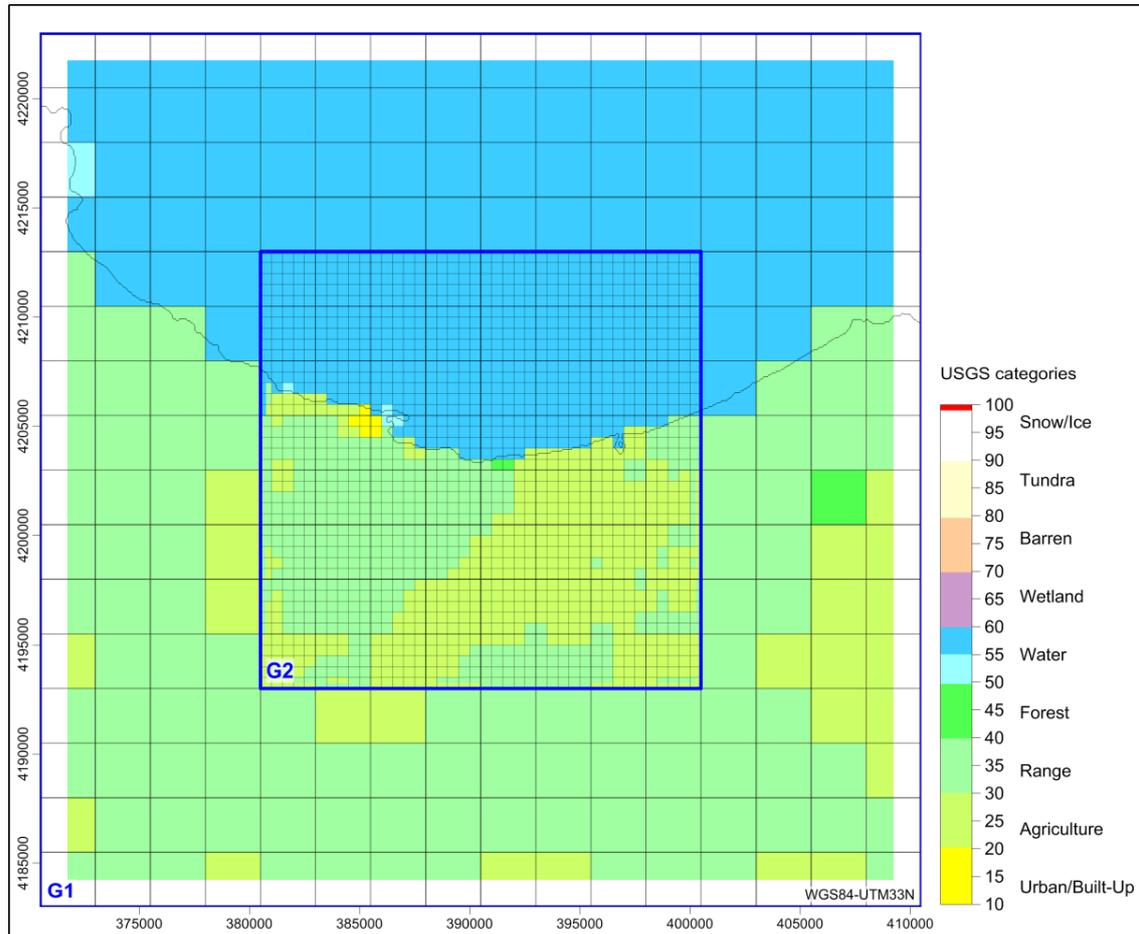
Ad ogni categoria di uso del suolo USGS (come detto, 38 categorie) è stata associata una categoria del sistema di classificazione in uso da CALMET (come detto, 14 categorie), secondo la corrispondenza riportata in Tabella 4.4.2.

Infine, tramite il pre-processore MAKEGEO (v3.2, Level 110401), ad ogni cella sono stati attribuiti i parametri fisiografici stagionali ottenuti come media dei parametri associati a ciascuna classe di uso del suolo ricadente nella cella, pesata sulla percentuale di copertura di ogni classe sul totale dell'area della cella stessa.

In Figura 4.4.3 è riportata, per ogni cella dei domini di calcolo CALMET, la categoria di uso del suolo prevalente assegnata dal pre-processore MAKEGEO.

**Tabella 4.4.1 – Categorie di uso del suolo adottate dal modello CALMET**

CALMET Land Use Categories	
10	Urban or Built-up Land
20	Agricultural Land – Unirrigated
-20	Agricultural Land – Irrigated
30	Rangeland
40	Forest Land
51	Water
54	Small Water Body
55	Large Water Body
60	Wetland
61	Forested Wetland
62	Nonforested Wetland
70	Barren Land
80	Tundra
90	Perennial Snow or Ice



**Figura 4.4.3 – Classe prevalente di uso del suolo  
alla risoluzione del modello meteorologico CALMET (elaborazione da fonte: USGS Global)**

**Tabella 4.4.2 – Assegnazione valori da categorie USGS a categorie di uso del suolo CALMET**

USGS Category Level I		USGS Category Level II		CALMET Category
10	Urban or Built-up Land	11	Residential	10
		12	Commercial and Services	10
		13	Industrial	10
		14	Transportation, Communications and Utilities	10
		15	Industrial and Commercial Complexes	10
		16	Mixed Urban or Built-up Land	10
		17	Other Urban or Built-up Land	10
20	Agricultural Land	21	Cropland and Pasture	20
		22	Orchards, Groves, Vineyards, Nurseries, and Ornamental Horticultural Areas	20
		23	Confined Feeding Operations	20
		24	Other Agricultural Land	20
30	Rangeland	31	Herbaceous Rangeland	30
		32	Shrub and Brush Rangeland	30
		33	Mixed Rangeland	30
40	Forest Land	41	Deciduous Forest Land	40
		42	Evergreen Forest Land	40
		43	Mixed Forest Land	40
50	Water	51	Streams and Canals	51
		52	Lakes	51
		53	Reservoirs	51
		54	Bays and Estuaries	54
		55	Oceans and Seas	55
60	Wetland	61	Forested Wetland	61
		62	Non forested Wetland	62
70	Barren Land	71	Dry Salt Flats	70
		72	Beaches	70
		73	Sandy Areas Other than Beaches	70
		74	Bare Exposed Rock	70
		75	Strip Mines, Quarries, and Gravel Pits	70
		76	Transitional Areas	70
		77	Mixed Barren Land	70
80	Tundra	81	Shrub and Brush Tundra	80
		82	Herbaceous Tundra	80
		83	Bare Ground Tundra	80
		84	Wet Tundra	80
		85	Mixed Tundra	80
90	Perennial Snow or Ice	91	Perennial Snowfields	90
		92	Glaciers	90

#### 4.4.1.2 Sostanze considerate

Le sostanze considerate in emissione dalla Centrale “Ettore Majorana” di Termini Imerese nello scenario “autorizzato”, in quello di “rifacimento” e “upgrade” sono gli ossidi totali di azoto (NO<sub>x</sub>) ed il monossido di carbonio (CO), alle quali si aggiunge nello scenario di “upgrade” l’ammoniaca (NH<sub>3</sub>).

In nessuno degli scenari è prevista l'emissione di particolato primario, nelle simulazioni quindi si tiene conto del solo particolato secondario (SPM) frutto della trasformazione dei precursori gassosi,  $\text{NO}_x$  in nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ) e  $\text{NH}_3$  in ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

#### 4.4.1.3 Schemi chimici

Le emissioni di ossidi di azoto sono inizialmente costituite quasi interamente da monossido di azoto ( $\text{NO}$ ). Al fine di tenere conto dei processi di trasformazione di  $\text{NO}$  in biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), è stato utilizzato lo schema RIVAD/ARM3 (Morris et al., 1988) che include sette specie d'inquinanti ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) ed implementa l'ossidazione del monossido di azoto ad opera dell'ozono ( $\text{O}_3$ ) e la fotodissociazione diurna del biossido di azoto in monossido di azoto ed ozono.

Lo schema RIVAD/ARM3 consente quindi di considerare anche la componente del particolato secondario composta dai nitrati ( $\text{NO}_3$ ) prodotti a partire dalle emissioni di ossidi di azoto. L'algoritmo non è invece in grado di considerare la trasformazione di  $\text{NH}_3$  in ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) che, come detto, costituisce un'ulteriore frazione del particolato secondario. Ai fini del presente studio tale contributo è stato calcolato con un approccio notevolmente cautelativo, considerando la completa trasformazione di  $\text{NH}_3$  in ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) all'interno del dominio di calcolo. Tale assunzione comporta una sovrastima dell'ammonio prodotto all'interno del dominio, e quindi delle concentrazioni di particolato secondario previste. Nella realtà il processo di trasformazione di  $\text{NH}_3$  in ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) è graduale e dipende da una molteplicità di fattori, non ultima dalla capacità reattiva dell'atmosfera, con reazioni chimiche che richiedono un certo tempo di residenza in aria affinché possano avere luogo con una produzione di  $\text{NH}_4^+$ . Durante tale tempo la massa d'aria è progressivamente trasportata in aree lontane dall'emissione (in dipendenza dell'intensità del vento) e diluita per effetto della turbolenza atmosferica. In generale, dati sperimentali presenti in letteratura (ad es. "Air Pollution Effects on Biodiversity", J.R. Barker, D.T. Tingey) consentono di valutare che affinché la trasformazione di  $\text{NH}_3$  in ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) abbia un buon grado di completamento siano necessari tempi di residenza di circa un'ora.

Per implementare correttamente lo schema RIVAD/ARM3, sono state fornite al codice CALPUFF le concentrazioni medie orarie in aria ambiente di ozono misurate, nel corso del periodo di interesse, presso alcune postazioni dislocate sull'intero territorio nazionale. Tali dati di concentrazione sono stati estratti dal servizio "Air Quality e-Reporting" di EEA (European Environment Agency, [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)). Nello specifico, sono stati estratti tutti i dati orari di concentrazione di ozono presenti nel Database, aggiornato al 23 Novembre 2017, relativi a stazioni di fondo rurale, ovvero localizzate in contesti lontani da specifici e locali fonti di inquinamento.

Fanno eccezione le postazioni afferenti alla regione Sicilia, ancora non presenti nel Database EEA, i cui dati relativi a due postazioni di fondo urbano sono stati ricavati dal servizio di fornitura dei dati annuali di ARPA Sicilia ([www.arpa.sicilia.it](http://www.arpa.sicilia.it)).

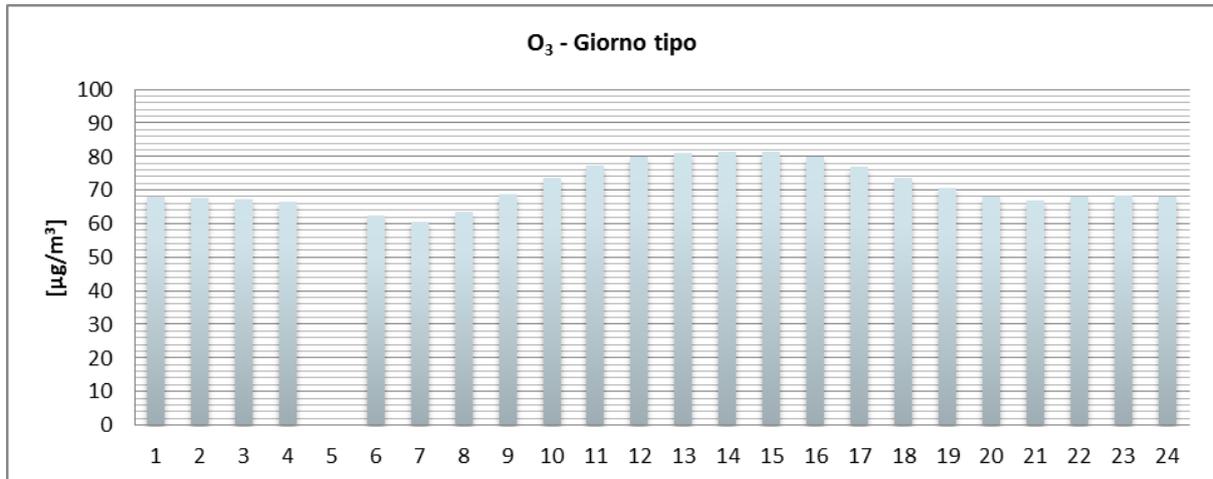
In Figura 4.4.4 è riportata la localizzazione geografica delle 55 postazioni selezionate in base a rappresentatività e completezza dei dati nel periodo di interesse. Il codice modellistico CALPUFF è

strutturato in modo da utilizzare, per ognuna delle ore della simulazione, le informazioni valide relative alla postazione maggiormente prossima a ciascuno dei “puff” emessi. Vista la natura regionale dell’inquinante ed il ruolo di tali dati nel modello, è possibile ritenere che il data set implementato sia rappresentativo dell’andamento della concentrazione di ozono per il sito in esame.

In Figura 4.4.5 è riportato l’andamento del giorno medio di ozono nel periodo in esame relativo alla postazione più vicina alla centrale Enel “Ettore Majorana” di Termini Imerese, che risulta essere quella omonima “Termini Imerese”, localizzata a 6 km in direzione ONO dalla Centrale (longitudine 13.683, latitudine 37.983, quota di 101 m s.l.m.).



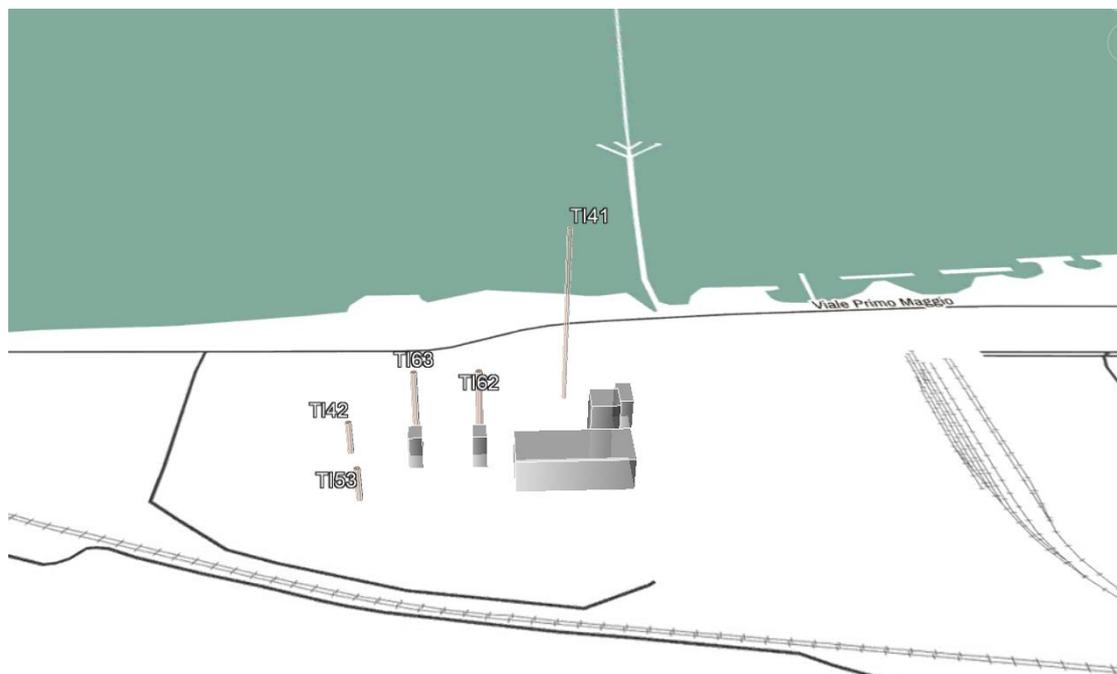
**Figura 4.4.4 – Localizzazione delle postazioni di ozono utilizzate ai fini modellistici (WGS84-UTM32)**



**Figura 4.4.5 – Andamento giornaliero medio delle concentrazioni di ozono nella postazione Termini Imerese**

#### 4.4.1.4 Effetto Building Downwash

La valutazione dell'effetto "Building Downwash" è stata condotta applicando la metodologia di riferimento, sviluppata dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (US-EPA), "Good Engineering Practice stack height and Building guidance" al layout di impianto. In Figura 4.4.6 sono visualizzate le ciminiere e le circostanti strutture di altezza potenzialmente interferente.



**Figura 4.4.6 – Rappresentazione ai fini dell'effetto "building downwash" delle strutture di interesse in prossimità dei punti di emissione convogliata (© OpenStreetMap contributors)**

#### 4.4.2 Analisi meteorologica

##### 4.4.2.1 Selezione della stazione meteorologiche di confronto

Al fine di valutare la coerenza della meteorologia prodotta dalla catena modellistica è stata selezionata la stazione meteorologica di Palermo Punta Raisi come rappresentativa della meteorologia dell'area in esame. La localizzazione e le principali caratteristiche della stazione sono riportate in Tabella 4.4.3 e Figura 4.4.7. Nel seguito si presenta l'analisi e il confronto rispetto all'output della catena modellistica dei principali parametri meteorologici.

**Tabella 4.4.3 – Localizzazione della stazione meteo locale**

Fonte	Nome	Coordinate geografiche (WGS84)		Quota m s.l.m.	Dist. C.le km
		Longitudine	Latitudine		
Aeronautica Militare	Palermo Punta Raisi (LICJ)	13.10	38.18	34	62



**Figura 4.4.7 – Localizzazione della stazione meteo di Palermo Punta Raisi (LICJ)**

##### 4.4.2.2 Confronto modello con misure meteorologiche

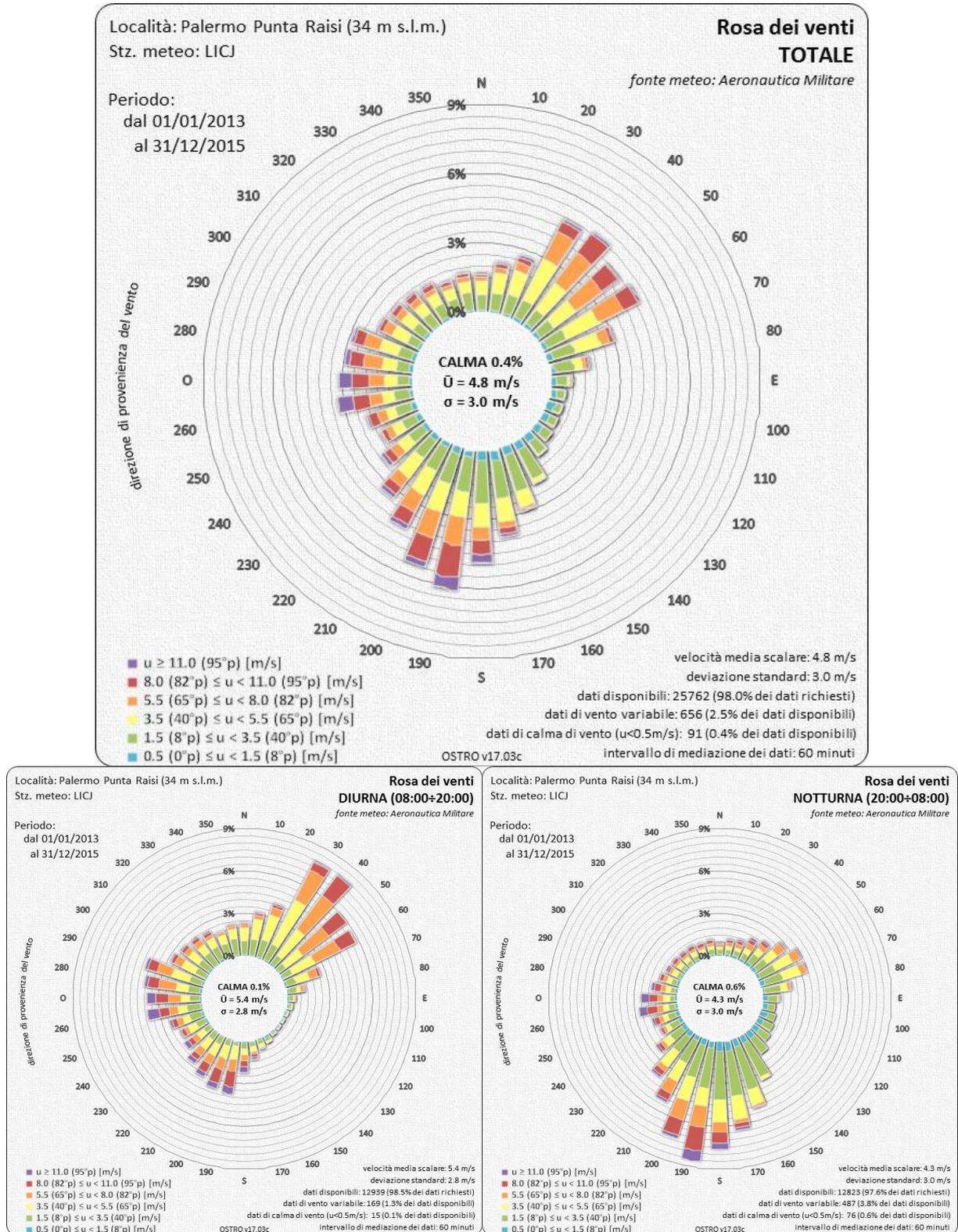
La valutazione della rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli è stata effettuata mediante il confronto tra i principali parametri meteorologici derivati da locali stazioni di misura e corrispondente ricostruzione modellistica.

Nella Figura 4.4.8 e nella Figura 4.4.9, sono riportate le rose dei venti totali, diurne e notturne dei dati misurati nella stazione di Palermo Punta Raisi e quelli stimati dal modello WRF in corrispondenza della stessa, nel triennio 2013-2015. Il confronto tra i dati misurati e le stime modellistiche è soddisfacente, con entrambe le rose dei venti totali che mettono in evidenza tre settori prevalenti di provenienza delle masse d'aria NE, SSW e W. L'intensità del vento stimata dal sistema modellistico risulta mediamente leggermente più alta di quella misurata, 5.8 m/s contro i 4.8 m/s. L'analisi delle rose diurne e notturne, mostra la circolazione delle brezze di terra e di mare, con l'accentuarsi delle provenienze delle masse d'aria da NE di giorno e quella da SW di notte. Tale circolazione è evidente sia nelle rose dei dati sperimentali, che in quelle dei dati stimati dal modello.

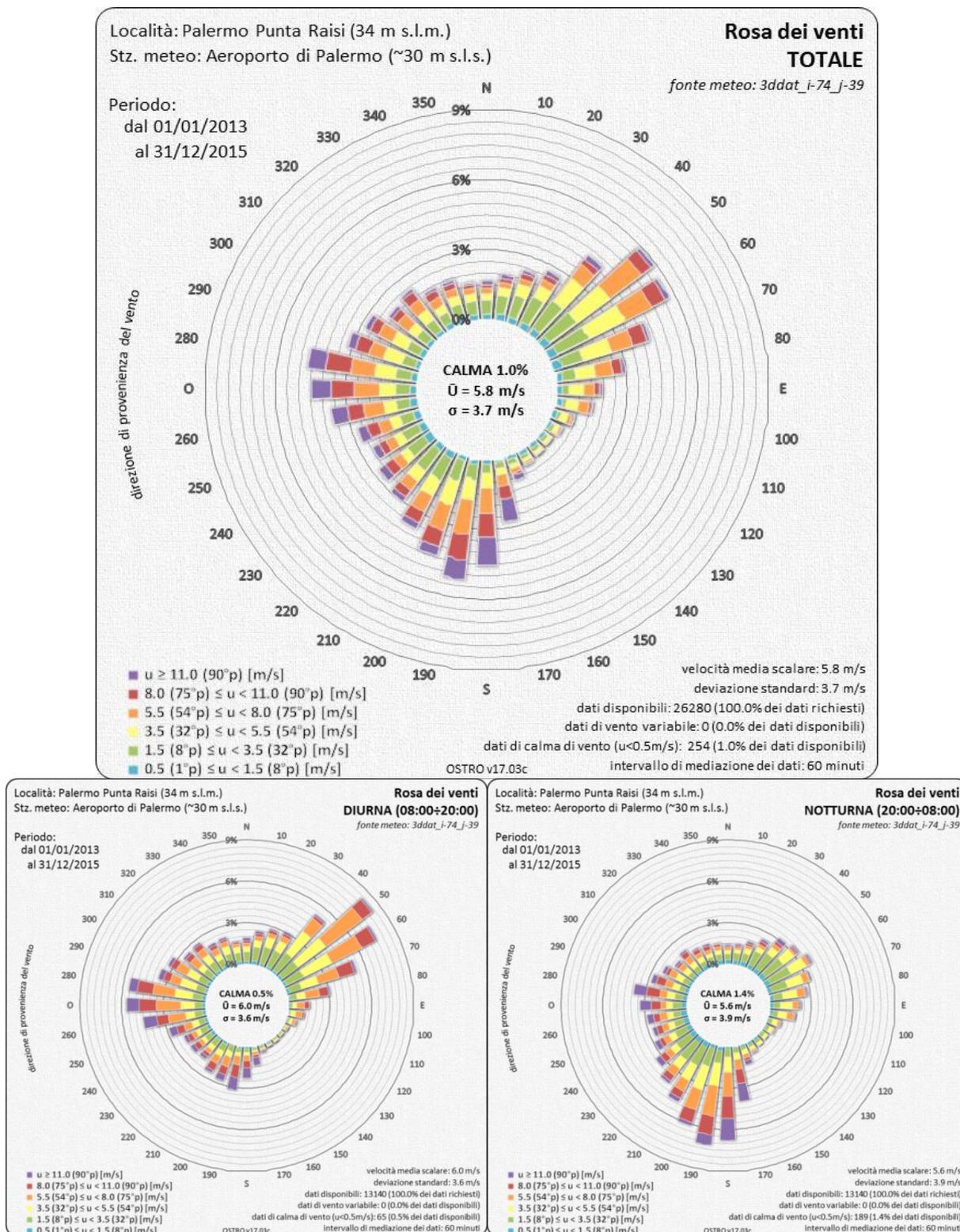
Anche il confronto delle rose stagionali (Figura 4.4.10 e Figura 4.4.11) relative ai dati sperimentali e quelli stimati dal modello è soddisfacente. In questa analisi temporale, coerentemente con quanto è lecito attendersi in un sito costiero, si riscontrano una prevalenza delle provenienze dei venti da terra nelle stagioni fredde e dal mare in quelle calde.

Nella Tabella 4.4.4, nella Tabella 4.4.5, nella Figura 4.4.12 e nella Figura 4.4.13, sono riportati gli andamenti termici dei dati misurati nella stazione di Palermo-Punta Raisi e quelli stimati dal modello WRF in corrispondenza della stessa, nel triennio 2013-2015. Il confronto tra i dati misurati e le stime modellistiche è soddisfacente, con l'andamento medio mensile che risulta praticamente sovrapponibile. I valori estremi, come è normale attendersi, sono più accentuati nei valori sperimentali, minima assoluta -3 °C e massima assoluta 38 °C, contro i valori di 2.7 °C e 32.8 °C stimati per via modellistica. Le differenze di circa 5 °C, riscontrate sui valori assoluti, vanno però diminuendo fino a 2-3 °C se si confrontano le medie dei minimi e dei massimi, per arrivare al valore medio del triennio che differisce per meno di 0.2 °C (18.77 contro 18.59 °C).

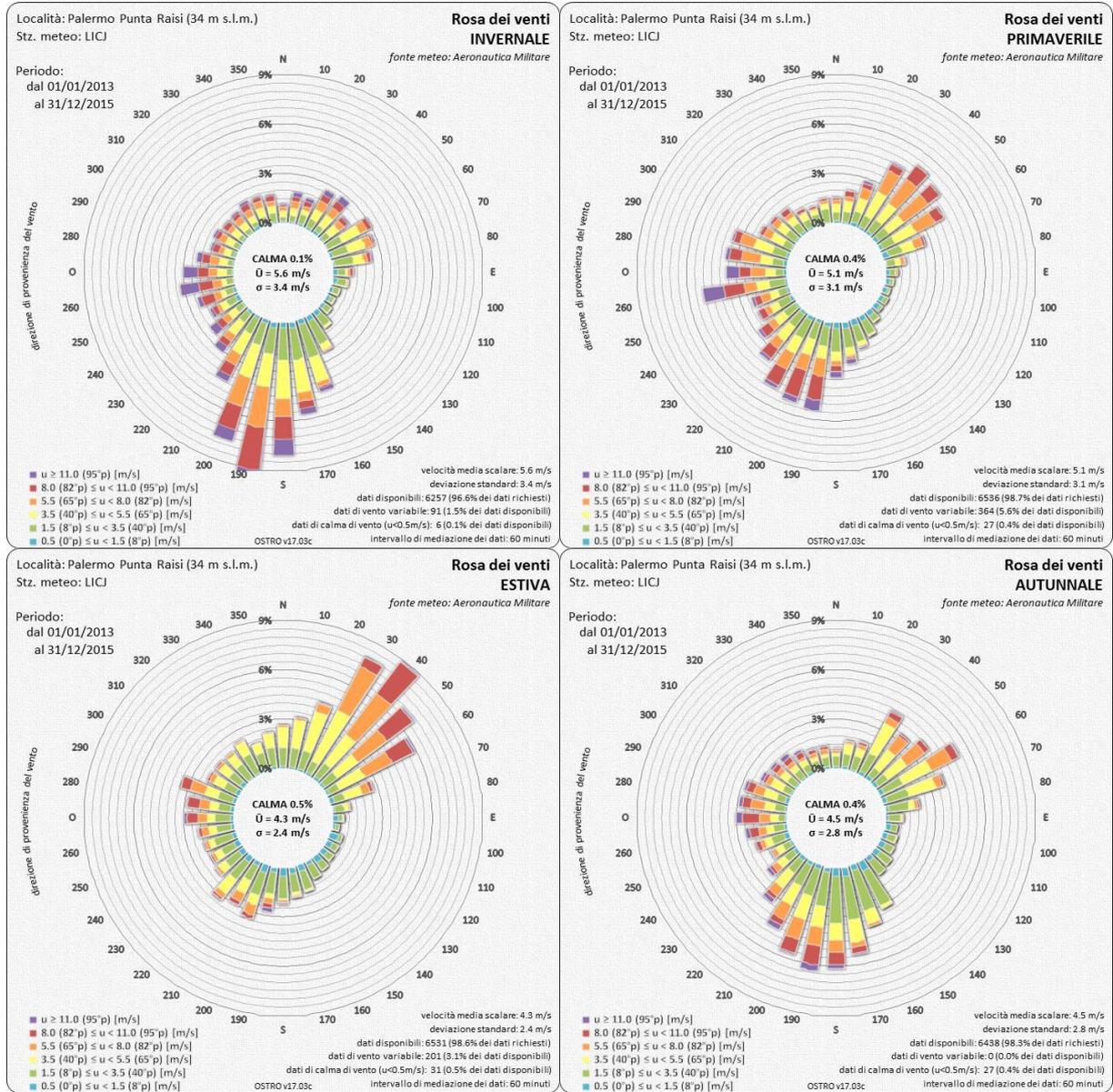
In generale, quindi, l'analisi condotta permette di affermare che la ricostruzione modellistica appare adeguata a rappresentare con opportuna confidenza le principali variabili meteorologiche che governano la dispersione in atmosfera.



**Figura 4.4.8 – Dati stazione meteo Palermo Punta Raisi. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati misurati nel periodo 2013-2015.**



**Figura 4.4.9 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Palermo Punta Raisi. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati stimati nel periodo 2013-2015.**



**Figura 4.4.10 – Dati stazione meteo Palermo Punta Raisi. Rose dei venti stagionali. Dati misurati nel periodo 2013-2015.**

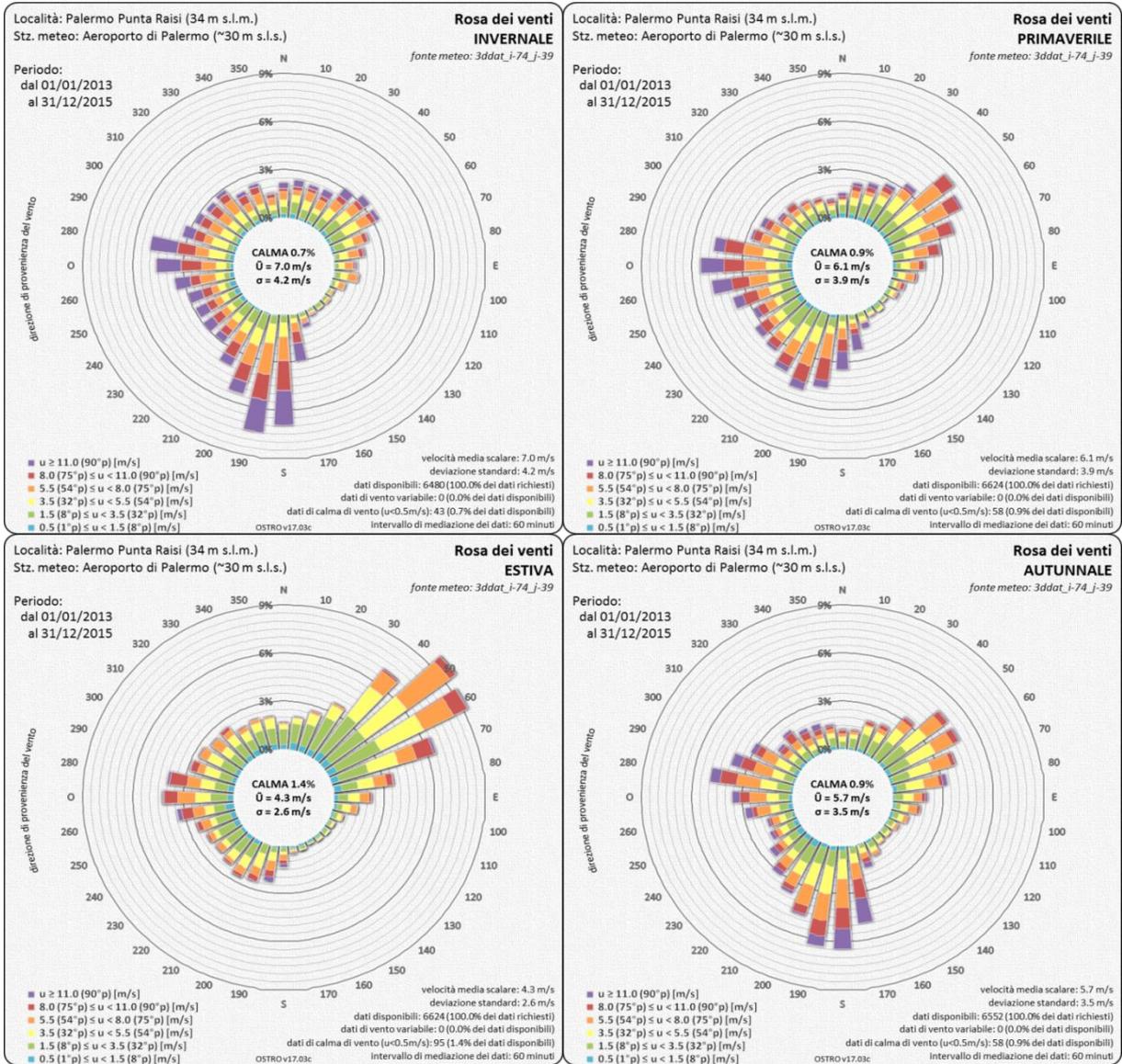
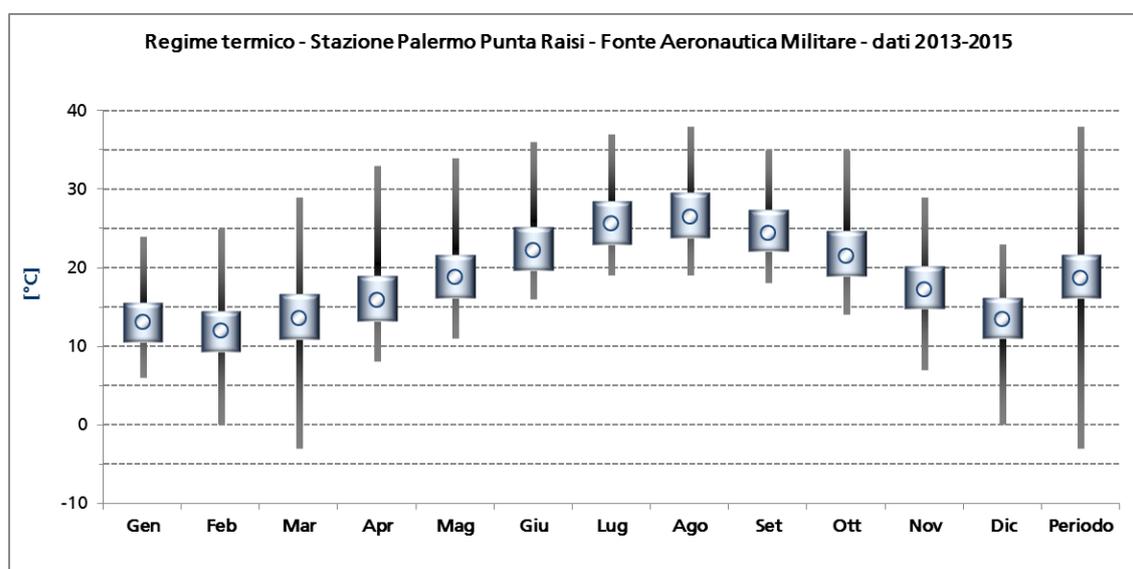


Figura 4.4.11 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Palermo Punta Raisi. Rose dei venti stagionali. Dati stimati nel periodo 2013-2015.

**Tabella 4.4.4 – Temperature stazione di Palermo Punta Raisi (fonte Aeronautica Militare).  
Periodo 2013-2015**

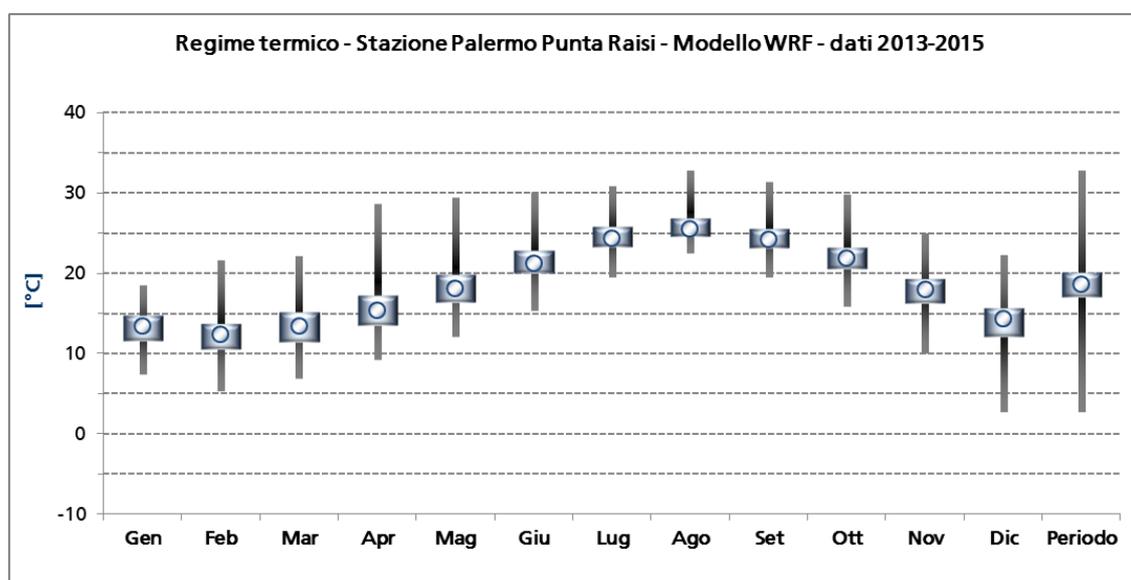
Regime termico - Stazione Palermo Punta Raisi- Fonte Aeronautica Militare - dati 2013-2015													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Disponibilità	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Massima	24.0	25.0	29.0	33.0	34.0	36.0	37.0	38.0	35.0	35.0	29.0	23.0	38.0
Media massima	15.5	14.5	16.6	19.0	21.6	25.2	28.5	29.5	27.3	24.7	20.2	16.2	21.6
Media	13.1	12.0	13.6	15.9	18.8	22.2	25.7	26.5	24.5	21.5	17.3	13.5	18.8
Media minima	10.6	9.3	10.9	13.2	16.2	19.7	23.0	23.8	22.1	18.9	14.8	11.0	16.2
Minima	6.0	0.0	-3.0	8.0	11.0	16.0	19.0	19.0	18.0	14.0	7.0	0.0	-3.0



**Figura 4.4.12 – Andamento termico stazione di Palermo Punta Raisi (fonte Aeronautica Militare).  
Periodo 2013-2015.**

**Tabella 4.4.5 – Temperature stimate nella stazione di Palermo Punta Raisi (WRF).  
Periodo 2013-2015**

Regime termico - Stazione Palermo Punta Raisi WRF - dati 2013-2015													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Disponibilità	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Massima	18.6	21.6	22.2	28.7	29.5	30.1	30.9	32.8	31.4	29.9	25.1	22.3	32.8
Media massima	14.7	13.7	15.1	17.2	19.8	22.8	25.7	26.8	25.5	23.2	19.2	15.6	20.0
Media	13.4	12.4	13.4	15.4	18.1	21.2	24.4	25.6	24.3	21.9	18.0	14.4	18.6
Media minima	11.6	10.6	11.4	13.5	16.4	20.0	23.3	24.6	23.2	20.6	16.3	12.1	17.0
Minima	7.4	5.3	6.9	9.2	12.1	15.3	19.5	22.4	19.5	15.8	9.9	2.7	2.7



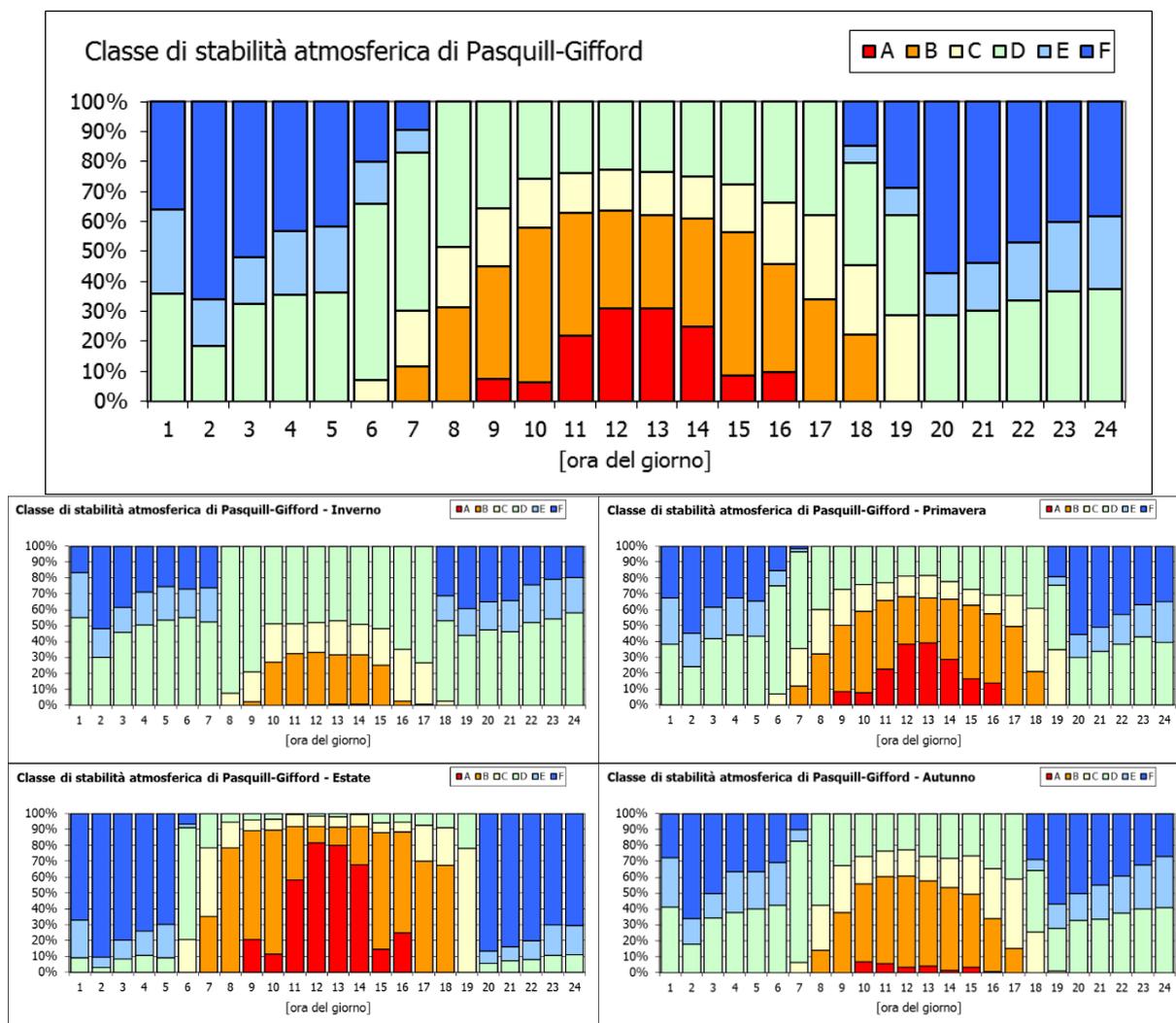
**Figura 4.4.13 – Andamento termico stimato nella stazione di Palermo Punta Raisi (WRF).  
Periodo 2013-2015.**

#### 4.4.2.3 Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area

La Figura 4.4.14 riporta, per il triennio 2013-2015, la distribuzione nelle ore del giorno della classe di stabilità atmosferica secondo la classificazione di Pasquill-Gifford, su base annuale e stagionale. I valori orari analizzati sono estratti dai campi prodotti dal modello CALMET in corrispondenza dell'impianto. Si evidenzia l'effetto mitigante del mare e quello della sostenuta circolazione atmosferica che accentuano la frequenza della classe "D" neutra a scapito delle classi più stabili, durante le ore notturne, e di quelle più instabili di giorno. Tale comportamento è tipico dei siti costieri dove avviene la transizione tra le caratteristiche dell'atmosfera di ambienti marini e di quelle terrestri.

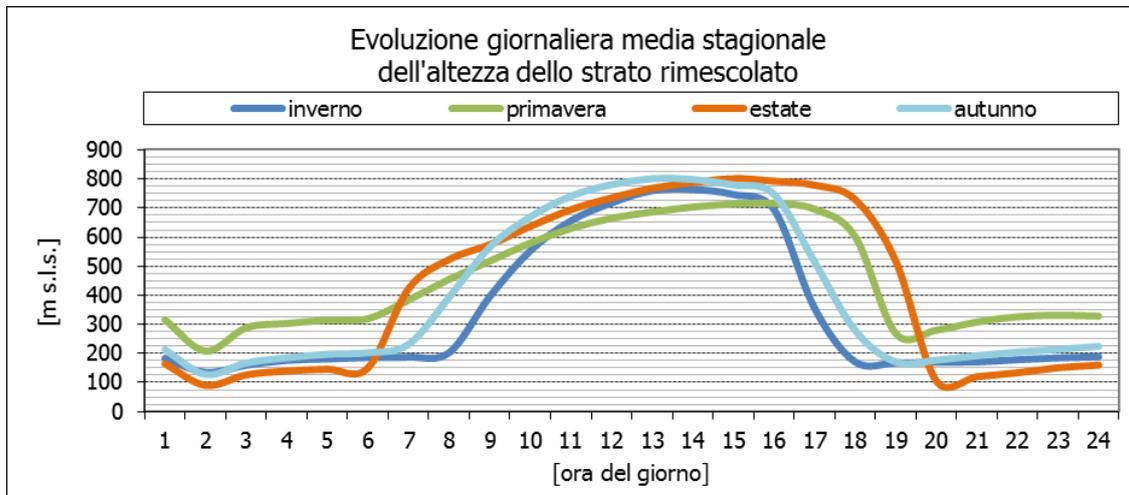
L'analisi stagionale mette in evidenza però come tale effetto si verifichi principalmente nelle stagioni fredde, infatti in quelle calde risulta meno evidente, fino quasi a sparire nella stagione estiva. Se si analizza infatti la distribuzione estiva è evidente come le situazioni di neutralità (classe "D" + "C") risultano rilevanti solo nelle fasi di transizione notte/giorno (ore 6-7) e giorno/notte (ore 19), mentre di

giorno si ha chiaramente una prevalenza di situazioni instabili (classi "A" + "B") che nel centro della giornata si attestano intorno al 90% e di notte di quelle stabili (classi "E" + "F") anch'esse intorno al 90%.



**Figura 4.4.14 – Distribuzioni orarie della classe di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford calcolate su base annuale e stagionale. Periodo 2013-2015. Valori orari estratti dal modello Calmet in corrispondenza della centrale.**

La Figura 4.4.15 sintetizza gli andamenti medi nel giorno, per ogni stagione dell'anno, dell'altezza dello strato rimescolato, anch'essi calcolati a partire dai campi orari prodotti dal modello Calmet in corrispondenza della centrale, sempre per il triennio 2013-2015. Anche tale parametro evidenzia la natura costiera del sito con uno sviluppo verticale dell'altezza dello strato rimescolato ridotto, rispetto all'entroterra, per effetto della prossimità del mare.



**Figura 4.4.15 – Evoluzione giornaliera media dell’altezza dello strato rimescolato calcolata su base stagionale. Periodo 2013-2015. Valori orari estratti dal modello Calmet in corrispondenza della centrale.**

#### 4.4.3 Scenari emissivi

L’input emissivo è costituito dalle sorgenti puntuali a rappresentazione della emissione dei fumi di combustione dalle sezioni di uscita dei camini di *by-pass* dei turbogas.

Per la definizione dei parametri di input del modello si è fatto uso delle grandezze riportate nelle Tabella 2.1, Tabella 2.2, Tabella 2.3 e Tabella 2.4. Sono quindi stati definiti tre scenari:

- Scenario “autorizzato”: emissione dalle unità esistenti TI41 (autorizzata per 1.000 ore/anno), TI42 e TI53 (autorizzate per 1.500 ore/anno), TI62, TI63.
- Scenario in “rifacimento”: emissione dalle unità esistenti TI41 (autorizzata per 1.000 ore/anno), TI62 e TI63 e dalle unità oggetto di rifacimento TI42-r e TI53-r (in autorizzazione per 4.150 ore/anno).
- Scenario di “upgrade”: emissione dalle unità esistenti TI41 (autorizzata per 1.000 ore/anno), dalle unità oggetto di rifacimento TI42-r e TI53-r (in autorizzazione per 4.150 ore/anno) e dalle unità con le parti calde sostituite TI62-up, TI63-up (performance attese per 8.760 ore/anno).

A titolo cautelativo, le unità sono state considerate, per tutti gli scenari e per l’intera durata della simulazione, esercite a carico nominale costante con concentrazioni pari ai valori limite riportati nelle Tabella 2.2, Tabella 2.3 e Tabella 2.4. La stima dell’ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ) quale componente del particolato secondario è stata calcolata ipotizzando la conversione istantanea dell’ammoniaca  $\text{NH}_3$  emessa dalla centrale. Questa assunzione è fortemente cautelativa poiché il rateo di conversione da  $\text{NH}_3$  a  $\text{NH}_4^+$  è tale che solo una modesta frazione della massa di ammoniaca emessa potrà essere trasformata in ammonio all’interno dell’area di studio. La gran parte sarà trasportata in aree lontane, efficacemente diluita e dispersa prima di essere trasformata.

L'assunzione del carico nominale costante per tutta la durata della simulazione alle concentrazioni autorizzate/proposte consentono di ritenere cautelative le stime ottenute dalla simulazione, in particolare in termini di concentrazioni orarie e giornaliere, poiché assicura la valutazione dell'impatto associato alla massima emissione nelle ore più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico alla dispersione degli inquinanti.

In particolare, deve essere considerata cautelativa la stima del particolato secondario (SPM) nello scenario "upgrade" per quanto detto in precedenza in merito alla emissione di  $\text{NH}_3$  ed alla sua trasformazione in ammonio ( $\text{NH}_4^+$ , che costituisce una frazione del SPM).

Per stimare l'effetto sulle ricadute in aria ambiente indotto dai limiti alle ore di funzionamento, le stime modellistiche delle concentrazioni medie annue sono state opportunamente riscalate nella fase di post-processing. Le stime modellistiche delle concentrazioni medie annue tengono inoltre conto di eventuali limiti alla concentrazione in emissione più restrittivi rispetto a quelli adottati per rappresentare l'emissione media oraria, come è ad esempio il caso degli  $\text{NO}_x$  in emissione dalle unità T162 e T163 soggetti ad un limite di  $40 \text{ mg/Nm}^3$  su base oraria (valore adottato dalla simulazione per stimare correttamente i percentili orari) e  $30 \text{ mg/Nm}^3$  su base giornaliera (valore adottato in post-processing per riscalare le concentrazioni su lungo periodo).

#### **4.5 Valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria**

La Tabella 6 riporta il confronto tra gli standard di qualità dell'aria (SQA) previsti dalla normativa vigente e la stima delle ricadute della Centrale prodotte dal modello CALPUFF sulla griglia regolare di recettori per i due scenari considerati.

Il confronto è stato effettuato sia in termini di concentrazione nel punto di massimo impatto sia in termini di media spaziale della concentrazione sull'intero dominio di calcolo.

In generale, si evidenzia il rispetto di tutti i limiti di legge, con ricadute inferiori ai valori limite per tutti gli inquinanti e per tutti gli scenari considerati, anche nel punto di massima ricaduta.

**Tabella 6 – Confronto tra SQA e ricadute della Centrale,  
valore massimo e valore medio spaziale nel dominio di calcolo**

Rif. Tavola	Parametro <sup>(1)</sup>	U.m.	Limite di legge (D.Lgs. 155/2010) <sup>(2)</sup>	Area di 18.5 x 18.5 km <sup>2</sup>					
				Valore massimo			Valore medio		
				Sc. autoriz.	Sc. rifacim.	Sc. upgrad.	Sc. autoriz.	Sc. rifacim.	Sc. upgrad.
01	NO <sub>2</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	40 (V.L.)	2.7	2.7	1.3	0.3	0.3	0.1
02	NO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno	µg/m <sup>3</sup>	200 (V.L.)	130	110	60	22	18	10
03	NO <sub>x</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	30 (L.C.)	3.5	3.5	1.7	0.3	0.3	0.2
04	SPM <sup>(3)</sup> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	<sup>(4)</sup>	0.05	0.05	0.66	0.01	0.01	0.07
05	SPM <sup>(3)</sup> – Conc. giorn. sup. 35 volte per anno civile	µg/m <sup>3</sup>	<sup>(5)</sup>	0.4	0.3	2.3	0.1	0.1	0.2
06	CO – Conc. media massima giorn. su 8 ore	mg/m <sup>3</sup>	10 (V.L.)	0.15	0.09	0.10	0.02	0.01	0.02

<sup>(1)</sup> I valori riportati in tabella rappresentano il massimo tra i singoli valori stimati per ciascun anno del triennio 2013-2015

<sup>(2)</sup> L.C. = Livello Critico, V.L. = Valore Limite

<sup>(3)</sup> SPM = Particolato secondario, somma delle masse di NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> provenienti dalle emissioni di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>. Non essendoci emissioni di particolato primario, tutto il particolato associabile all'impianto è particolato secondario.

<sup>(4)</sup> Il D. Lgs. 155/2010 prevede un valore limite alla concentrazione media per anno civile di PM<sub>10</sub> pari a 40 µg/m<sup>3</sup> e di PM<sub>2.5</sub> pari a 25 µg/m<sup>3</sup>

<sup>(5)</sup> Il D. Lgs. 155/2010 prevede un valore limite alla concentrazione media giornaliera di PM<sub>10</sub> pari a 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile

Per i medesimi SQA, si riportano nelle tavole fuori testo le mappe di iso-concentrazione in aria ambiente che definiscono le ricadute sul territorio per gli scenari “autorizzato”, di “rifacimento” e “upgrade”.

Nelle tavole fuori testo si presentano le stime modellistiche relative alle concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti considerati. Le tavole identificate con il prefisso “AL” si riferiscono alla stima delle concentrazioni in aria ambiente nell’area identificata come “Area Locale”, compresa nel dominio G2, mentre quelle identificate con il prefisso “AV” si riferiscono alla stima delle concentrazioni nell’area identificata come “Area Vasta”, coincidente col dominio G1. I numeri progressivi che seguono il prefisso “AL” o “AV” identificano il parametro secondo la corrispondenza univoca riportata in Tabella 4.5.7. Infine, il suffisso “a”, “r” o “u” identifica rispettivamente lo scenario “autorizzato”, di “rifacimento” o “upgrade”.

Si specifica che, per tutte le tavole, i valori rappresentati corrispondono al massimo tra le singole stime annue ottenute per il triennio simulato su ciascuna cella del dominio.

**Tabella 4.5.7 – Identificativi di parametro adottati nelle tavole fuori testo**

Identificativo	Parametro
01	NO <sub>2</sub> - Concentrazione media annua
02	NO <sub>2</sub> - Concentrazione oraria superata 18 volte per anno civile
03	NO <sub>x</sub> - Concentrazione media (protezione della vegetazione)
04	SPM - Concentrazione media annua
05	SPM - Concentrazione giornaliera superata 35 volte per anno civile
06	CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore

Tutti i commenti che seguono, salvo diversa indicazione, fanno riferimento alle concentrazioni stimate nell'area locale (tavole AL).

#### 4.5.1 NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>

Le **tavole 01** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le concentrazioni medie nel periodo di NO<sub>2</sub> determinate dalle emissioni della centrale nello scenario "autorizzato" (.a), in quello di "rifacimento" (.r) e in quello di "upgrade" (.u). L'impronta risulta caratterizzata dalla circolazione di brezze presente nel sito, con i valori relativamente più alti che vengono rilevati sulla terra ferma a SSO dell'impianto in tutti gli scenari analizzati. Nello scenario "autorizzato" e in quello di "rifacimento" il valore nel punto di massimo impatto è di 2.7 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di un valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, localizzato a circa 1.5 km in direzione SSO dalla centrale. Nello scenario di "upgrade" grazie alla riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub>, il massimo sempre localizzato a circa 1.5 km in direzione SSO, scende a 1.3 µg/m<sup>3</sup>.

Le **tavole 02** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> associate alle emissioni della centrale nello scenario "autorizzato" (.a), in quello di "rifacimento" (.r) e in quello di "upgrade" (.u) superate 18 volte in un anno, da confrontarsi con lo standard di qualità dell'aria di 200 µg/m<sup>3</sup> che la normativa consente di superare 18 volte l'anno. Il punto di massimo impatto per tutti gli scenari è localizzato a circa 600-700 metri dall'impianto in direzione SO, nello scenario "autorizzato" il valore massimo è di 130 µg/m<sup>3</sup>, ed è contenuto in un'area che si estende per circa 2 km in direzione SSO con valori di concentrazioni che rimangono superiori ai 100 µg/m<sup>3</sup>. Nello scenario di "rifacimento" il valore massimo è di 110 µg/m<sup>3</sup>, e l'area che lo comprende con valori di concentrazioni che rimangono superiori ai 100 µg/m<sup>3</sup> è piuttosto circoscritta ed è delle dimensioni di un ovale con la diagonale maggiore di circa 400 metri. Nello scenario di "upgrade" il valore massimo è di 60 µg/m<sup>3</sup>, è praticamente l'unico punto situato a 600 metri in direzione SO con questi valori di concentrazione, l'area che lo comprende con valori di concentrazioni che sono compresi tra 40 e 60 µg/m<sup>3</sup> si estende a SO per circa 3 km.

Le **tavole 03** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le concentrazioni medie nel periodo di NO<sub>x</sub> determinate dalle emissioni della centrale nello scenario "autorizzato" (.a), in quello di "rifacimento" (.r) e in quello di "upgrade" (.u). L'impronta delle concentrazioni è simile a quella della concentrazione media di NO<sub>2</sub>

(tavole 01). In tutti gli scenari il massimo è localizzato a circa 1.5 km in direzione SSO. Nello scenario “autorizzato” e in quello di “rifacimento” il valore nel punto di massimo impatto è di  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a fronte di un livello critico a protezione della vegetazione di  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nello scenario di “upgrade” grazie alla riduzione delle emissioni di  $\text{NO}_x$ , il massimo scende a  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In sintesi, è possibile valutare che il Progetto consenta una riduzione generalizzata e significativa delle ricadute in termini di ossidi di azoto rispetto allo scenario autorizzato e che, nonostante le assunzioni cautelative presenti nelle simulazioni, le ricadute sono stimate per tutti gli scenari, inferiori di 1 ordine di grandezza ai limiti applicabili e possono pertanto essere considerate non significative nell’area di principale ricaduta e trascurabili nelle altre aree del territorio allontanandosi da questa.

#### 4.5.2 SPM

In assenza di emissioni di polveri (e quindi di particolato primario), le uniche ricadute associate alla centrale in merito a questo inquinante sono quelle relative al particolato secondario SPM e, specificatamente alla trasformazione delle emissioni gassose di ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) in nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ), in entrambi gli scenari oggetto di studio, e alla trasformazione delle emissioni gassose di ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) in ammonio ( $\text{NH}_4^+$ ), per il solo scenario “upgrade” a seguito dell’installazione dei sistemi SCR, in linea con le BREF di settore. Tali trasformazioni avvengono successivamente all’emissione dal camino dei composti gassosi e per questo le polveri generate sono definite secondarie. Poiché le polveri secondarie sono l’unico contributo della centrale al particolato atmosferico, e poiché esse rientrano nella classe granulometrica del  $\text{PM}_{2.5}$ , le ricadute in termini di SPM (particolato secondario) costituiscono le ricadute in termini di  $\text{PM}_{2.5}$  e di  $\text{PM}_{10}$  attribuibili alla Centrale.

Le **tavole 04** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le concentrazioni medie nel periodo di SPM che come detto sono valide anche in termini di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$  essendo nullo il contributo primario della centrale. Il riferimento normativo prevede per il  $\text{PM}_{10}$  e per il  $\text{PM}_{2.5}$  un valore limite della concentrazione media annua rispettivamente di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il massimo della concentrazione media del periodo di SPM risulta essere di  $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nello scenario “autorizzato” e in quello di “rifacimento”, dove l’unico precursore gassoso è l’ossido di azoto ( $\text{NO}_x$ ).

Nello scenario Upgrade, l’introduzione dell’ammoniaca ( $\text{NH}_3$ ) che si aggiunge agli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) tra i precursori del particolato secondario, porta a stimare un valore pari a  $0.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in aumento rispetto all’attuale contributo. Nonostante le simulazioni siano state fatte utilizzando sempre criteri molto cautelativi, i valori stimati risultano di 1-2 ordini di grandezza inferiori al limite più stringente riferito al  $\text{PM}_{2.5}$  e pertanto trascurabili e lo divengono a maggior ragione nelle altre aree del territorio allontanandosi dal punto di massima ricaduta.

Le **tavole 05** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano la stima del contributo alla concentrazione media giornaliera di SPM superata 35 volte in un anno da confrontarsi con il corrispondente riferimento normativo che prevede un valore limite applicabile al  $\text{PM}_{10}$  per la concentrazione media giornaliera sulla qualità dell’aria complessiva di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superarsi più di 35 giorni/anno. Anche per questo parametro, i valori

riscontrati nei due scenari analizzati sono nettamente inferiori ai limiti di legge di 1-2 ordini di grandezza, con i valori nei punti di massimo impatto, che risultano essere di 0.39, 0.28 e 2.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rispettivamente per lo scenario “autorizzato”, di “rifacimento” e “upgrade”.

In sintesi, è possibile valutare che il Progetto induca un aumento delle ricadute rispetto allo scenario “autorizzato” di entità assoluta comunque trascurabile e che le ricadute sono stimate per entrambi gli scenari, inferiori di 1-2 ordini di grandezza ai limiti applicabili e possono pertanto essere considerate trascurabili sia nell’area di principale ricaduta e a maggior ragione nelle altre aree del territorio allontanandosi da questa.

### 4.5.3 CO

Le **tavole 06** (cfr. Tabella 4.5.7) riportano le massime concentrazioni medie sulle 8 ore di CO determinate dalle emissioni della centrale, nello scenario “autorizzato” (.a), in quello di “rifacimento” (.r) e in quello di “upgrade” (.u) i valori nei punti di massima ricaduta sono pari rispettivamente per i tre scenari a 0.146, 0.086 e 0.096  $\text{mg}/\text{m}^3$  a fronte di un valore limite di 10  $\text{mg}/\text{m}^3$ . La distribuzione delle ricadute di monossido di carbonio vede per lo scenario “autorizzato” un’area con concentrazioni superiori a 0.1  $\text{mg}/\text{m}^3$  che si estende in direzione SW a partire da circa 200 metri dall’impianto fino a circa 2.3 km. Per lo scenario di “rifacimento” e di “upgrade” le aree con i valori massimi sono quella che comprendono tutti i valori superiori ai 0.04  $\text{mg}/\text{m}^3$  che si estendono intorno alla centrale, in modo leggermente più ampio per lo scenario “upgrade” ed allungandosi, per entrambi gli scenari, prevalentemente verso SW per circa 4 km.

In sintesi, è possibile valutare che il Progetto consenta una riduzione generalizzata delle ricadute in termini di monossido di carbonio rispetto allo scenario autorizzato e che, nonostante le assunzioni cautelative presenti nelle simulazioni, le ricadute sono stimate per tutti gli scenari, inferiori di 3 ordine di grandezza ai limiti applicabili e possono pertanto essere considerate trascurabili sia nell’area di principale ricaduta e a maggior ragione nelle altre aree del territorio allontanandosi da questa.

## 5 CONCLUSIONI

Il presente rapporto ha descritto la valutazione degli impatti sulla componente atmosfera derivanti dalle emissioni della fase di esercizio della Centrale termoelettrica "Ettore Majorana" di Termini Imerese nello scenario "autorizzato", nello scenario di "rifacimento" (in autorizzazione) di 2 unità di produzione esistenti TI42-r TI53-r e nello scenario "upgrade" oggetto del presente Progetto, con la modifica delle due unità TI62 up e TI63 up.

Il progetto prevede un miglioramento delle performance ambientali delle unità esistenti rispetto a quanto attualmente autorizzato.

Gli interventi di aggiornamento tecnologico previsti rientrano nell'ambito di una fermata di manutenzione e sono assimilabili ad attività analoghe già svolte nel sito; anche per quanto concerne la realizzazione dell'edificio stoccaggio ammoniaca si prevedono effetti sulla qualità dell'aria trascurabili, localizzati all'interno o nelle immediate vicinanze dell'impianto e di natura temporanea e reversibile.

L'aggiornamento tecnologico dei componenti, consentirà un miglioramento delle loro prestazioni tecniche con un conseguente aumento della potenza elettrica lorda erogabile da ciascun ciclo combinato. Nell'ottica di ridurre e minimizzare gli impatti ambientali, anche a seguito dell'incremento di potenza delle unità, si propone un miglioramento delle performance emissive con una riduzione degli NOx emessi da ciascuna unità in tutte le condizioni di funzionamento (proposti 10 mg/Nm<sup>3</sup> vs attuali 30 mg/Nm<sup>3</sup>) grazie all'installazione di sistemi di denitrificazione catalitica, denominati SCR (*Selective Catalytic Reduction*). L'aggiornamento tecnologico delle apparecchiature esistenti avverrà secondo i criteri più avanzati di efficienza e compatibilità ambientale nel pieno rispetto delle *Best Available Techniques Reference document (BRef)* di settore.

In quest'ottica, si propone l'upgrade delle unità di produzione esistenti e gli interventi proposti consentiranno di: aumentare, in condizioni ISO, la potenza elettrica lorda prodotta dell'Unità 6 (TI62+TI63) di circa 820 MW<sub>e</sub> e la potenza termica di circa 1.438 MW<sub>t</sub> (a fronte degli attuali autorizzati di 780 MW<sub>e</sub> e 1.290 MW<sub>t</sub>) quindi con un aumento per l'unità 6 della potenza elettrica lorda di 40 MW<sub>e</sub> e della potenza termica di 148 MW<sub>t</sub>, rispetto ai valori attualmente autorizzati.

Gli scenari ricostruiti per via modellistica sono:

- a) Scenario "autorizzato": unità esistenti TI41, TI42, TI53, TI62, TI63;
- b) Scenario in "rifacimento": unità esistenti TI41, TI62 e TI63 e due nuove unità TG di ultima generazione TI42-r e TI53-r;
- c) Scenario "upgrade": unità esistente TI41, due nuove unità TG di ultima generazione TI42-r e TI53-r e sostituzione parti calde per TI62-up e TI63-up.

Lo studio ha propedeuticamente analizzato lo stato attuale della qualità dell'aria, mediante l'analisi dei dati delle stazioni di Partinico e Termini Imerese, facenti parte della rete di monitoraggio dell'ARPA Sicilia

per l'anno 2018. I dati analizzati non hanno rilevato superamenti dei valori limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010 per nessuno degli inquinanti analizzati ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{O}_3$  e  $\text{C}_6\text{H}_6$ ) sia in termini di medie annue, sia ancora in termini di superamenti di soglie orarie e giornaliere.

La stima delle ricadute in aria ambiente delle emissioni della Centrale è stata effettuata per mezzo della catena modellistica WRF-CALMET-CALPUFF applicata al triennio meteorologico 2013-2015.

Al fine di valutare la coerenza della meteorologia prodotta dalla catena modellistica, è stata selezionata la stazione meteorologica di Palermo Punta Raisi come rappresentativa della meteorologia dell'area in esame. La rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli WRF-CALMET è stata valutata e giudicata idonea per mezzo di elaborazioni statistiche e rappresentazioni grafiche che hanno permesso il confronto dei principali parametri meteorologici ricostruiti per via modellistica con le corrispondenti informazioni meteorologiche e climatologiche locali.

Per quanto attiene alle emissioni, il progetto consente di aumentare la produzione di energia elettrica e di avere una riduzione del bilancio emissivo massico annuo di  $\text{NO}_x$  di oltre il 47%, a fronte di un modesto aumento di quello di  $\text{CO}$  (6.6%). La considerevole riduzione di  $\text{NO}_x$  è ottenuta mediante l'adozione di sistemi di abbattimento di riduzione catalitica (SCR) che comporta l'emissione di  $\text{NH}_3$  stimata ad un massimo di 230 t/anno.

I risultati prodotti dalla catena modellistica hanno permesso di identificare le aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della Centrale sia nello scenario "autorizzato", sia nello scenario di "rifacimento" e sia nello scenario di "upgrade", ed hanno messo in evidenza valori dei contributi alle concentrazioni dei macroinquinanti considerati sempre entro i limiti posti dagli *Standard* di Qualità dell'Aria del D.Lgs. 155/2010, anche nel punto di massima ricaduta.

I risultati modellistici consentono di stimare un deciso miglioramento, a seguito della realizzazione dell'intervento, delle ricadute associabili all'impianto in termini di ossidi di azoto, già poco significative nel loro attuale assetto. In termini di concentrazione media annua di  $\text{NO}_2$  e  $\text{NO}_x$ , come anche in termini di percentili orari di  $\text{NO}_2$ , le stime modellistiche indicano una riduzione del valore di concentrazione nel punto di massimo impatto di circa il 50%. Si osservano al contempo una sostanziale invarianza delle ricadute di monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ), che permane su livelli trascurabili, e ad una variazione trascurabile, sebbene in aumento, del particolato ( $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$ ) dovuto all'installazione di un sistema di riduzione degli  $\text{NO}_x$ , SCR, in linea con le BREF di settore.

## 6 BIBLIOGRAFIA

Wladimir Köppen e Rudolf Geiger, "Klima der Erde", Gotha, Klett-Perthes, 1954.

Mennella C., 1973. "Il Clima d'Italia". Fratelli Conte Editore S.p.A., Napoli.

Pinna M., 1978. "L'atmosfera e il clima". UTET, Torino.

Rete meteorologica MeteoNetwork in collaborazione con Centro Epon Meteo - Expert Meteo (<http://www.meteonetwork.it>).

ARPA Sicilia, 2019. "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Regione Siciliana anno 2018".

ARPA Sicilia, Struttura Territoriale di Palermo, 2019. "Riepilogo sui dati di Qualità dell'aria relativi alle centraline di Termini Imerese e Partinico – Anno 2018". Allegato 14 alla "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella Regione Siciliana anno 2018".

Regione Siciliana D.D.G. n. 449 del 10/06/14.

Regione Siciliana D.A. 176/GAB del 9.8.2007.

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 216 del 15 settembre 2010, Suppl. Ordinario n. 217.

Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau, R.J. Yamartino, 2000a. "A user's guide for the CALMET meteorological model". Earth Tech Inc., Concord, MA,USA.

Scire, J.S., D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, 2000b. "A user's guide for the CALPUFF dispersion model". Earth Tech Inc., Concord, MA,USA.

US-EPA, 1985. "Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height (Technical Support Document for the Stack Height Regulations)". EPA-450/4-80-023R.

Global Land Cover Characterization (<https://lta.cr.usgs.gov/GLCC>).

SRTM, U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html>).

EEA "Air Quality e-Reporting" (European Environment Agency, [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)).

ANPA CTN-ACE, 2001. "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria".

APAT CTN-ACE, 2004. "I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni".

US-EPA. SCRAM - Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (<https://www.epa.gov/scram>).

US-EPA, 2005. "Revision to the Guideline on Air Quality Models: Adoption of a Preferred General Purpose (Flat and Complex Terrain) Dispersion Model and Other Revisions; Final Rule". 40 CFR Part 51. Federal Register / Vol. 70, No. 216 / Wednesday, November 9, 2005.

WHO, 2000. "Air quality guidelines for Europe - Second Edition". World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.

EEA, 2011. "The application of models under the European Union's Air Quality Directive. A technical reference guide". Technical report n. 10/2011.