

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

**Oggetto** Centrale termoelettrica "Ettore Majorana" di Termini Imerese  
Rifacimenti di 2 unità di produzione esistenti  
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. 8400134283, attivazione N. 3500054509 del 30.09.2019

**Note** WBS A1300002152 – Lettera trasm. C0014588

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

**N. pagine** 49 **N. pagine fuori testo** 16

**Data** 29/04/2020

**Elaborato** STC - Ghilardi Marina, STC - Manzi Giovanni, STC - D'Aleo Marco

**Verificato** ENC - Pertot Cesare

**Approvato** ENC - Pertot Cesare (Project Manager)

C0006801\_3840\_APP

## 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>8</b>
3.1	Quadro normativo .....	8
3.2	Lo stato attuale della qualità dell'aria .....	12
3.2.2	Biossido di zolfo.....	13
3.2.4	Monossido di carbonio .....	15
3.2.5	Biossido di azoto e ossidi di azoto totali.....	16
3.2.6	Ozono.....	16
3.2.7	Particolato PM <sub>10</sub> .....	18
3.2.8	Benzene.....	20
<b>4</b>	<b>EFFETTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....</b>	<b>21</b>
4.1	Calmet (versione: 6.334, livello: 110421).....	22
4.2	Calpuff (versione: 7.2.1, livello: 150816) .....	23
4.3	Validazione dello strumento modellistico .....	24
4.4	Setup dello strumento modellistico .....	24
4.4.1	Dominio di calcolo .....	24
4.4.1.1	Banche dati .....	25
4.4.1.1.1	Orografia .....	25
4.4.1.1.2	Uso del suolo.....	26
4.4.1.2	Sostanze considerate .....	29
4.4.1.3	Schemi chimici.....	30
4.4.1.4	Effetto Building Downwash .....	32
4.4.2	Analisi meteorologica.....	32
4.4.2.1	Selezione della stazione meteorologiche di confronto.....	32
4.4.2.2	Confronto modello con misure meteorologiche .....	33
4.4.2.3	Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area .....	40
4.4.3	Scenari emissivi .....	42
4.5	Valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria .....	43
4.5.1	NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> .....	44
4.5.2	CO.....	45
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>48</b>

## *Indice delle Tavole fuori testo*

- Tavola AV-01.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-01.p – Scenario di progetto (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-02.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AV-02.p – Scenario di progetto (area vasta) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AV-03.a – Scenario attuale (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-03.p – Scenario di progetto (area vasta) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AV-04.a – Scenario attuale (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
Tavola AV-04.p – Scenario di progetto (area vasta) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore
- Tavola AL-01.a – Scenario attuale (area locale) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-01.p – Scenario di progetto (area locale) – NO<sub>2</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-02.a – Scenario attuale (area locale) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AL-02.p – Scenario di progetto (area locale) – NO<sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno civile  
Tavola AL-03.a – Scenario attuale (area locale) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-03.p – Scenario di progetto (area locale) – NO<sub>x</sub> – Concentrazione media annua  
Tavola AL-04.a – Scenario attuale (area locale) – CO – Conc. media massima giornaliera calcolata su 8 ore  
Tavola AL-04.p – Scenario di progetto (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	06/12/2019	B9021884	Prima emissione
1	29/04/2020	C0006801	Seconda emissione

## 1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano la definizione delle caratteristiche meteorologiche del sito e dello stato attuale della qualità dell'aria, insieme alla valutazione degli impatti sulla componente atmosfera generati dalla realizzazione del progetto di rifacimento di 2 unità di produzione esistenti (da 120 MW<sub>e</sub> e 430 MW<sub>t</sub> di potenza nominale ciascuna, TI42 e TI53) della Centrale termoelettrica di "Ettore Majorana" di Termini Imerese (PA) e alla verifica del rispetto della normativa vigente in materia di ricaduta delle emissioni in atmosfera associate all'esercizio dell'impianto sia in assetto attuale sia nella configurazione prevista dal progetto.

## 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 ad 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>.

L'intervento oggetto di studio propone il rifacimento delle due unità Turbogas a ciclo semplice (TI42 e TI53) mediante l'installazione di due unità Turbogas di potenza termica equivalente ma con maggiore rendimento elettrico e migliori performance ambientali rispetto alle esistenti, autorizzate ad essere esercite per un massimo di 4'150 ore/anno.

L'intervento non prevede modifiche alle caratteristiche geometriche dei punti di emissione che si confermano pertanto invariati per posizione, altezza e diametro della sezione, come riportato in Tabella 2.1.

**Tabella 2.1 – Coordinate e caratteristiche geometriche attuali dei camini, confermati nell'assetto proposto.**

Gruppo	Ciminiera				
	Coordinate WGS84 - UTM 33		Base	Altezza	Diametro allo sbocco
	Est	Nord	m s.l.m.	m	m
TI41	390'337	4'203'128	3	190	6.40
TI42	390'134	4'203'044	3	35	6.46
TI53	390'148	4'202'978	3	35	6.51
TI62	390'254	4'203'046	3	90	6.70
TI63	390'196	4'203'045	3	90	6.50

Le tabelle Tabella 2.2 e Tabella 2.3 riepilogano le caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni nei due assetti, rispettivamente l'attuale ed il proposto. Le tabelle consentono di evidenziare le migliori performance emissive delle unità oggetto di intervento. I benefici associati a tali miglioramenti sulla qualità dell'aria sono valutati mediante l'applicazione di codici di calcolo numerici descritti al Capitolo 4.

La Tabella 2.4 riporta i limiti emissivi definiti dalle *Best Available Techniques Reference document* (BRef) confrontati con le performance ambientali del progetto.

**Tabella 2.2 – Assetto attuale - Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale, per ciascuna unità turbogas.**

Gruppo	Parametri fisici dei fumi allo sbocco				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	90.0	9.5	800'000	15	100	100
TI42	540.0	30.0	1'200'000	15	90	125 <sup>(3)</sup>
TI53	540.0	30.0	1'200'000	15	90	125 <sup>(3)</sup>
TI62	90.0	25.9	2'340'000	15	40 <sup>(2)</sup>	30
TI63	90.0	25.9	2'340'000	15	40 <sup>(2)</sup>	30

<sup>(1)</sup> 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)

<sup>(2)</sup> Valori limite autorizzati da AIA: 40 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria, 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera

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

**Tabella 2.3 – Assetto proposto - Caratteristiche fisiche e chimiche delle emissioni a carico nominale, per ciascuna unità turbogas esistente e per ciascuna unità oggetto di rifacimento.**

Gruppo	Parametri fisici dei fumi allo sbocco				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	90.0	9.5	800'000	15	100	100
TI42	542.8	31.5	1'300'000	15	30	30
TI53	542.8	31.5	1'300'000	15	30	30
TI62	90.0	25.9	2'340'000	15	40 <sup>(2)</sup>	30
TI63	90.0	25.9	2'340'000	15	40 <sup>(2)</sup>	30

<sup>(1)</sup> 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)

<sup>(2)</sup> Valori limite autorizzati da AIA: 40 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria, 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera

**Tabella 2.4 – Confronto tra limiti emissivi BAT e performance attesa del progetto**

Parametro	Periodo di riferimento	BAT OCGT (mg/Nm <sup>3</sup> )	Performance attesa OCGT (mg/Nm <sup>3</sup> )
NO <sub>x</sub>	annuale	15÷35	-
NO <sub>x</sub>	giornaliero	25÷50	30
CO	annuale	5÷40	30

In termini di emissioni massiche, il progetto prevede un aumento del numero massimo di ore di funzionamento annuo delle unità oggetto di rifacimento, dalle attuali 1'500 ore/anno (calcolate come media mobile su ciascun periodo di cinque anni, e comunque non superiore a 3'000 ore/anno) a 4'150 ore/anno. La Tabella 2.5 riporta i bilanci orari ed annui

delle emissioni, sia per NO<sub>x</sub> sia per CO, associati all'assetto attuale ed all'assetto di progetto. Dall'analisi della tabella si evince che, grazie alla forte riduzione delle emissioni orarie delle due nuove unità TI42 e TI53 (circa il 64% per NO<sub>x</sub> e il 74% per CO), l'emissione totale annua risulti, nonostante l'aumento delle ore massime di funzionamento, in leggera diminuzione (-0.02% per NO<sub>x</sub> e -2.2% per CO). Nell'assetto proposto, che prevede la sostituzione delle 2 unità turbogas di Centrale TI42 e TI53 con 2 unità turbogas di ultima generazione, il nuovo limite massimo delle ore di funzionamento è stato determinato per mantenere la potenziale emissione totale annua al di sotto di quella attualmente autorizzata.

Tabella 2.5 – Bilancio emissivo tra Assetto attuale e Assetto proposto.

Scenario	Sezione	N. massimo ore annue di funzionamento	Bilancio massico			
			NO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CO
			kg/ora		kg/anno <sup>(1)</sup>	
Attuale (A)	TI41	1'000	80.0	80.0	80'000	80'000
	TI42	1'500	108.0	150.0	162'000	180'000
	TI53	1'500	108.0	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:			483.2	520.4	1'633'904
Progetto (P)	TI41	1'000	80.0	80.0	80'000	80'000
	TI42	4'150	39.0	39.0	161'850	161'850
	TI53	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:			345.2	298.4	1'633'604
<b>Differenza (P-A):</b>			-138.0	-222.0	-300	-36'300
<b>Differenza (%):</b>			-28.6	-42.7	-0.02	-2.2

<sup>(1)</sup> I bilanci massici annui tengono conto del numero massimo delle ore di funzionamento autorizzate e, ove presenti, dei limiti emissivi giornalieri.

### 3 STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ 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), i valori obiettivo (Tabella 3.2) i livelli critici per la vegetazione (Tabella 3.3) e le soglie di allarme (Tabella 3.4) 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 3.5 e Tabella 3.6).

**Tabella 3.1 - 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 3.2 - 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 3.3 - 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 3.4 – 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 3.5 – 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 3.6 – Soglie di informazione e allarme per l’ozono (O<sub>3</sub>) (Allegato XII D.lgs. 155/10)**

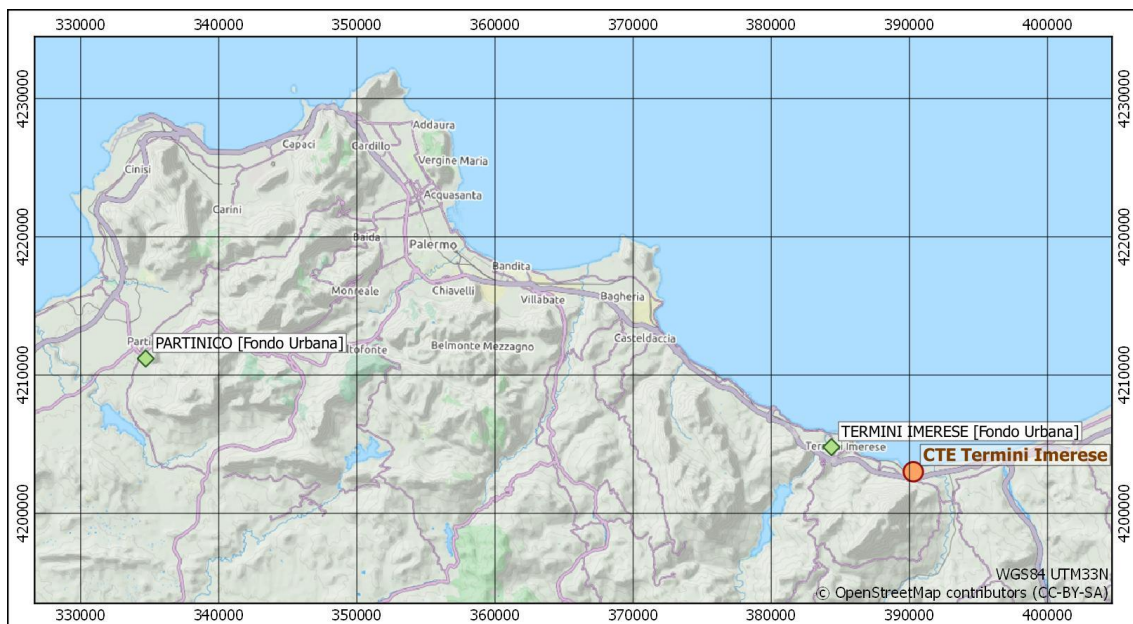
Finalità	Periodo di mediazione	Soglia	
Informazione	Orario	180	µg/m <sup>3</sup>
Allarme	Orario <sup>(1)</sup>	240	µg/m <sup>3</sup>

<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 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 3.1). Le informazioni su Partinico, nonostante la distanza consenta di ritenerla non influenzata dall’impianto, sono incluse al fine di evidenziare caratteristiche di 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 3.1 – 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 ( $\text{SO}_2$ ) nel 2018 non vi sono stati superamenti né del valore limite orario di  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e né del valore limite giornaliero di  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in nessuna delle due postazioni della rete di monitoraggio analizzate. Il valore medio annuo è stato di  $0.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a Termini Imerese e di  $0.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a Partinico (Figura 3.2 e Figura 3.3).

Anche il livello critico per la protezione della vegetazione di  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media invernale (periodo 1 gennaio - 31 marzo e 1 ottobre - 31 dicembre) non è mai stato superato in nessuna delle due postazioni.

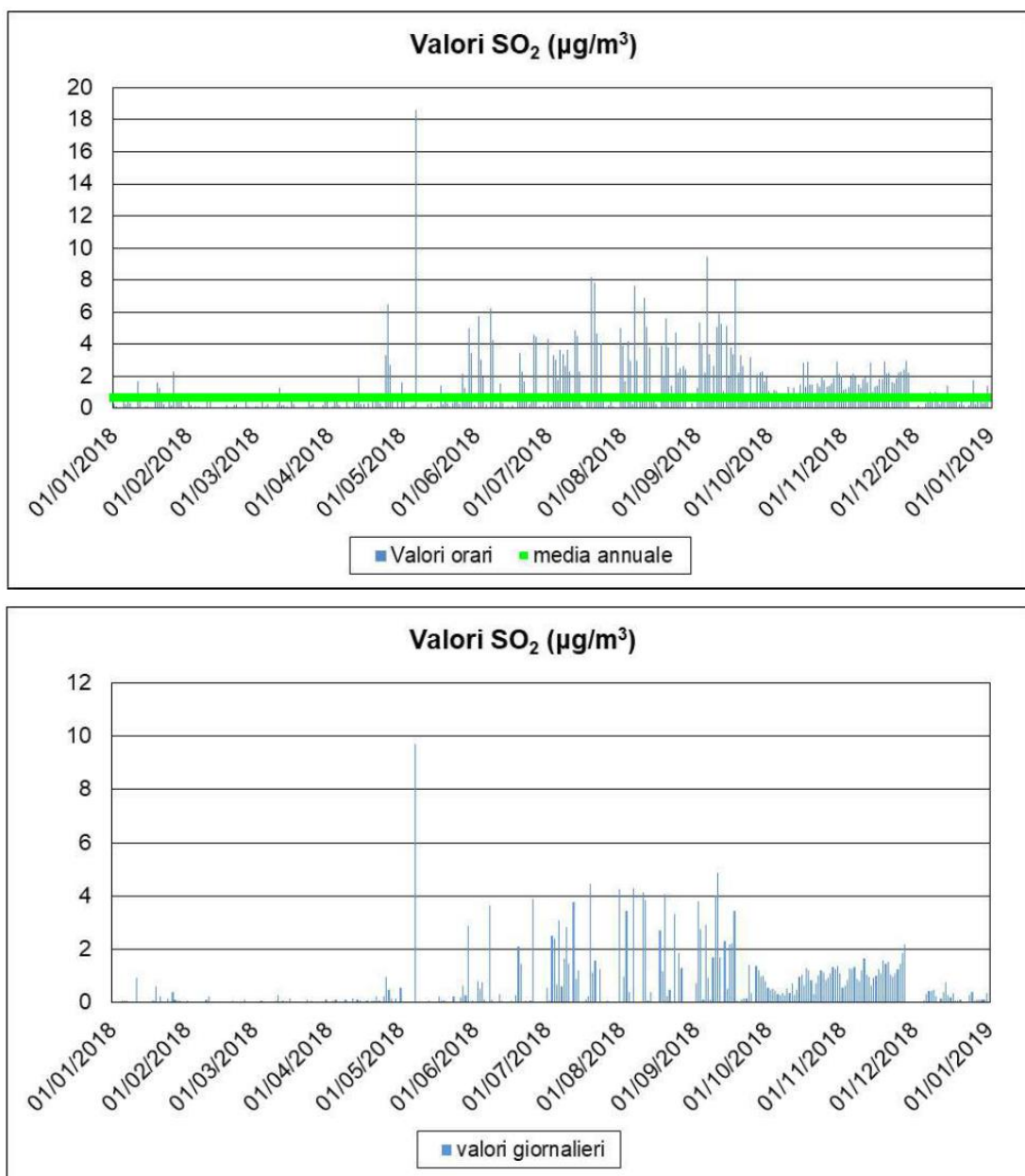


Figura 3.2 – Valori orari, giornalieri e media annua di biossido di zolfo a Termini Imerese

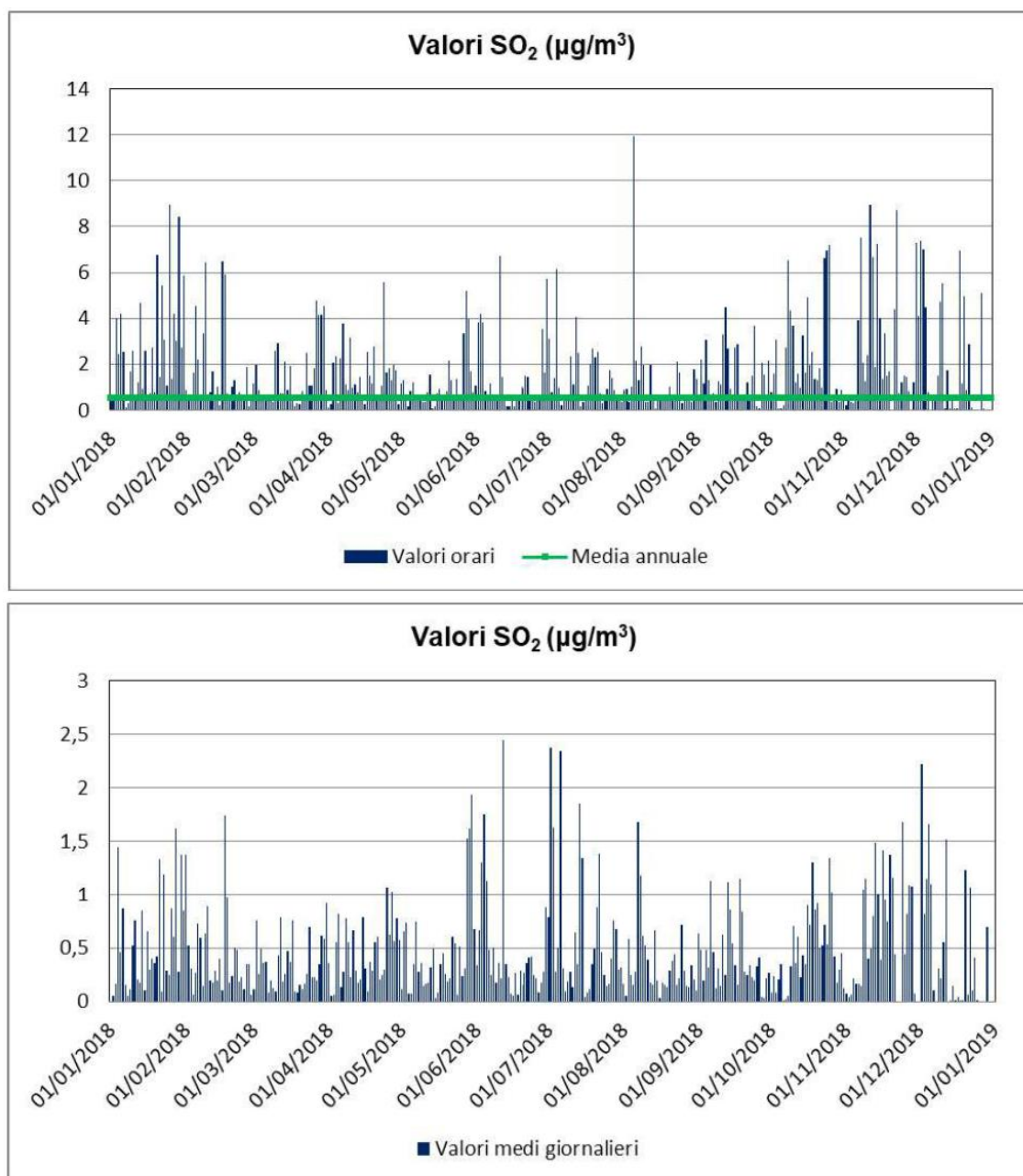


Figura 3.3 – Valori orari, giornalieri e media annua di biossido di zolfo a Partinico

### 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 3.4 e Figura 3.5).

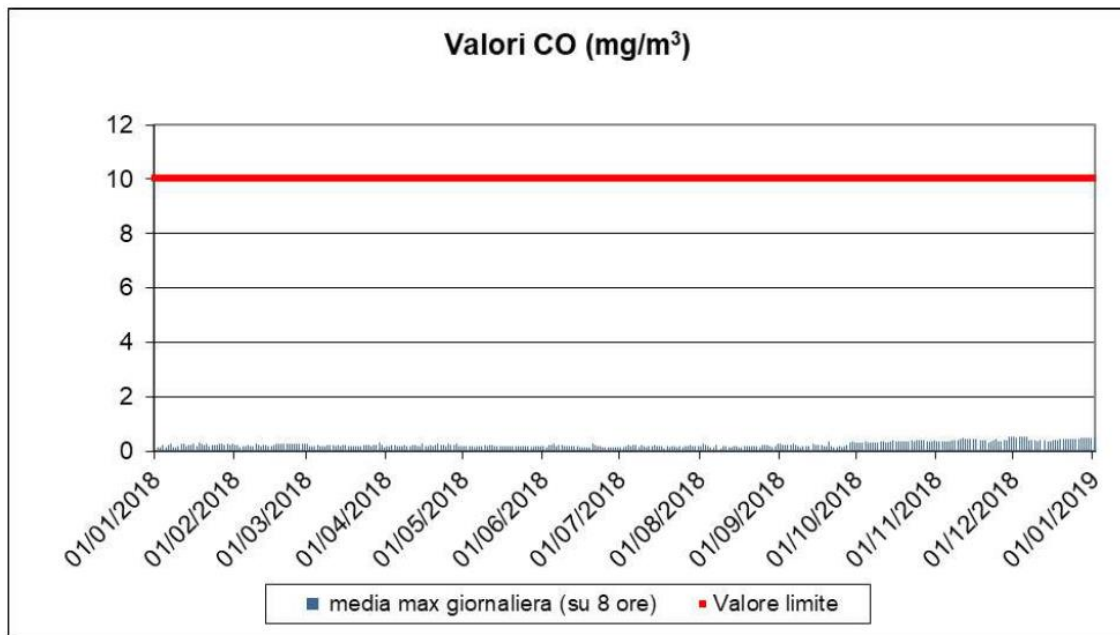


Figura 3.4 –Medie massime giornaliere su 8 ore del monossido di carbonio a Termini Imerese

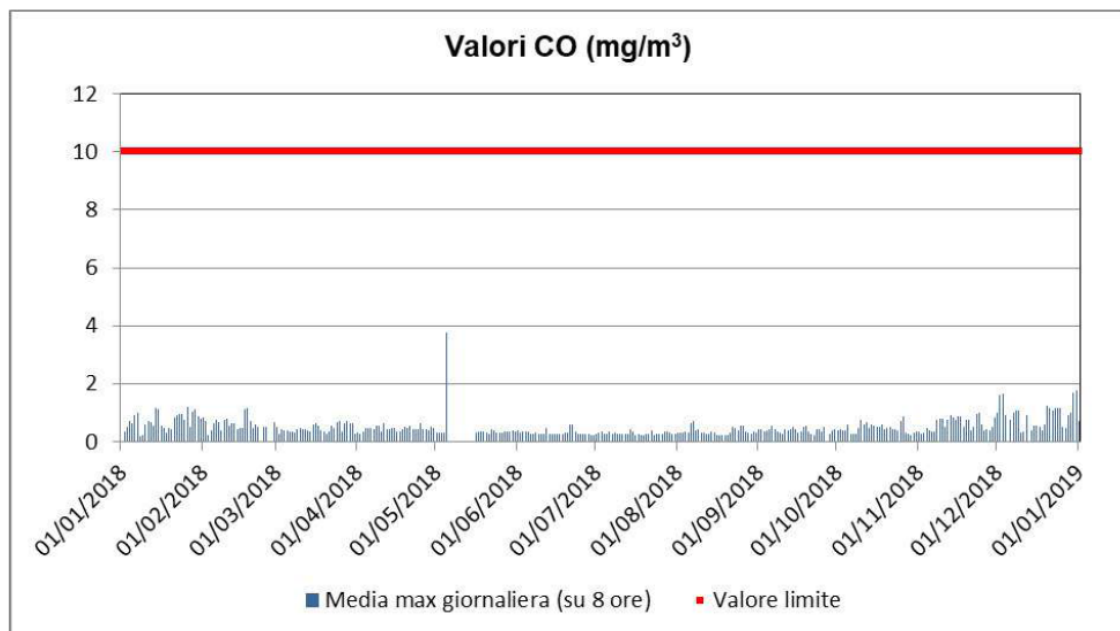


Figura 3.5 –Medie massime giornaliere su 8 ore del monossido di carbonio a Partinico

### 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 3.6) e di  $23.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a Partinico.

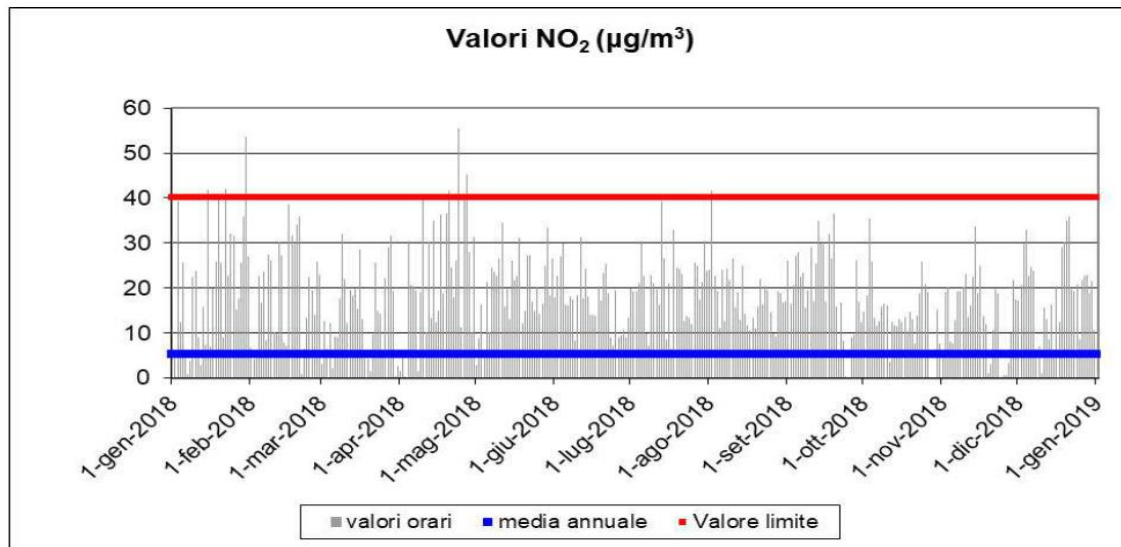


Figura 3.6 – Valori orari e media annua del biossido di azoto a Termini Imerese

### 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 3.7 e Figura 3.8).

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 3.9 e Figura 3.10).



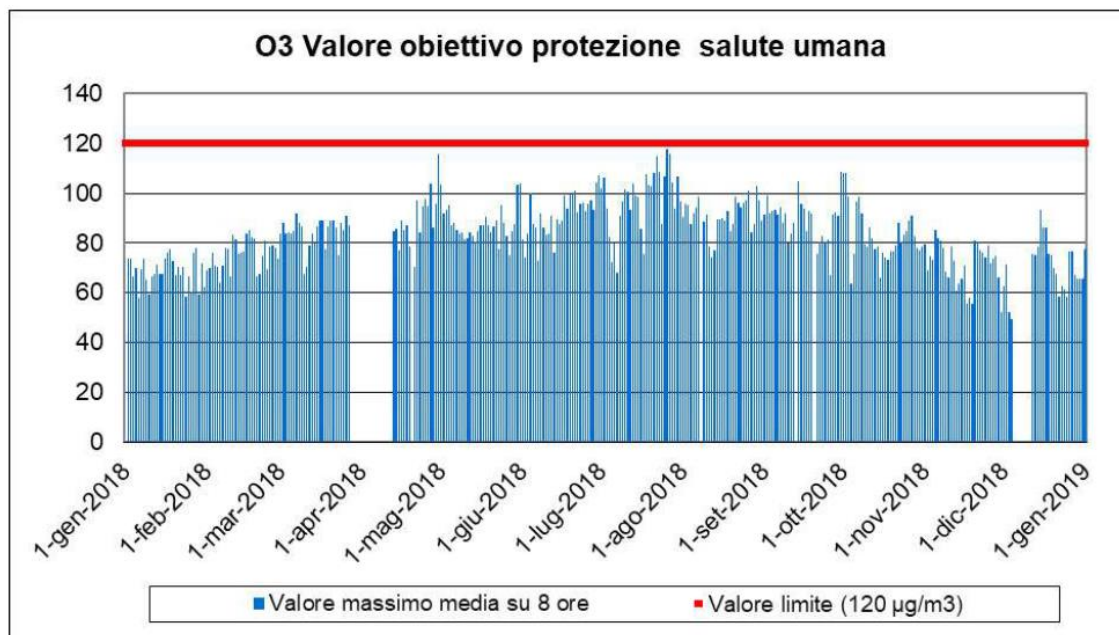


Figura 3.7 –Medie massime giornaliere su 8 ore dell’ozono a Termini Imerese

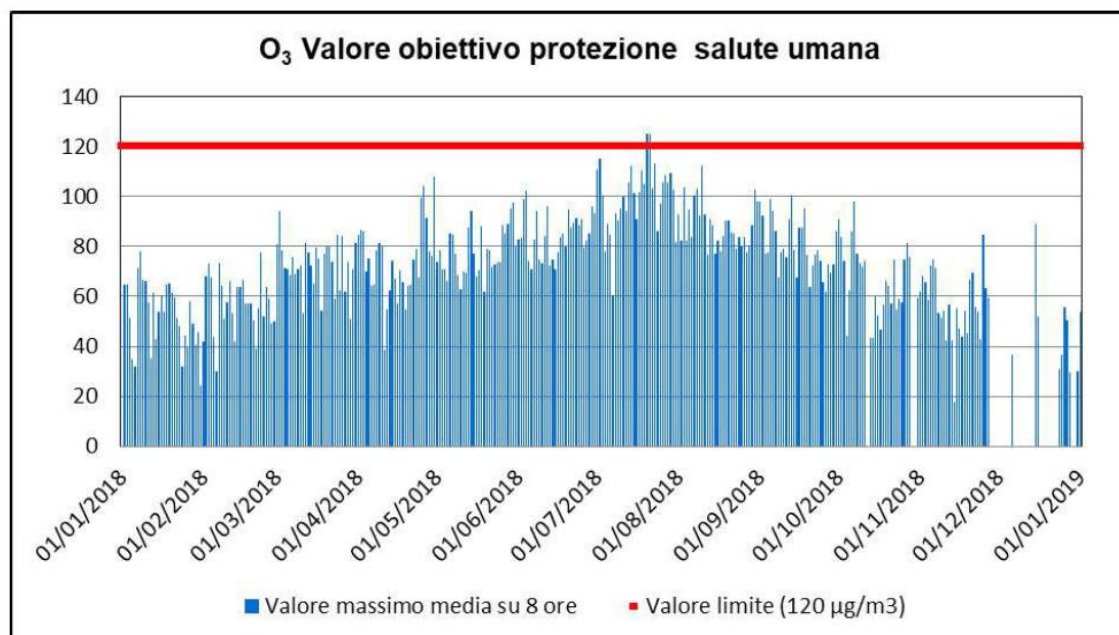


Figura 3.8 –Medie massime giornaliere su 8 ore dell’ozono a Partinico

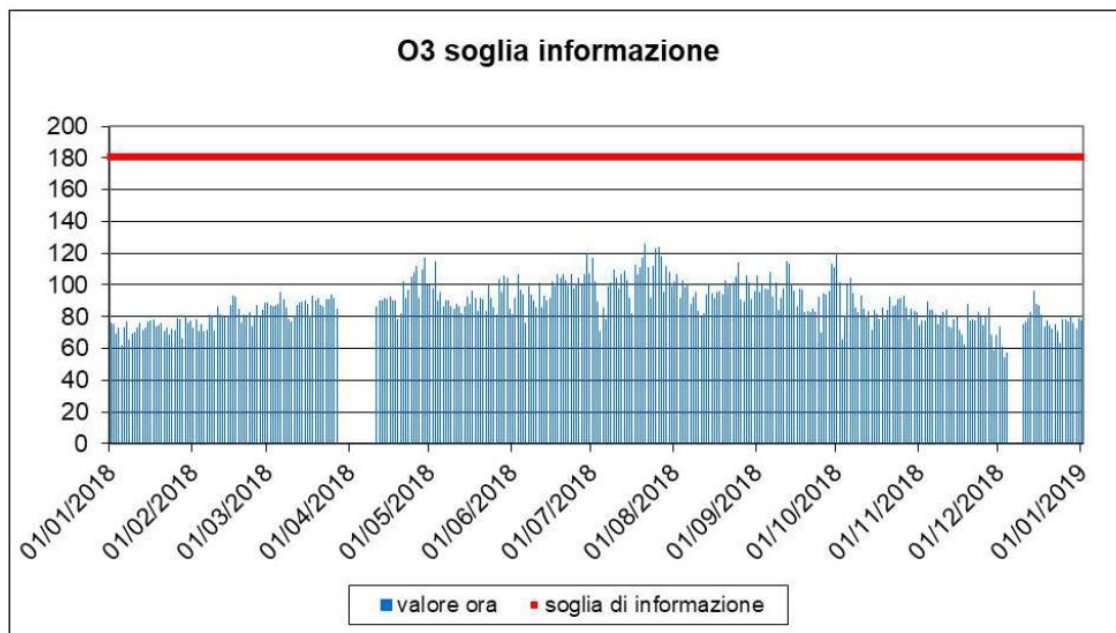


Figura 3.9 – Valori orari ozono a Termini Imerese

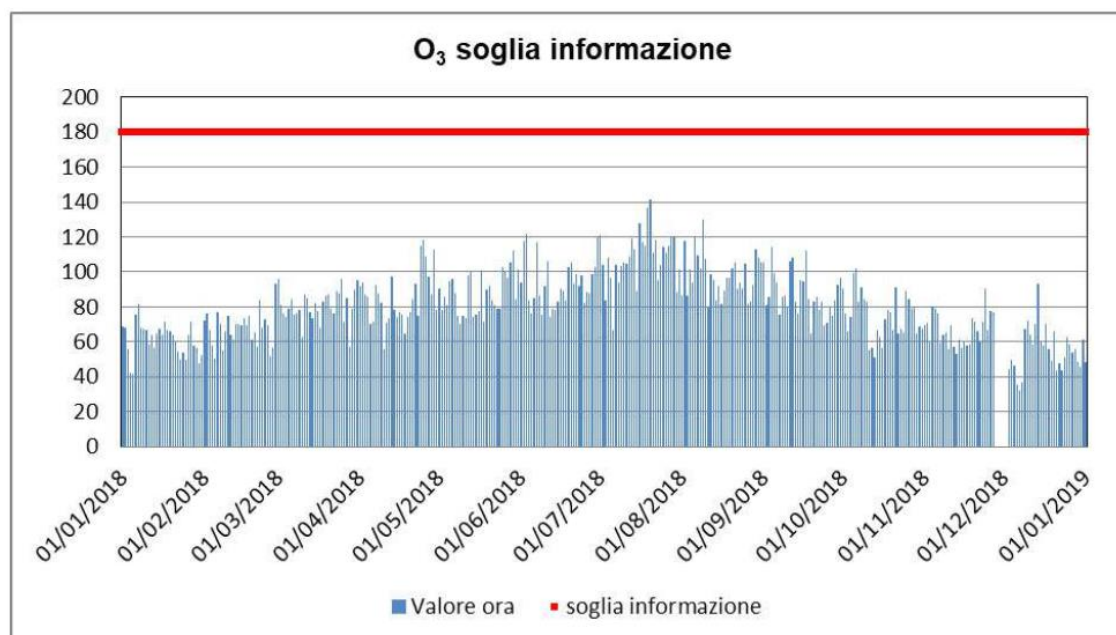


Figura 3.10 – Valori orari ozono a Partinico

### 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 fatto registrare nelle due postazioni è di 9, a Termini Imerese e 10, a Partinico (Figura 3.11 e Figura 3.12).

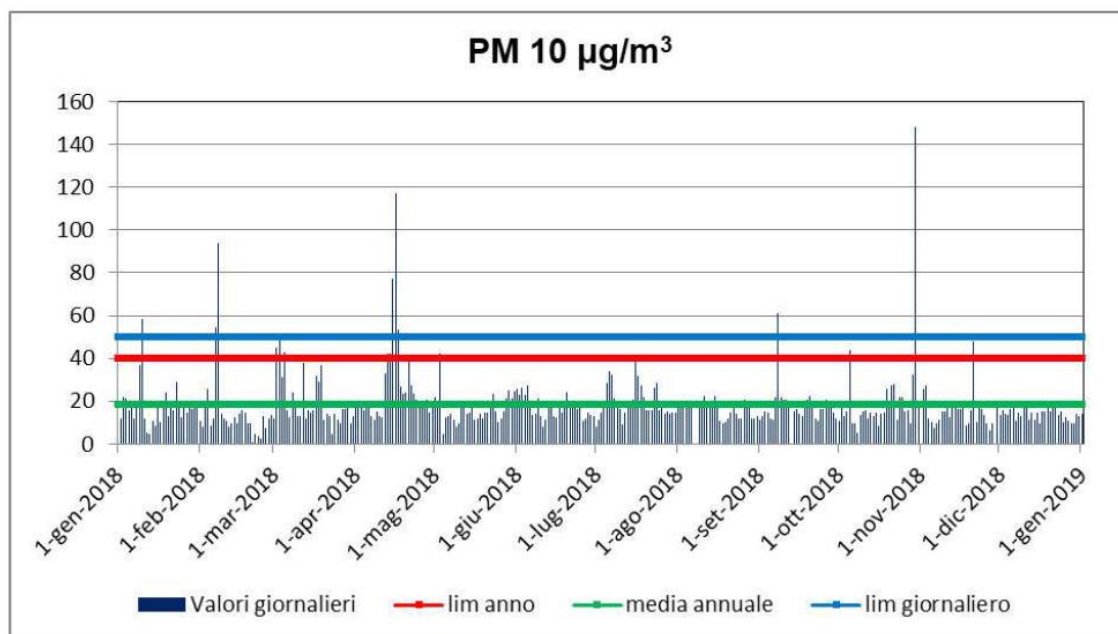


Figura 3.11 – Valori giornalieri e media annua del  $\text{PM}_{10}$  a Termini Imerese

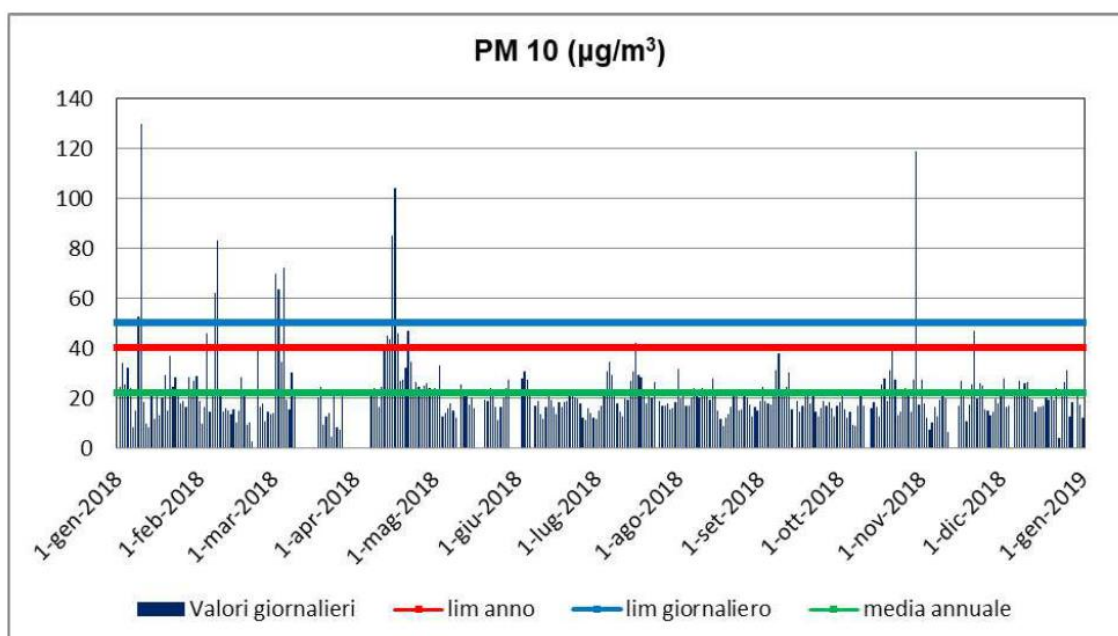


Figura 3.12 – Valori giornalieri e media annua del  $\text{PM}_{10}$  a Partinico

### 3.2.8 Benzene

Per quanto riguarda i valori medi annui di Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) nel 2018, non si riscontrano superamenti, del valore limite di 5 µg/m<sup>3</sup>, in nessuna delle due postazioni della rete di monitoraggio analizzate con i valori medi registrati di 0.2 µg/m<sup>3</sup>, a Termini Imerese e di 1 µg/m<sup>3</sup>, a Partinico (Figura 3.13 e Figura 3.14).

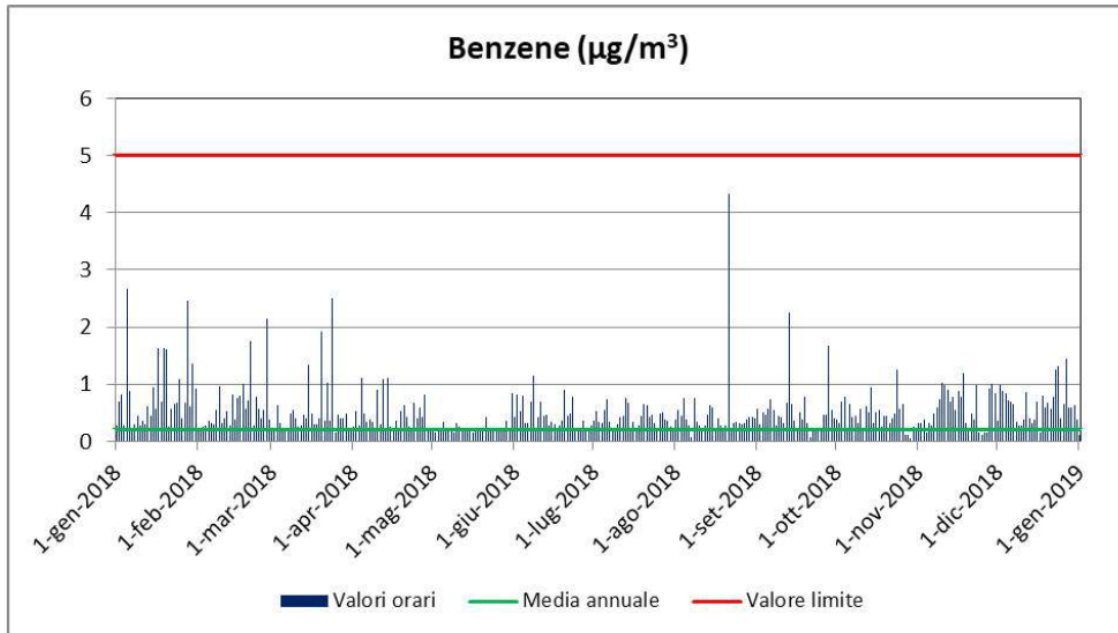


Figura 3.13 – Valori orari e media annua del benzene a Termini Imerese

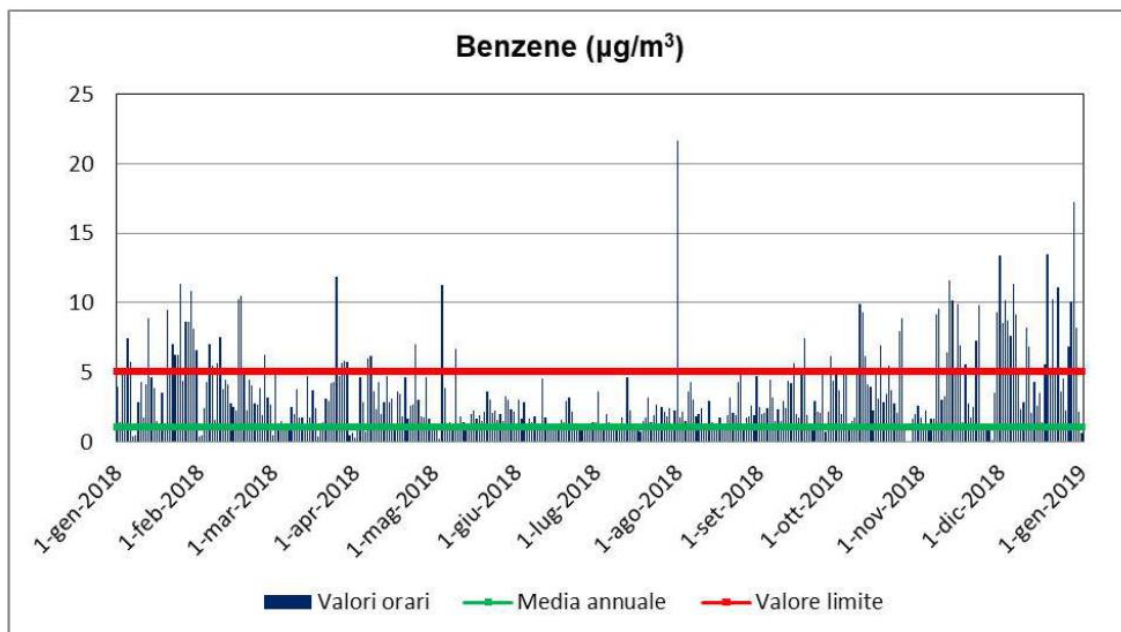


Figura 3.14 – Valori orari e media annua del benzene a Partinico

## 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 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 (versione: 6.334, livello: 110421)

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 (versione: 7.2.1, livello: 150816)

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 LAMI, CALMET e CALPUFF sono sviluppati da soggetti terzi (ARPA Emilia Romagna e TRC) 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 4.1 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 4.1).

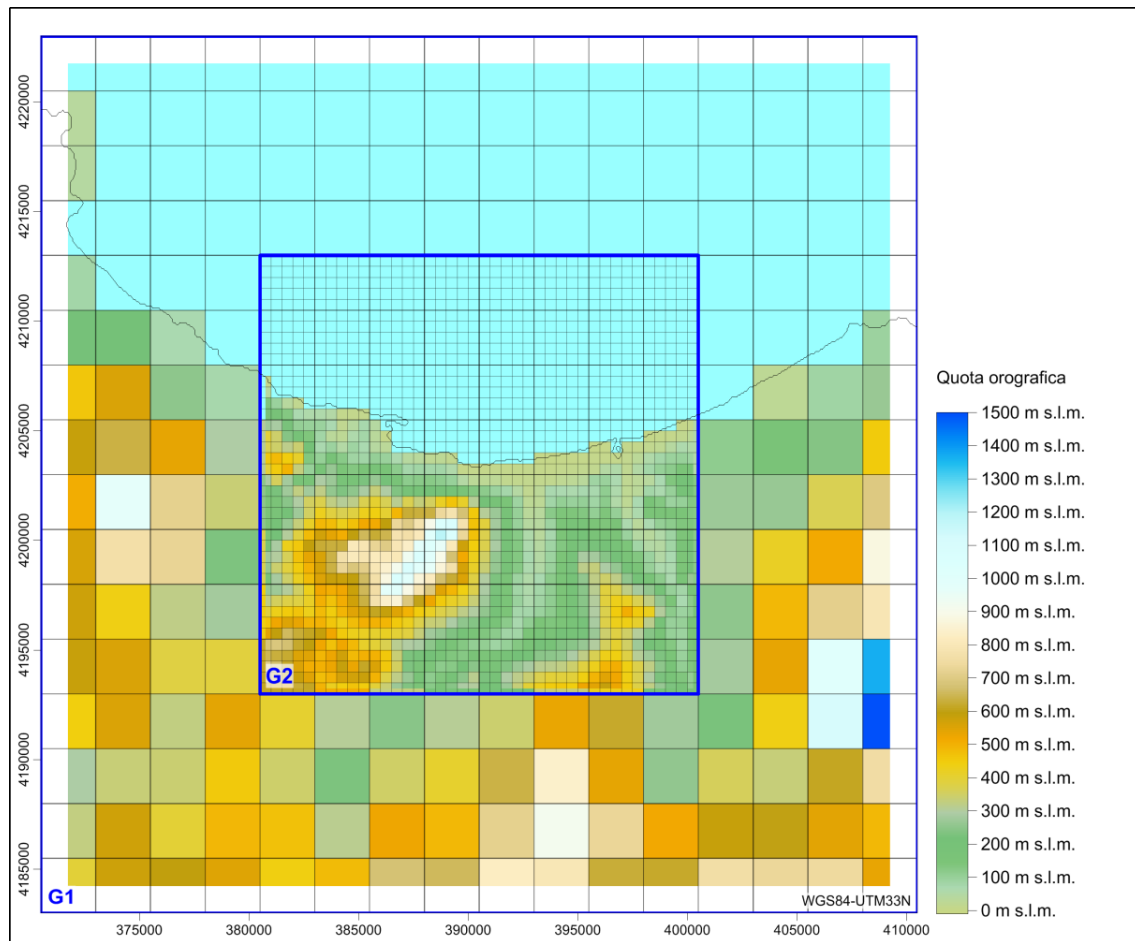
#### *4.4.1.1 Banche dati*

##### *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 4.1 è rappresentato graficamente l'output del pre-processore TERREL.



**Figura 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 ( $z_0$ , 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 4.2).

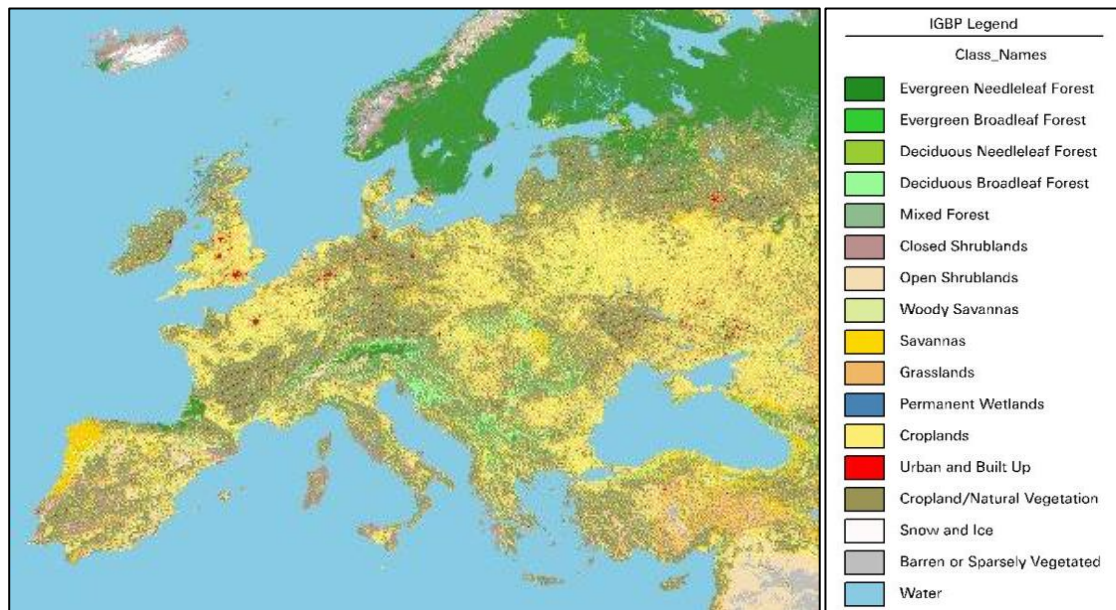


Figura 4.2 – Global Land Cover Characterization (GLCC)

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 4.1). Per ogni categoria CALMET è stato definito un valore medio stagionale di ciascun parametro fisiografico.

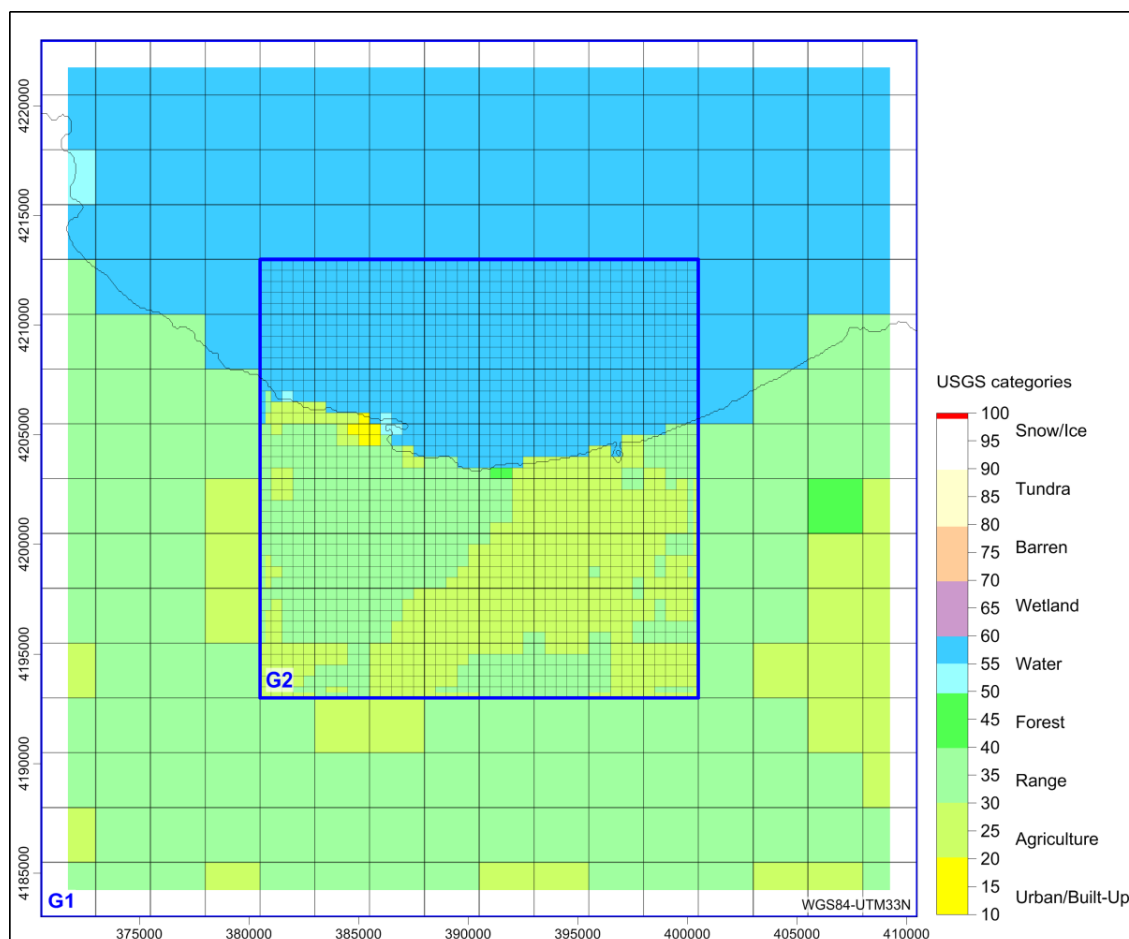
Ad ogni categoria di uso del suolo USGS (come detto, 38 categorie) è stata associata una categoria del sistema di classificazione in uso da CALMET (come detto, 14 categorie), secondo la corrispondenza riportata in Tabella 4.2.

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 4.3 è riporta, per ogni cella dei domini di calcolo CALMET, la categoria di uso del suolo prevalente assegnata dal pre-processore MAKEGEO.

**Tabella 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 4.3 – Classe prevalente di uso del suolo alla risoluzione del modello meteorologico CALMET (elaborazione da fonte: USGS Global)**

**Tabella 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 Enel "Ettore Majorana" di Termini Imerese sono, sia nell'assetto attuale sia in quello di progetto, gli ossidi totali di azoto (NO<sub>x</sub>) ed il monossido di carbonio (CO).

Le simulazioni tengono inoltre conto delle polveri prodotte durante il trasporto delle masse d'aria a seguito della trasformazione di NO<sub>x</sub> in nitrati (particolato secondario).

#### 4.4.1.3 Schemi chimici

Le emissioni di ossidi di azoto sono inizialmente costituite quasi interamente da monossido di azoto (NO). Al fine di tenere conto dei processi di trasformazione di NO in biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), è stato utilizzato lo schema RIVAD/ARM3 (Morris et al., 1988) che include sette specie d'inquinanti (SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>) ed implementa l'ossidazione del monossido di azoto ad opera dell'ozono (O<sub>3</sub>) e la foto-dissociazione diurna del biossido di azoto in monossido di azoto ed ozono.

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 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 4.5 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 – Localizzazione delle postazioni di ozono utilizzate ai fini modellistici (WGS84-UTM32)

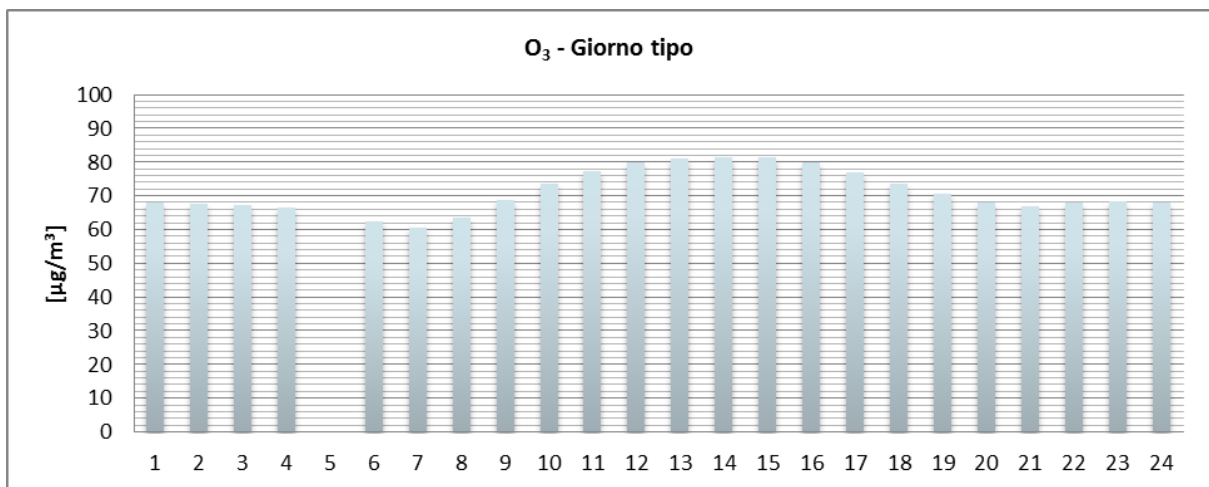


Figura 4.5 – Andamento giornaliero medio delle concentrazioni di ozono nella postazione Termini Imerese

#### 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 4.6 sono visualizzate le ciminiere e le circostanti strutture di altezza potenzialmente interferente nella configurazione di progetto.

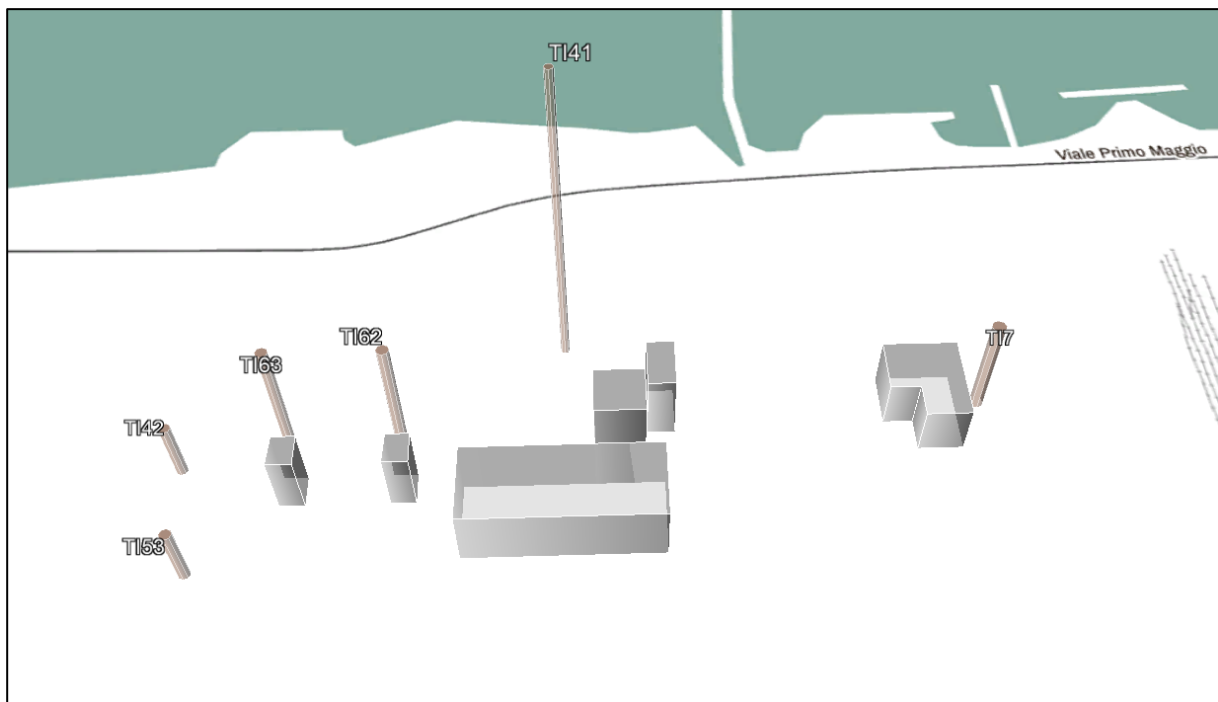


Figura 4.6 – Rappresentazione ai fini dell'effetto "building downwash" delle strutture di interesse in prossimità dei punti di emissione convogliata (© OpenStreetMap contributors)

#### 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 4.3 e Figura 4.7. Nel seguito si presenta l'analisi e il confronto rispetto all'output della catena modellistica dei principali parametri meteorologici.



**Tabella 4.3 – Localizzazione della stazione meteo locale**

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



**Figura 4.7 – Localizzazione della stazione meteo di Palermo Punta Raisi (LICJ)**

#### 4.4.2.2 Confronto modello con misure meteorologiche

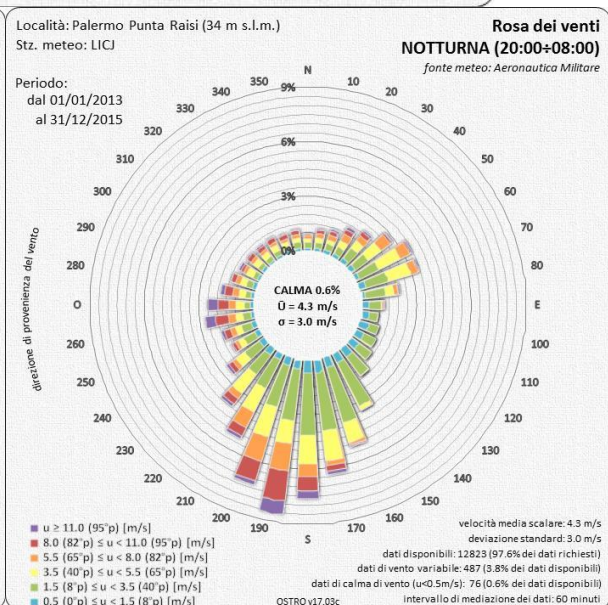
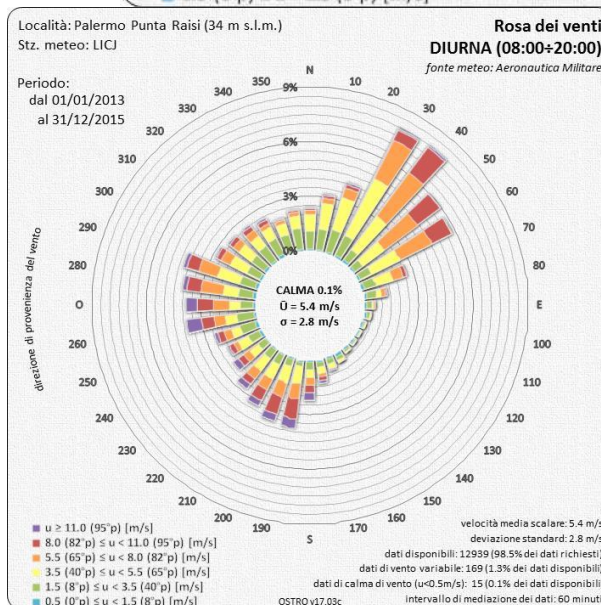
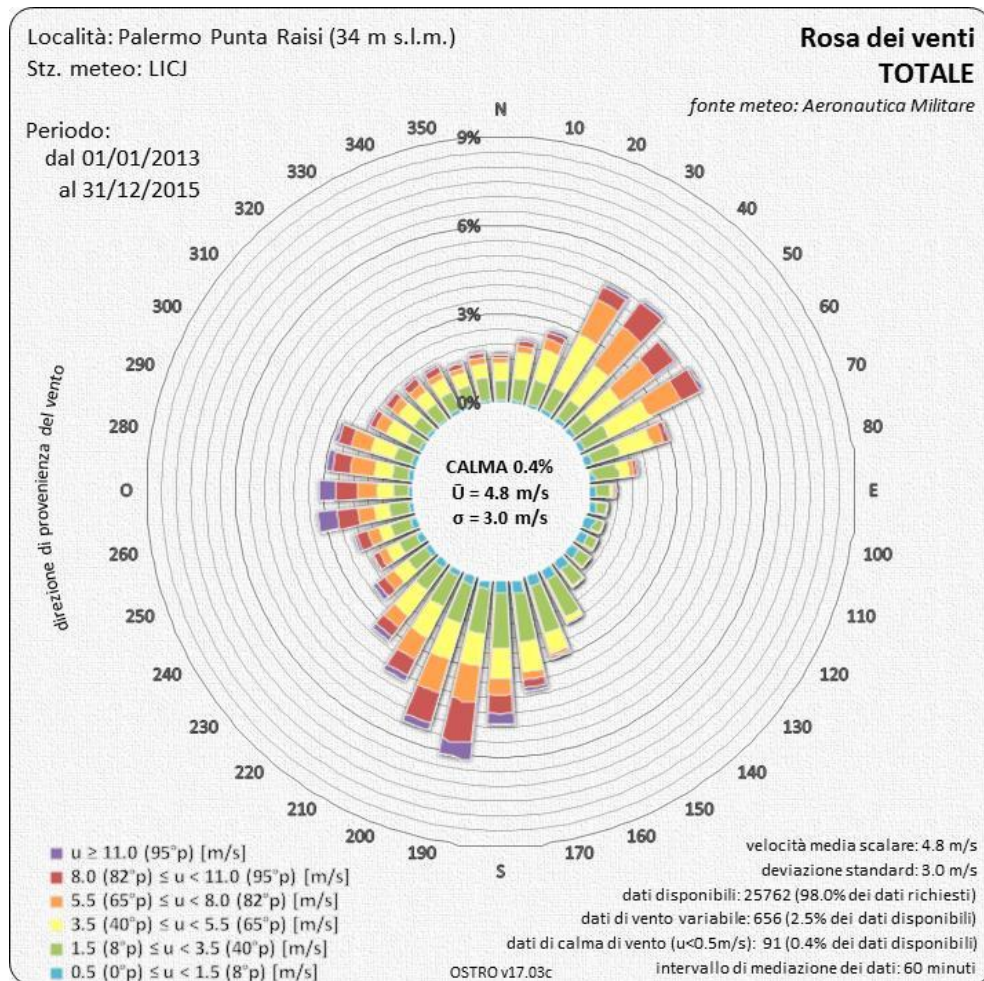
La valutazione della rappresentatività della meteorologia prodotta dai modelli è stata effettuata mediante il confronto tra i principali parametri meteorologici derivati da locali stazioni di misura e corrispondente ricostruzione modellistica.

Nella Figura 4.8 e nella Figura 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 4.10 e Figura 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, nella Tabella 4.5, nella Figura 4.12 e nella Figura 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 misuri 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 4.8 – Dati stazione meteo Palermo Punta Raisi. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati misurati nel periodo 2013-2015.**

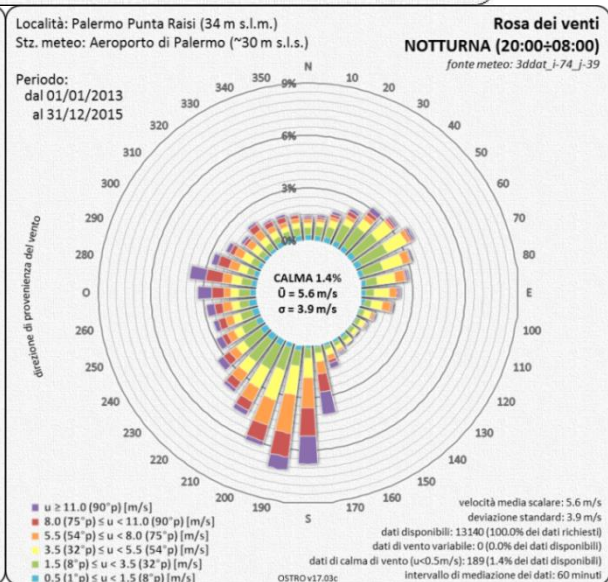
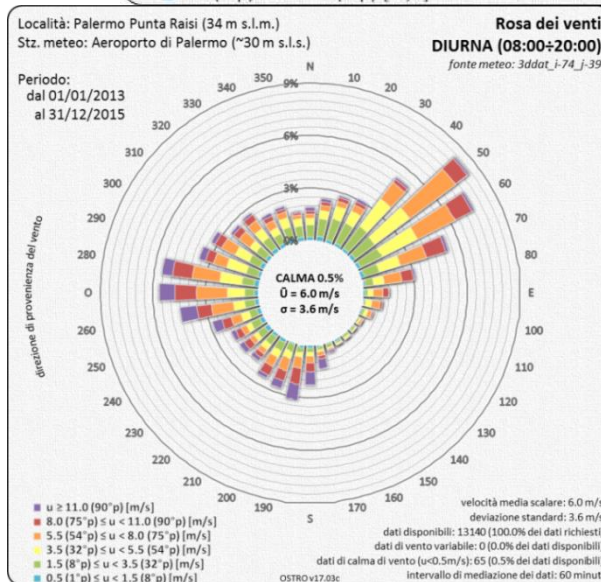
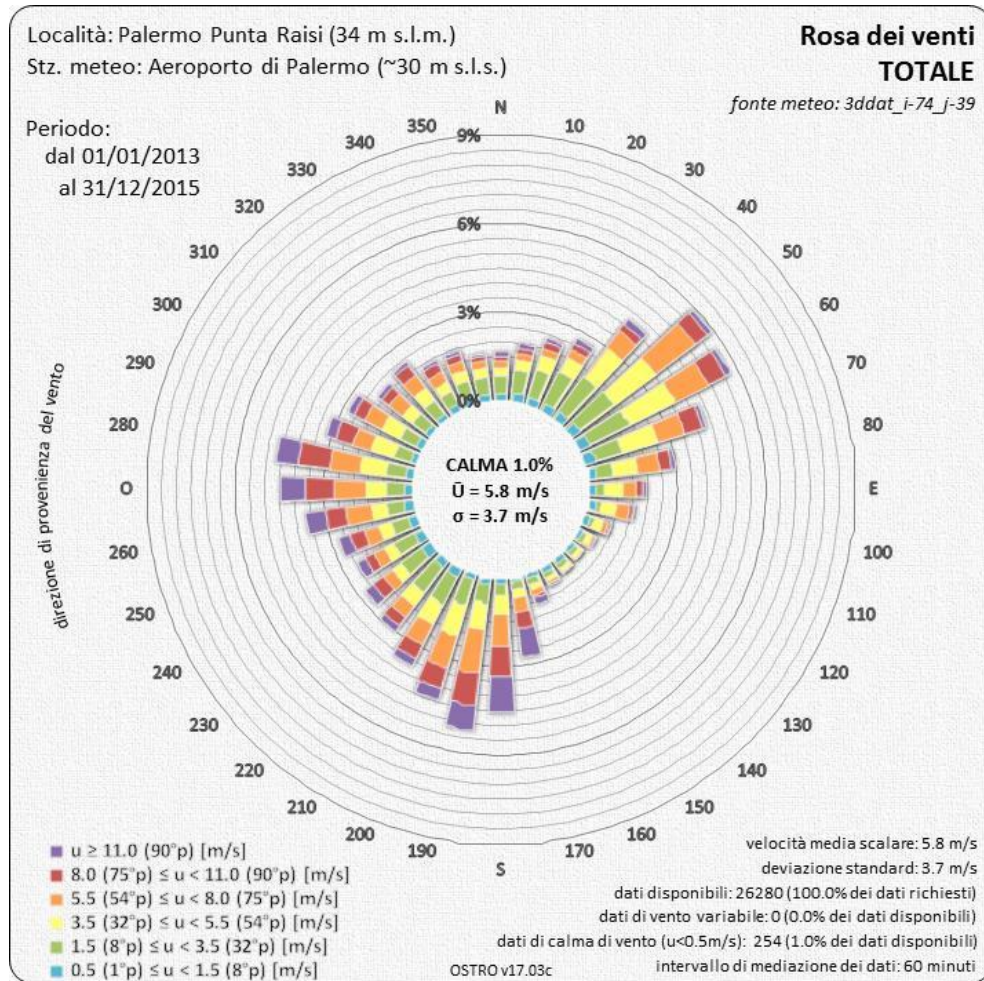
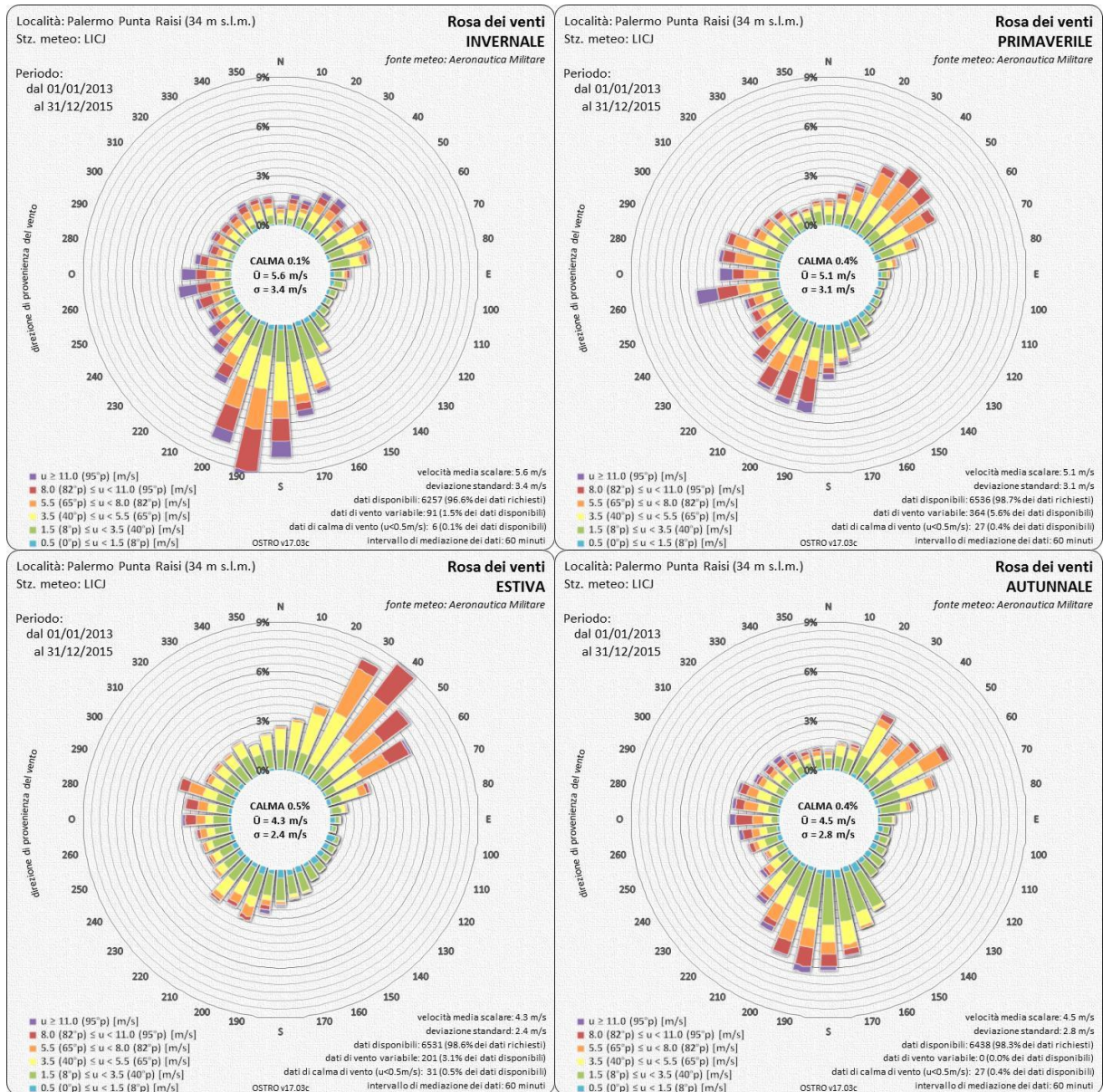


Figura 4.9 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Palermo Punta Raisi. Rose dei venti totale, diurna e notturna. Dati stimati nel periodo 2013-2015.



**Figura 4.10 – Dati stazione meteo Palermo Punta Raisi. Rose dei venti stagionali. Dati misurati nel periodo 2013-2015.**

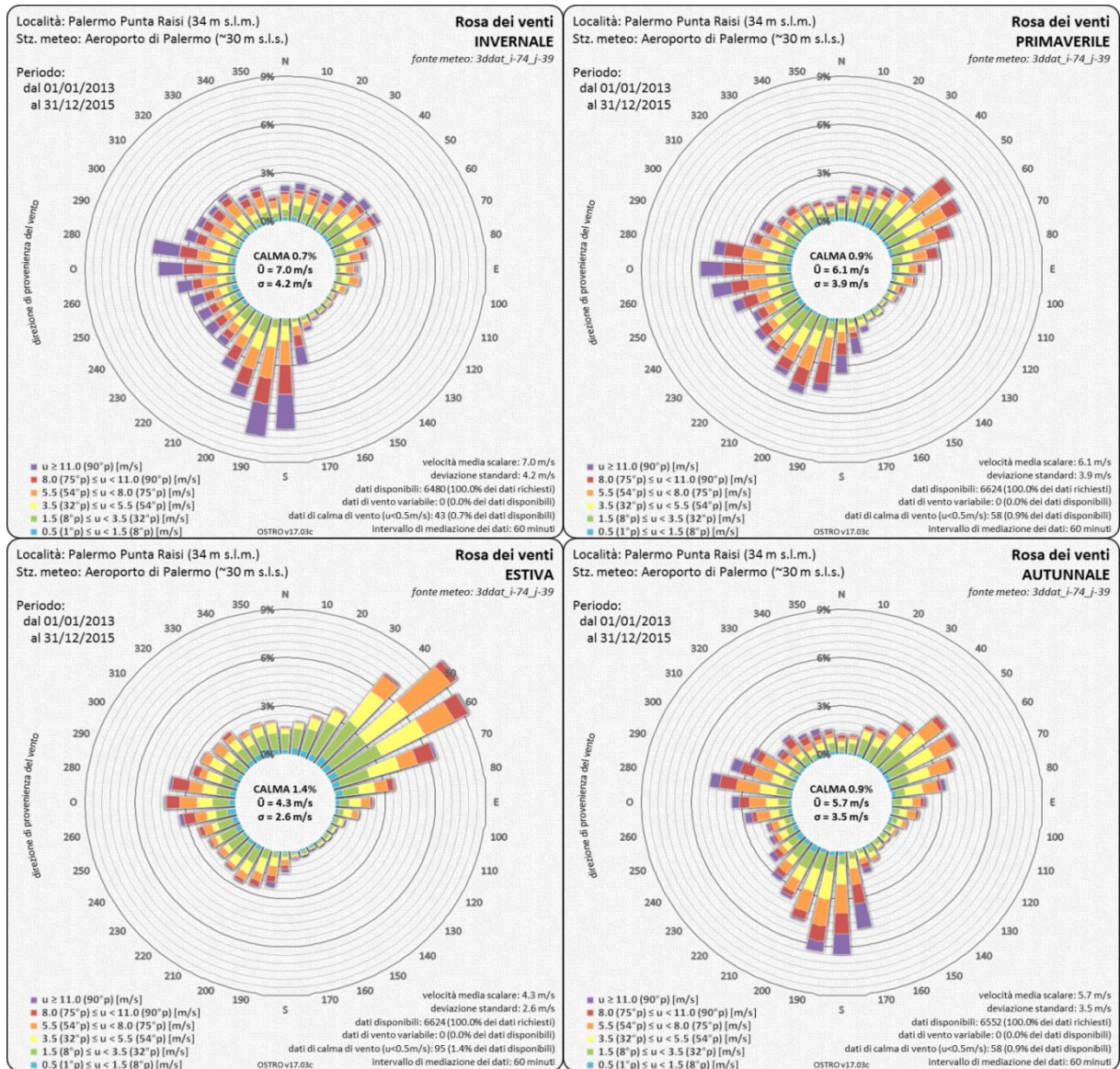
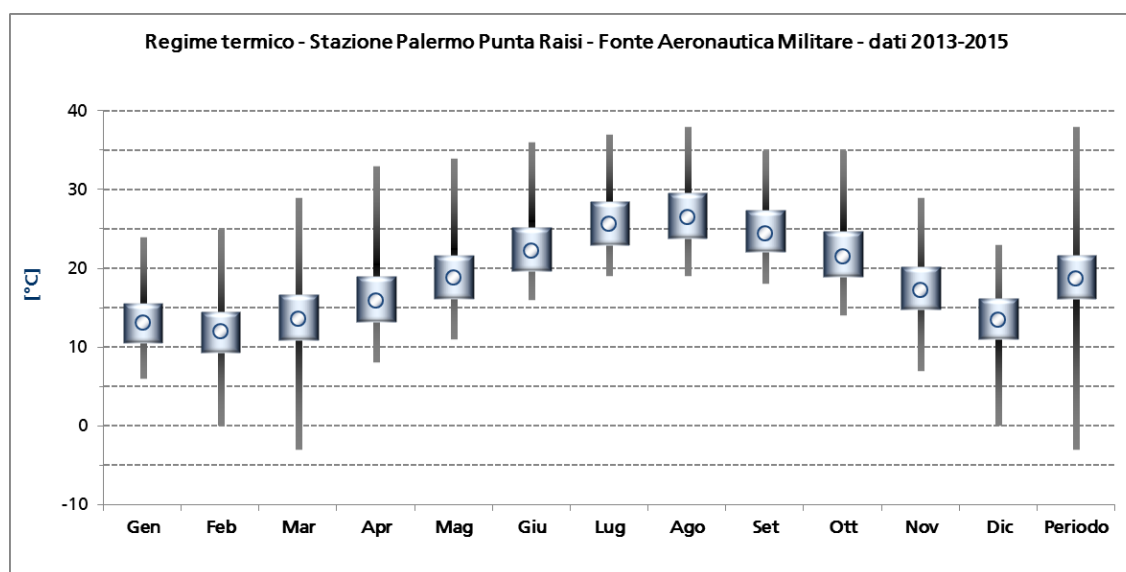


Figura 4.11 – Dati estratti dal modello WRF in corrispondenza della stazione meteo di Palermo Punta Raisi. Rose dei venti stagionali. Dati stimati nel periodo 2013-2015.

**Tabella 4.4 – Temperature stazione di Palermo Punta Raisi (fonte Aeronautica Militare).  
Periodo 2013-2015**

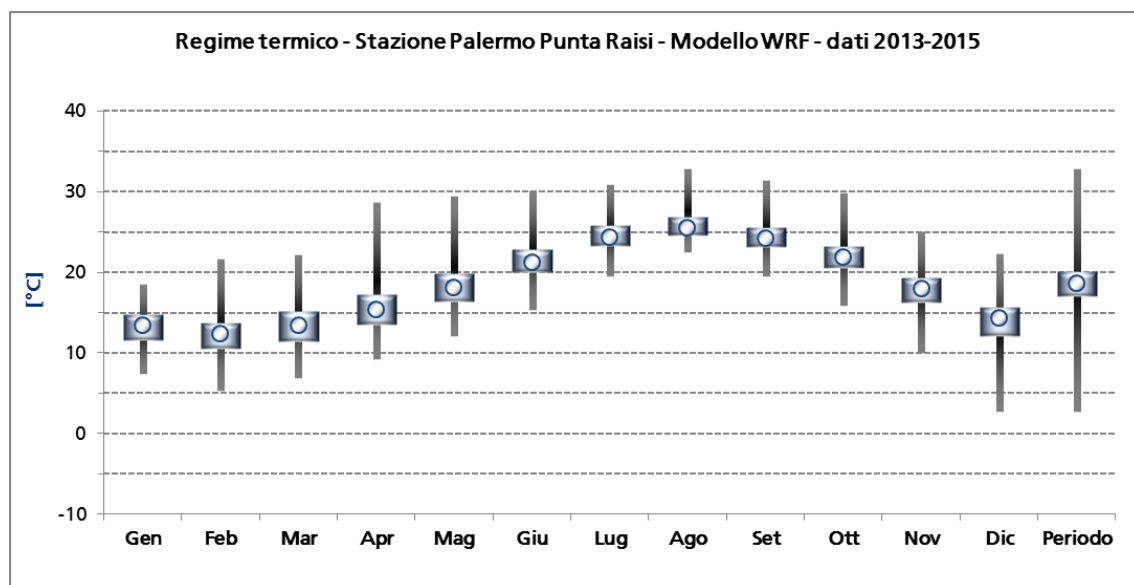
Regime termico - Stazione Palermo Punta Raisi- Fonte Aeronautica Militare - dati 2013-2015													
Parametro	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Med.
Disponibilità	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Massima	24.0	25.0	29.0	33.0	34.0	36.0	37.0	38.0	35.0	35.0	29.0	23.0	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 4.12 – Andamento termico stazione di Palermo Punta Raisi (fonte Aeronautica Militare).  
Periodo 2013-2015.**

**Tabella 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 4.13 – Andamento termico stimato nella stazione di Palermo Punta Raisi (WRF).  
Periodo 2013-2015.**

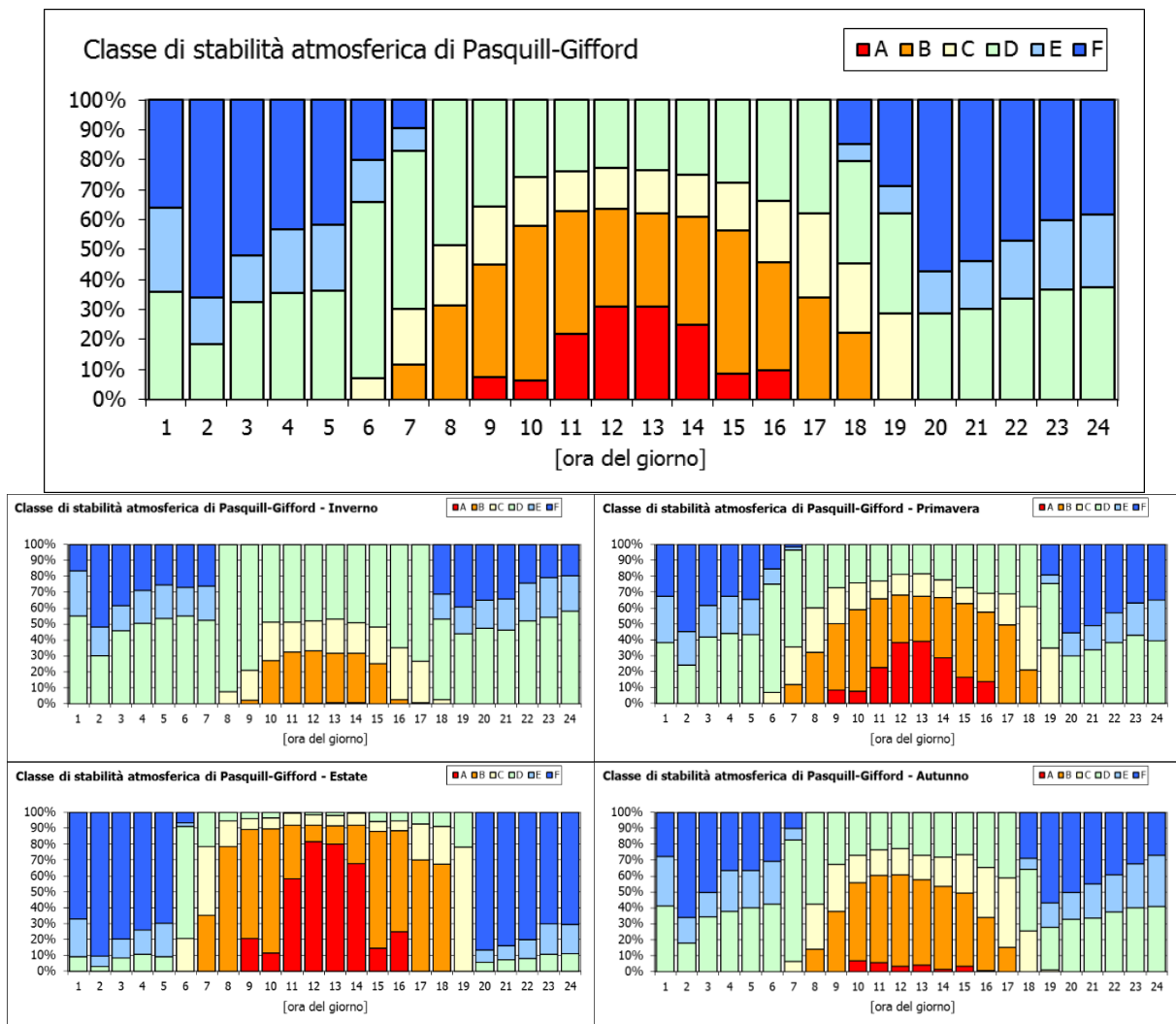
#### 4.4.2.3 Stabilità atmosferica e altezza strato rimescolato nell'area

La Figura 4.14 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

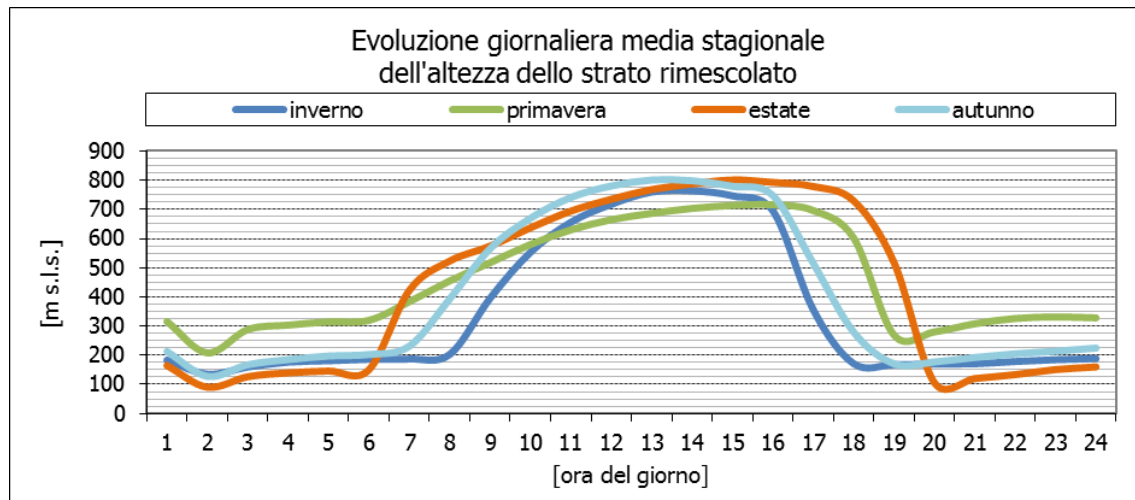


neutralità (classe "D" + "C") risultano rilevanti solo nelle fasi di transizione notte/giorno (ore 6-7) e giorno/notte (ore 19), mentre di giorno si ha chiaramente una prevalenza di situazioni instabili (classi "A" + "B") che nel centro della giornata si attestano intorno al 90% e di notte di quelle stabili (classi "E" + "F") anch'esse intorno al 90%.



**Figura 4.14 – 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 4.15 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 4.15 – 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 bypass dei turbogas.

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

- **Scenario attuale:** emissione dalle unità esistenti TI41 (autorizzata per 1'000 ore/anno), TI42 (autorizzata per 1'500 ore/anno), TI53 (autorizzata per 1'500 ore/anno), TI62, TI63.
- **Scenario di progetto:** emissione dalle unità esistenti TI41 (autorizzata per 1'000 ore/anno), TI62, TI63 e dalle unità oggetto di rifacimento TI42 e TI53 operative per 4'150 ore/anno.

A titolo cautelativo, le unità sono state considerate, per entrambi gli scenari e per l'intera durata della simulazione, esercite a carico nominale costante con concentrazioni pari ai valori limite riportati in Tabella 2.2 e Tabella 2.3. L'assunzione del carico nominale costante per tutta la durata della simulazione alle concentrazioni limite 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.

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 riscaldate 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 NO<sub>x</sub> in emissione dalle unità T162 e T163 soggetti ad un limite di 40 mg/Nm<sup>3</sup> su base oraria (valore adottato dalla simulazione per stimare correttamente i percentili orari) e 30 mg/Nm<sup>3</sup> su base giornaliera (valore adottato in post-processing per riscaldare le concentrazioni su lungo periodo).

## 4.5 Valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria

La Tabella 4.6 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 entrambi gli scenari considerati, anche nel punto di massima ricaduta.

**Tabella 4.6 – 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 x 18 km <sup>2</sup>			
				Valore massimo		Valore medio	
				Sc. attuale	Sc. di prog.	Sc. attuale	Sc. di prog.
01	NO <sub>2</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	40 (V.L.)	2.71	2.69	0.27	0.27
02	NO <sub>2</sub> – Conc. oraria superata 18 volte per anno	µg/m <sup>3</sup>	200 (V.L.)	130	110	22	18
03	NO <sub>x</sub> – Concentrazione media annua	µg/m <sup>3</sup>	30 (L.C.)	3.47	3.45	0.33	0.33
04	CO – Conc. media massima giorn. su 8 ore	mg/m <sup>3</sup>	10 (V.L.)	0.146	0.086	0.022	0.015

<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

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 attuale e di progetto.

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 4.7. Infine, il suffisso “a” o “p” identifica rispettivamente lo scenario Attuale o quello di Progetto.

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 4.7 – 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	CO – Concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore

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

Le **tavole 01** riportano le concentrazioni medie nel periodo di NO<sub>2</sub> determinate dalle emissioni della centrale di Termini Imerese, negli scenari Attuale (.a) e di Progetto (.p). Il valore nel punto di massimo impatto relativo allo scenario Attuale 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.

Per quanto riguarda le mappe relative alla Centrale nello scenario di Progetto (.p), non si notano sostanziali cambiamenti: il valore nel punto di massimo impatto rimane di 2.7 µg/m<sup>3</sup>, ed è sempre localizzato a circa 1.5 km in direzione SSO dalla Centrale.

Le **tavole 02** riportano le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> associate alle emissioni della centrale di Termini Imerese, negli scenari Attuale (.a) e di Progetto (.p), 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 valore nel punto di massimo impatto relativo allo scenario Attuale è di 130 µg/m<sup>3</sup>, localizzato 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>.

Per quanto riguarda le mappe relative alla Centrale nello scenario di Progetto (.p), il pattern delle concentrazioni è simile a quello dello scenario Attuale, con il valore nel punto di massimo impatto di 110 µg/m<sup>3</sup>, localizzato in un’area che si estende per circa 2 km in direzione SSO con valori di concentrazioni che rimangono superiori a 75 µg/m<sup>3</sup>.

Le **tavole 03** riportano le concentrazioni medie nel periodo di NO<sub>x</sub> determinate dalle emissioni della centrale di Termini Imerese, negli scenari Attuale (.a) e di Progetto (.p). Il valore nel punto di massimo impatto relativo nello scenario Attuale è di 3.5 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di un valore limite di 30 µg/m<sup>3</sup>, localizzato in un’area a circa 2 km in direzione SSO dalla Centrale.

Per quanto riguarda le mappe relative alla centrale nello scenario di Progetto (.p), non si notano sostanziali cambiamenti: il valore nel punto di massimo impatto rimane di  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sempre localizzato in un'area a circa 2 km in direzione SSO dalla Centrale.

#### 4.5.2 CO

Le **tavole 04** riportano le massime concentrazioni medie sulle 8 ore di CO determinate dalle emissioni della centrale di Termini Imerese, negli scenari Attuale (.a) e di Progetto (.p). Il valore massimo è di  $0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$  nello scenario Attuale, a fronte di un valore limite di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ . L'area con concentrazioni superiori ai  $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$  è localizzata tra circa 0.5 e 2.0 km in direzione SO dalla Centrale.

Per quanto riguarda le mappe relative alla centrale nello scenario di Progetto (.p), si stima un valore massimo inferiore a  $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ . L'area con le concentrazioni massime superiori a  $0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  si estende intorno alla centrale per circa 3 km a SO e circa 0.5 km a NE e per circa 2 km a SE e O.

## 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 Maiorana" di Termini Imerese nell'attuale assetto autorizzato e nell'assetto proposto dal progetto di rifacimento di 2 unità di produzione esistenti.

Il progetto proposto prevede un miglioramento delle performance ambientali delle unità esistenti rispetto a quanto attualmente autorizzato; in particolare viene proposto il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalle *Best Available Techniques Reference document* (BRef) di settore, senza necessità di deroga, e una riduzione delle emissioni annue rispetto alla configurazione ad oggi autorizzata anche con un limite massimo di funzionamento pari a 4'150 ore/anno per unità. L'aggiornamento tecnologico inoltre consentirà di trarre una più elevata efficienza energetica e conseguentemente una riduzione della potenza termica installata.

Gli scenari ricostruiti per via modellistica sono:

- a) Scenario attuale: unità TG esistenti TI41, TI42, TI53, TI62, TI63;
- b) Scenario di progetto: unità TG esistenti TI41, TI62, TI63 e due nuove unità TG di ultima generazione in sostituzione delle esistenti TI42 e TI53.

Lo studio ha propedeuticamente analizzato le caratteristiche meteorologiche del sito e dello stato attuale della qualità dell'aria.

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.

Lo stato attuale della qualità dell'aria dell'intera regione è stato valutato attraverso l'analisi dei dati della rete di monitoraggio dell'ARPA Sicilia. Per il monitoraggio della qualità dell'aria, la rete regionale ha potuto fare affidamento per l'anno 2018 sulle stazioni di Partinico e Termini Imerese, che non hanno rilevato superamenti dei valori limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010 sia per SO<sub>2</sub>, sia per CO che per PM<sub>10</sub>, 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.

I risultati prodotti dalla catena modellistica hanno permesso di identificare le aree maggiormente interessate dall'impatto determinato dalle emissioni della Centrale sia nello scenario attuale sia nello scenario di progetto, 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.

Grazie al maggiore rendimento elettrico e alle migliori performance ambientali delle unità oggetto di intervento rispetto alle attuali, il progetto consente di aumentare la produzione di energia elettrica e una leggera riduzione del bilancio massico annuo rispetto all'assetto autorizzato dell'impianto sia per NO<sub>x</sub> (-0.02%), sia per CO (-2.2%).

Anche la valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria ambiente delle emissioni associate all'esercizio della Centrale consente di stimare, a seguito della realizzazione dell'intervento, un leggero miglioramento delle ricadute associabili all'impianto, per altro già trascurabili o poco significative nel loro attuale assetto. In termini di concentrazione media annua di NO<sub>2</sub>, le stime modellistiche indicano sia per lo scenario attuale sia per quello di progetto contributi al più di 2.7 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di un valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>. In termini di percentili orari, risulta evidente il miglioramento apportato dallo scenario di progetto, con una riduzione della stima sul contributo della Centrale nel punto di massimo impatto del 15% per la concentrazione oraria di NO<sub>2</sub> superata 18 volte per anno civile, e del 41% per la concentrazione media massima giornaliera calcolata su 8 ore di CO.

## 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 Epson Meteo - Expert Meteo (<http://www.meteonetwork.it>).

ARPA Sicilia "ANNUARIO DEI DATI AMBIENTALI 2018"

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

ARPA Sicilia, Struttura Territoriale di Palermo "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.