



Rapporto Qualità dell'Aria 2016

*Dati rilevati dalla rete nell'anno 2016 con raffronti verso
gli anni precedenti*





1 - INTRODUZIONE

Quando, alcuni anni fa, ho ricevuto l'onore di essere chiamato a presiedere questo Consorzio ho avuto modo, pubblicamente, di affermare che sarei stato soddisfatto nel contribuire con le mie poche conoscenze e capacità ad abbattere, anche solo di qualche punto, lo stato di inquinamento della zona interessata. Ebbene, dai dati prodotti sia dal C.I.P.A. che dalla Provincia e dall'Arpa risulta che le concentrazioni delle molecole universalmente classificate come pericolose risultano molto più basse dei limiti previsti dalla legge e, soprattutto, molto più basse, oggi, rispetto al giorno in cui ho assunto le mie responsabilità. Il benzene è stato più che dimezzato attestandosi nell'intorno di qualche frazione di punto con un limite di legge di 5 µg/metro cubo di aria come media dell'anno; gli idrocarburi policiclici aromatici sono presenti in concentrazioni insignificanti; le concentrazioni dei metalli pesanti non superano quasi mai i limiti di sensibilità del metodo. In parole povere sono, addirittura, difficilmente misurabili.

Certo non posso dire di aver contribuito a trasformare la zona industriale in un "Eden" ma posso serenamente affermare di aver contribuito a trasformare la zona industriale in un luogo dove si può vivere e produrre serenamente senza paure. E' chiaro che, per chi non vive i problemi dell'ambiente dall'interno, è difficile credere che i cattivi odori prodotti dalle molecole solforate e dagli idrocarburi non metanici non abbiano nessun impatto sulla salute, ma è così ed è per questo che fino a quando avrò la responsabilità della produzione e della gestione dei dati dell'ambiente aeriforme mi batterò per far capire a tutti che non sempre quel che appare è vero. Bisogna far capire che non sempre l'accensione di una torcia è un fatto negativo, anzi! L'accensione della torcia, che tanta preoccupazione induce nella popolazione, è il segnale che tutto funziona, che gli equilibri pressori sono mantenuti, che la sicurezza è assicurata.

Un fatto, tuttavia, è certo: che proprio per la percezione di odori sgradevoli e di paure indotte, la qualità della vita delle persone non sempre è accettabile perché non è detto che la mancanza di pericoli sia l'unico parametro utilizzabile per misurare la qualità della vita. Io penso che ogni individuo, ogni comunità ha il diritto di respirare aria pulita senza sostanze pericolose ma anche senza odori ed è per questo che mi batterò assieme alle industrie, ai miei collaboratori ed alle autorità preposte per addivenire ad un miglioramento costante della qualità dell'aria perché sia priva di sostanze pericolose ma anche di odori.

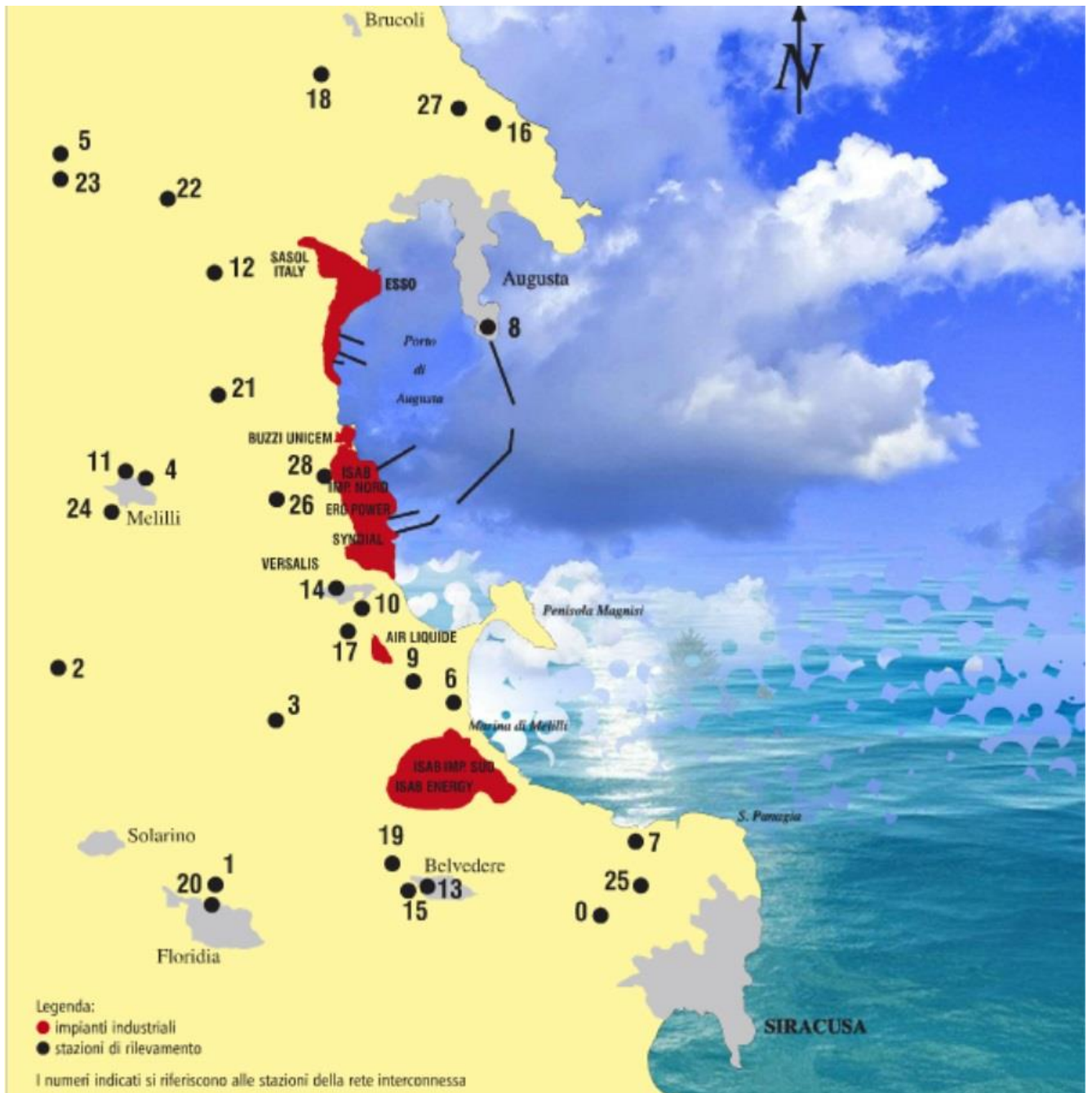
In ogni caso ringrazio tutti, e particolarmente le aziende consorziate che, con intelligenza e con notevoli investimenti hanno consentito di raggiungere i superiori obiettivi e ad esse, così come ho fatto fino ad oggi, continuerò a chiedere una maggiore attenzione assieme ad interventi tecnici atti ad eliminare non solo le sostanze pericolose ma anche quelle fastidiose, per eradicare ogni dubbio nella popolazione e migliorarne la qualità della vita. Contemporaneamente mi batterò con ogni mezzo lecito per affermare la verità, riaffermando la possibilità di un normale sviluppo dei rapporti tra le industrie e le popolazioni e cioè tra il lavoro e la salute delle popolazioni interessate.

Prof. S. Sciacca

Presidente

2 – LA RETE INTERCONNESSA

Figura 1 - Dislocazione impianti e cabine di monitoraggio



Tab. 1 - Elenco Stazioni Rete Interconnessa - CIPA

N° Stazione	Località	N° Stazione Rete Interconnessa	Parametri Misurati
Rete Libero Consorzio Comunale di Siracusa			
1	Scala Greca	7	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - O ₃ - CH ₄ - NMHC - VV - DV - TEMP - UMR - RADIAZ. GLOBALE - SIGMA - PRESS. ATMOSFERICA - PASQUILL - PLUVIOMETRO
2	Augusta	8	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - O ₃ - CH ₄ - NMHC - H ₂ S - PM10 - PM2.5
3	Ciapi	9	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - O ₃ - CH ₄ - NMHC - H ₂ S - PM10 - PM2.5 - CO - VV - DV - TEMP - UMR - RADIAZ. GLOBALE - SIGMA - PRESS. ATMOSFERICA - PASQUILL - PLUVIOMETRO
4	Priolo	10	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - O ₃ - CH ₄ - NMHC - H ₂ S - PM10 - PM2.5 - BTX
5	Melilli	11	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - O ₃ - CH ₄ - NMHC - H ₂ S - PM10 - PM2.5 - AIRSENSE - VV - DV - TEMP - UMR - RADIAZ. GLOBALE - SIGMA - PRESS. ATMOSFERICA - PASQUILL - PLUVIOMETRO
6	S. Cusumano	12	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - O ₃ - CH ₄ - NMHC - H ₂ S - PM10 - BTX - VV - DV - TEMP - UMR - RADIAZ. GLOBALE - SIGMA - PRESS. ATMOSFERICA - PASQUILL - PLUVIOMETRO
7	Belvedere	13	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - O ₃ - CH ₄ - NMHC - H ₂ S - PM10 - OPC
8	Priolo Scuola	14	CH ₄ - NMHC - VV - DV - TEMP - UMR - RADIAZ. GLOBALE - SIGMA - PRESS. ATMOSFERICA - PASQUILL - PLUVIOMETRO
9	Belvedere Castello	15	VV - DV - TEMP - UMR - RADIAZ. GLOBALE - SIGMA - PRESS. ATMOSFERICA - PASQUILL - PLUVIOMETRO
10	Augusta Monte Tauro	16	VV - DV - TEMP - UMR - RADIAZ. GLOBALE - SIGMA - PRESS. ATMOSFERICA - PASQUILL - PLUVIOMETRO
Rete Consorzio Industriale Protezione Ambiente			
1	San Focà	17	SO ₂ - H ₂ S - NO _x - NO - NO ₂ - PM10 - PM2.5 - BTX - Spettrometro di Massa Airsense
2	Brucoli	18	SO ₂
3	Belvedere	19	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - PM10 - PM2.5 - BTX - CH ₄ - NMHC - THC - O ₃ - C2/C12(Precursori Ozono) - TRS (Composti Solforati a Bassa Soglia Olfattiva)
4	Floridia	20	SO ₂
5	Farodromo	21	SO ₂ - H ₂ S - PM10 - TRS (Composti Solforati a Bassa Soglia Olfattiva)
6	Ogliastro	22	SO ₂ - PM10 - PM2.5
7	Villasmundo	23	SO ₂ - NO _x - NO - NO ₂ - CH ₄ - NMHC - THC - O ₃ - VV - DV - T - UR - DVVET - RAD.GLOB - PASQUILL - SIGMA - PRESS
8	Melilli	24	SO ₂ - H ₂ S - NO _x - NO - NO ₂ - CH ₄ - PM10 - PM2.5 - NMHC - THC - O ₃ - BTX - VV - DV - T - UR - DVVET - PASQUILL - SIGMA - C2/C12(Precursori Ozono) - TRS (Composti Solforati a Bassa Soglia Olfattiva) - OPC (Contatore Ottico di Particelle)
9	Siracusa	25	SO ₂ - VV - DV - T - UR - DVVET - PASQUILL - SIGMA - PM2.5 - TRS (Composti Solforati Bassa Soglia Olfattiva)
10	Bondifè	26	SO ₂
11	Augusta	27	SO ₂ - PM10 - PM2.5 - BTX
12	Cipa	28	VV - DV - T - UR - DVVET - RAD.GLOB - RAD.NETTE - PASQUILL - SIGMA - PRESS - PLUVIOMETRO - RASS

Le stazioni da 1 a 6 (Rete Enel, parametro SO₂) non sono operative.



3 – LA STRUMENTAZIONE E I PARAMETRI MONITORATI

Gli analizzatori in uso alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Consorzio Industriale Protezione Ambiente sono conformi ai metodi di misurazione di riferimento come richiesto dal D.lgs. n°155/2010.

Analita	Modello	Metodo di riferimento
Biossido di zolfo	Teledyne 100E	UNI EN 14212
Ossidi di azoto	Teledyne 200E	UNI EN 14211
Ozono	Teledyne 400E	UNI EN 14625
Acido Solfidrico	Teledyne 101E	Ossidazione catalitica + UNI UN 14212
Benzene	Chromatotech Airtoxic	UNI EN 14662-3
Metano/NMHC	Nira 301	Gas cromatografia
Composti Organici Volatili	Chromatotech Airmozone	Gas cromatografia
PM ₁₀ /PM _{2.5}	FAI Swam 5/5a	UNI CEN/TS 16450

Gli analizzatori eseguono in automatico ogni 24h una taratura notturna di zero e span mediante tubi di permeazione, bombole di lavoro a bassa concentrazione o generatori di ozono al fine di verificarne lo stato di taratura e per evidenziare derive a due diversi livelli di concentrazione. Ogni 12 mesi viene verificata, inoltre, la linearità dell'analizzatore (Lack of Fit) mediante diluizione dinamica di bombole ad alta concentrazione certificate LAT, riferibili quindi a campioni nazionali e internazionali.

Nelle pagine che seguono verranno presentati i risultati del monitoraggio effettuato nel 2016 unitamente ad un giudizio sulla qualità dell'aria rispetto ai singoli parametri monitorati, basato sul confronto tra le concentrazioni misurate e i limiti previsti dalla normativa vigente e, in assenza, da autorevoli linee guida internazionali come quelle prodotte dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

È una mole notevole di dati: basti pensare che tutti gli strumenti messi insieme ogni anno eseguono circa 2.000.000 di controlli sull'aria che respiriamo!

3.1 BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂) – RETE CIPA

Il biossido di zolfo è un gas incolore, dal caratteristico odore pungente, che si forma per ossidazione dello zolfo. Le emissioni principali derivano da processi naturali (ad esempio i vulcani) ed in maggior parte da processi antropogenici legati alle combustioni, quali le produzioni industriali, gli impianti termici, la produzione di energia ed il traffico.

È un composto estremamente irritante per le mucose nasali e per le vie respiratorie superiori. L'azione principale operata ai danni dell'ambiente consiste nell'acidificazione delle piogge con la conseguente compromissione dell'equilibrio degli ecosistemi interessati.

La valutazione dello stato attuale del presente indicatore si è basata sul numero di superamenti, registrati presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete del CIPA, rispetto ai limiti stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 e successive modifiche:

Tab.2 – Valori limite di riferimento D.Lgs. 155/10

PARAMETRO	DENOMINAZIONE DEL LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	SUPERAMENTI ANNO
SO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	Massimo 24
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	Massimo 3
	Soglia allarme per la protezione salute umana	1 ora ¹	500 µg/m ³	--
	Livello critico annuale per la protezione dell'ecosistema	1 anno	20 µg/m ³	--
	Livello critico invernale per la protezione dell'ecosistema	1 Ottobre – 31 Marzo	20 µg/m ³	--
Raccolta minima dei dati validi prevista dal D.LGS 155/ 2010: 90%				

Nelle tabelle sottostanti sono riportate, per ogni stazione di monitoraggio della rete del Consorzio Industriale Protezione Ambiente, le concentrazioni misurate nell'anno 2016 e gli eventuali superamenti dei limiti descritti in tabella 2, con un raffronto con le medie registrate nei quattro anni precedenti.

Tab. 3.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 1 San Foca' U.M. µg/m ³					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	3	1	2	2	3
50°Percentile media oraria	1	1	1	1	1
98°Percentile media oraria	19	3	13	15	19
Valore massimo orario	280	15	121	164	75
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	26	3	25	17	15
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	2	1	1	1	2
Raccolta dati validi	99,6%	99,0%	98,8%	98,7%	95,8%

¹Il superamento della soglia deve essere misurato per tre ore consecutive.

Tab. 3.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 2 Brucoli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	2	1	1	1	1
50°Percentile media oraria	1	1	1	1	1
98°Percentile media oraria	10	5	7	6	7
Valore massimo orario	76	94	75	52	52
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	20	12	9	10	8
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	1	1	1	1	1
Raccolta dati validi	98,5%	98,4%	98,7%	98,7%	99,6%

Tab. 3.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 3 Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	3	3	2	2	3
50°Percentile media oraria	<0,1	0,2	0,3	0,3	0,3
98°Percentile media oraria	25	24	17	22	25
Valore massimo orario	343	176	137	157	154
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	28	18	14	32	19
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	1	1	2	1	1
Raccolta dati validi	98,5%	96,7%	97,8%	95,8%	97,5%

Tab. 3.4 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 4 Florida U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	3	2	1	1	2
50°Percentile media oraria	1	1	0,3	0,1	0,1
98°Percentile media oraria	23	15	12	12	22
Valore massimo orario	126	77	59	134	106
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	21	16	12	11	17
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	2	1	1	0	1
Raccolta dati validi	99,5%	98,1%	99,8%	98,9%	99,6%

Tab. 3.5 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 5 Farodromo U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	3	3	4	4	4
50°Percentile media oraria	0,1	0,1	2	2	2
98°Percentile media oraria	33	20	29	22	28
Valore massimo orario	209	232	153	157	181
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	27	42	28	12	41
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	1	1	3	3	3
Raccolta dati validi	99,2%	98,2%	95,5%	94,3%	99,4%

Tab. 3.6 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 6 Ogliastro U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	6	4	3	3	4
50°Percentile media oraria	1	1	1	0,2	0,2
98°Percentile media oraria	72	35	31	35	43
Valore massimo orario	335	217	218	225	308
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	49	34	37	28	36
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	3	2	2	2	1
Raccolta dati validi	97,9%	93,5%	99,1%	97,7%	98,4%

Tab. 3.7 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 7 Villasmundo U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	5	3	3	2	3
50°Percentile media oraria	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
98°Percentile media oraria	70	42	35	27	42
Valore massimo orario	225	165	139	144	217
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	38	30	40	30	34
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	2	1	1	1	1
Raccolta dati validi	97,7%	98,3%	98,2%	96,9%	98,7%

Tab. 3.8 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 8 Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	6	4	3	4	3
50°Percentile media oraria	3	2	1	1	0,1
98°Percentile media oraria	32	22	17	27	29
Valore massimo orario	214	269	157	240	197
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	48	32	19	33	32
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	5	2	2	2	2
Raccolta dati validi	98,8%	92,8%	98,9%	97,8%	98,6%

Tab. 3.9 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 9 Siracusa U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	--	1	1	1	1
50°Percentile media oraria	--	1	0,3	0,1	0,5
98°Percentile media oraria	--	4	5	6	7
Valore massimo orario	--	20	32	31	67
N° superamenti limite orario	--	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	--	6	5	5	11
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	--	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	--	2	1	1	1
Raccolta dati validi	31,3%	98,5%	97,7%	98,2%	99,4%

Tab. 3.10 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

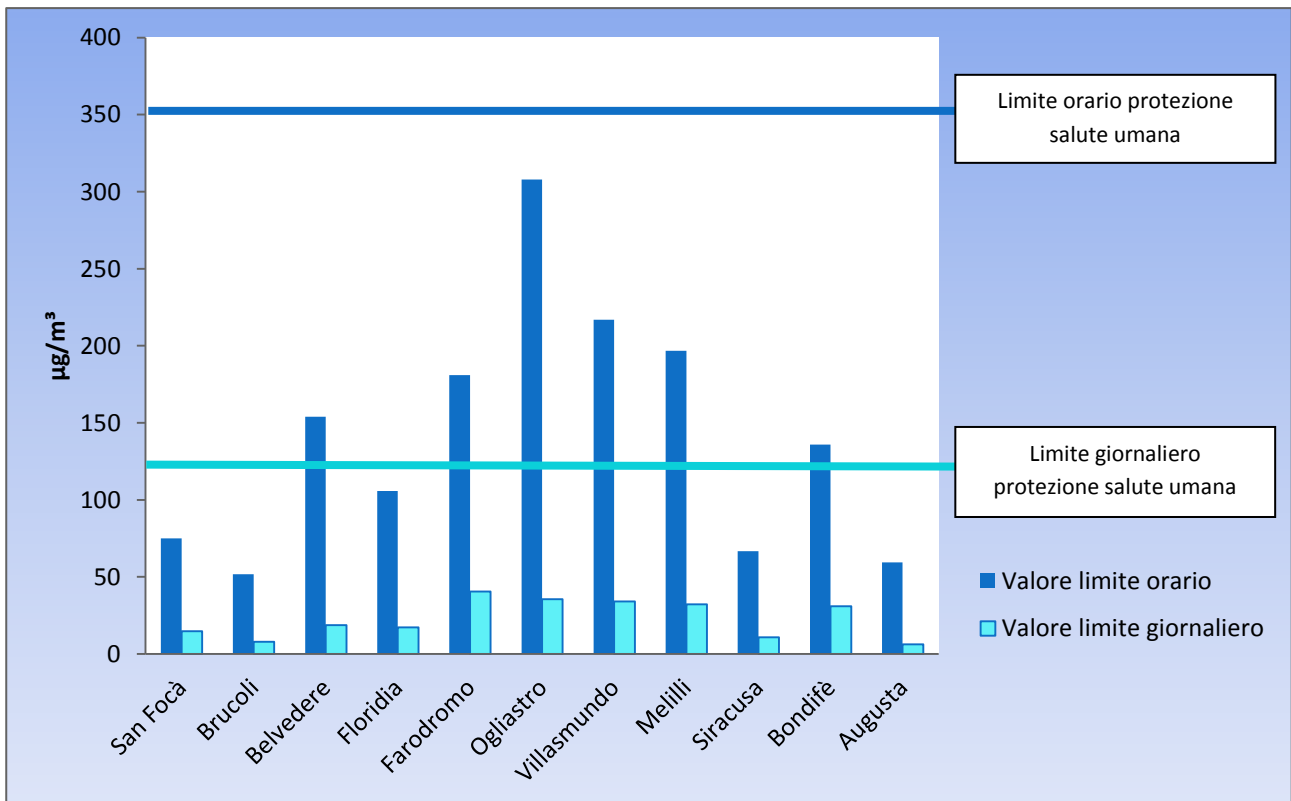
Stazione n° 10 Bondife' U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	4	2	2	2	3
50°Percentile media oraria	<0,1	0,1	<0,1	0,3	1
98°Percentile media oraria	41	21	19	21	25
Valore massimo orario	269	88	148	139	136
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	36	19	29	37	31
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	2	1	1	1	2
Raccolta dati validi	92,0%	97,0%	98,0%	97,5%	98,0%

Tab. 3.11 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione n° 11 Augusta U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale protezione ecosistema	1	1	1	1	1
50° Percentile media oraria	1	1	0,4	0,2	0,1
98° Percentile media oraria	3	6	2	6	5
Valore massimo orario	41	48	48	26	59
N° superamenti limite orario	0	0	0	0	0
Valore massimo giornaliero	5	6	5	7	6
N° superamenti valore limite giornaliero protezione salute	0	0	0	0	0
Media invernale protezione ecosistema (Ott-Mar)	1	1	1	1	1
Raccolta dati validi	97,8%	95,5%	99,1%	98,2%	98,4%

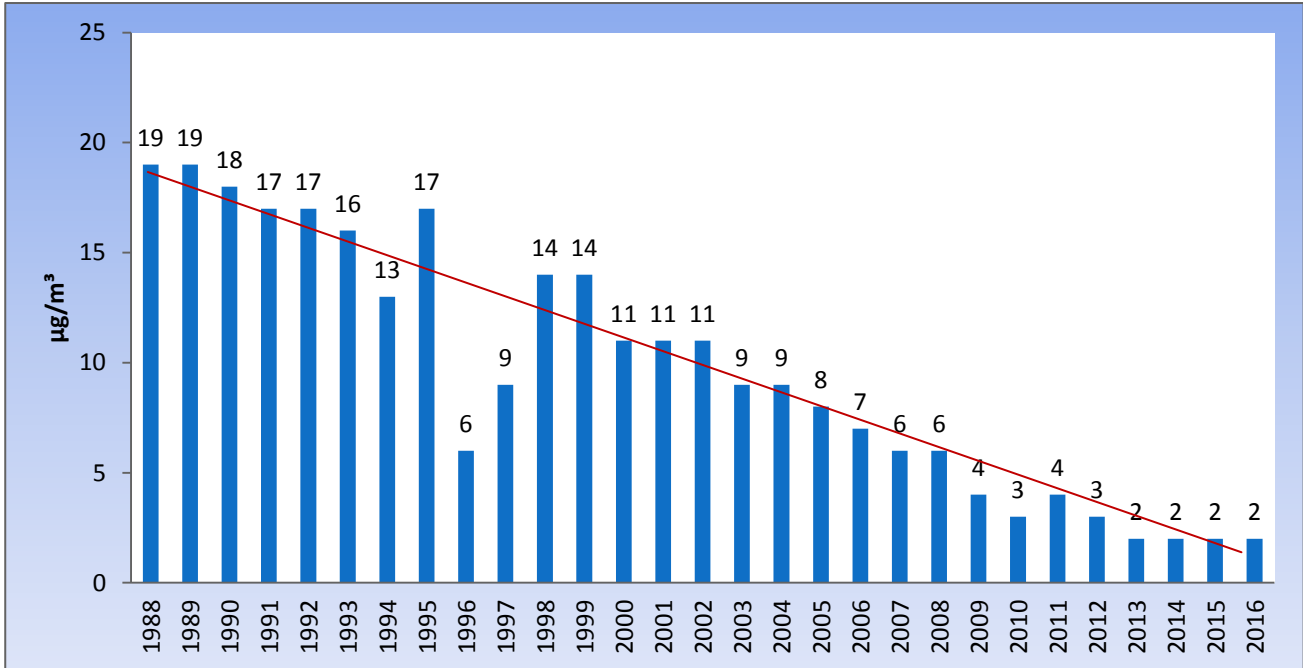
Nel 2016, come negli anni precedenti analizzati, non sono state misurate concentrazioni superiori ai limiti di legge riportati in tabella 2 (si veda a tal riguardo la figura 2 che riporta i valori massimi orari e giornalieri registrati nel 2016). Le medie orarie e quelle giornaliere, infatti, si collocano per tutte le stazioni di monitoraggio ben al di sotto dei valori di riferimento: ad esempio il 50° percentile della media oraria è pari o inferiore al limite di rilevabilità strumentale; il 98° percentile della stessa grandezza è da otto volte (43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ad Ogliastro) a settanta volte (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ad Augusta) più basso del limite della media oraria (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 2 - Valori massimi orari e giornalieri registrati nell'Anno 2016



In ultimo, inoltre, la serie storica della concentrazione media di zona, per il BLOSSIDO DI ZOLFO, riportata nella figura 3, evidenzia una significativa diminuzione dei valori registrati. I valori sono stati calcolati eseguendo la media delle medie orarie tra le stazioni della rete CIPA.

Figura 3 – SO₂ andamento annuale delle concentrazioni medie di zona dal 1988 al 2016



3.2 OSSIDI DI AZOTO (NO_x) – RETE CIPA

Gli ossidi di azoto si formano per reazione dell'azoto contenuto nell'aria con l'ossigeno atmosferico ad elevate temperature ed in particolar modo durante i processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, traffico), ovvero da processi produttivi senza combustione (produzione di acido nitrico, fertilizzanti azotati).

Contribuiscono alla formazione dello smog fotochimico, come precursori dell'ozono troposferico, e al fenomeno delle "piogge acide", per la formazione di acido nitrico.

Sono gas tossici, dall'odore forte e pungente, irritanti per le vie respiratorie e per gli occhi.

La valutazione dello stato attuale della qualità dell'aria si è basata sul numero di superamenti, registrati presso le stazioni di monitoraggio della rete del CIPA, rispetto ai limiti stabili dal D.Lgs. 155/2010 e successive modifiche:

Tab. 4 - Valori limite di riferimento D.Lgs. 155/10

PARAMETRO	DENOMINAZIONE DEL LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	SUPERAMENTI ANNO
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³	Massimo 18
	Soglia allarme per la protezione salute umana	1 ora ²	400 µg/m ³	--
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	1 anno	40 µg/m ³	--
NO _x	Livello critico per la protezione della vegetazione	1 anno	30 µg/m ³	--

Raccolta minima dei dati validi prevista dal D.Lgs. 155/2010: 90% in estate; 75% in inverno

Nelle tabelle sottostanti sono riportate, per ogni stazione di monitoraggio della rete del Consorzio Industriale Protezione Ambiente, le concentrazioni misurate nell'anno 2016 e gli eventuali superamenti dei limiti descritti in tabella 4, con un raffronto con le medie registrate nei quattro anni precedenti.

Tab. 4.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione San Foca' U.M. µg/m ³					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale NO ₂	11	14	14	15	11
Valore limite annuale NO ₂	40	40	40	40	40
50°Percentile media oraria NO ₂	8	10	10	11	8
98°Percentile media oraria NO ₂	45	48	55	55	42
Concentrazione oraria massima misurata NO ₂	90	85	100	110	75
Valore limite orario NO ₂	200	200	200	200	200
N° superamenti valore limite orario NO ₂	0	0	0	0	0
Media annuale NO _x	17	16	18	17	13
Raccolta dati validi	99,4%	98,8%	98,7%	98,6%	97,8%

²Il superamento della soglia deve essere misurato per tre ore consecutive.

Tab. 4.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale NO_2	15	14	14	16	12
Valore limite annuale NO_2	40	40	40	40	40
50°Percentile media oraria NO_2	12	11	11	12	9
98°Percentile media oraria NO_2	52	50	49	56	43
Concentrazione oraria massima misurata NO_2	109	106	88	118	87
Valore limite orario NO_2	200	200	200	200	200
N° superamenti valore limite orario NO_2	0	0	0	0	0
Media annuale NO_x	20	18	18	20	16
Raccolta dati validi	99,5%	99,3%	99,0%	97,8%	98,9%

Tab. 4.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Villasmundo U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale NO_2	9	8	7	6	7
Valore limite annuale NO_2	40	40	40	40	40
50°Percentile media oraria NO_2	6	5	5	4	5
98°Percentile media oraria NO_2	38	36	29	27	27
Concentrazione oraria massima misurata NO_2	93	94	83	79	78
Valore limite orario NO_2	200	200	200	200	200
N° superamenti valore limite orario NO_2	0	0	0	0	0
Media annuale NO_x	10	10	8	8	8
Raccolta dati validi	99,0%	99,4%	99,5%	98,3%	99,8%

Tab. 4.4 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale NO_2	10	10	10	8	9
Valore limite annuale NO_2	40	40	40	40	40
50°Percentile media oraria NO_2	7	8	8	6	6
98°Percentile media oraria NO_2	41	38	35	32	33
Concentrazione oraria massima misurata NO_2	104	115	105	82	120
Valore limite orario NO_2	200	200	200	200	200
N° superamenti valore limite orario NO_2	0	0	0	0	0
Media annuale NO_x	15	14	13	11	12
Raccolta dati validi	99,1%	96,9%	97,0%	98,3%	99,0%

Analizzando i dati orari e giornalieri di NO₂ registrati presso le stazioni della Rete del CIPA si può notare come non siano presenti superamenti né del valore limite orario (v. figura 4), né del valore limite annuale per la protezione della salute umana (v. figura 5).

Figura 4 – NO₂ Protezione salute umana concentrazioni massime orarie registrate dal 2012 al 2016

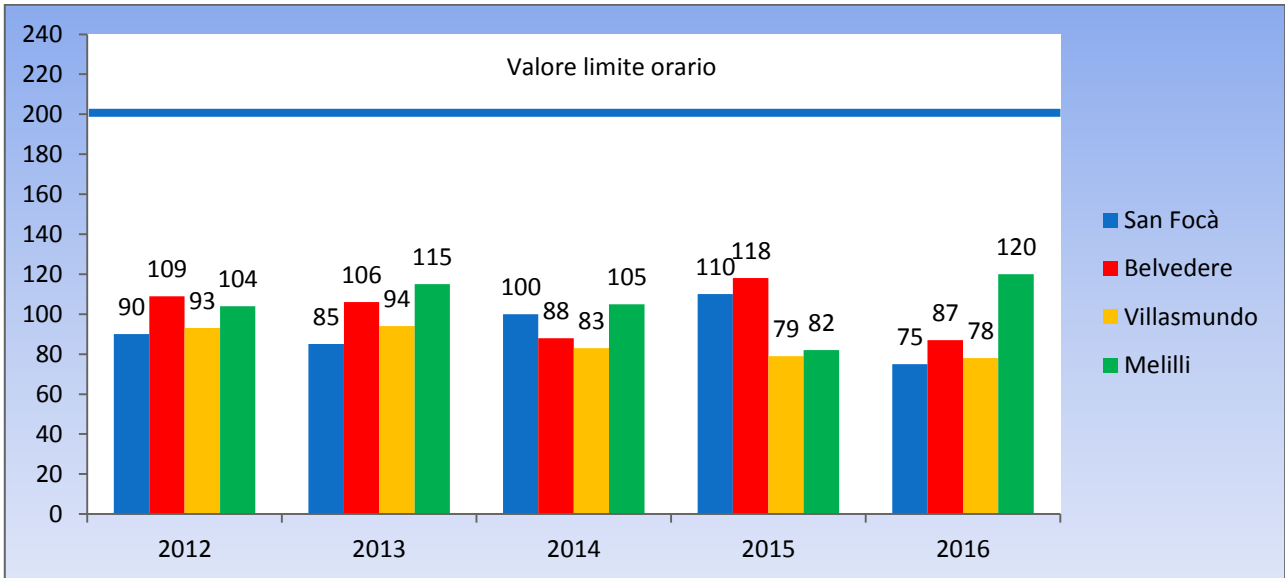
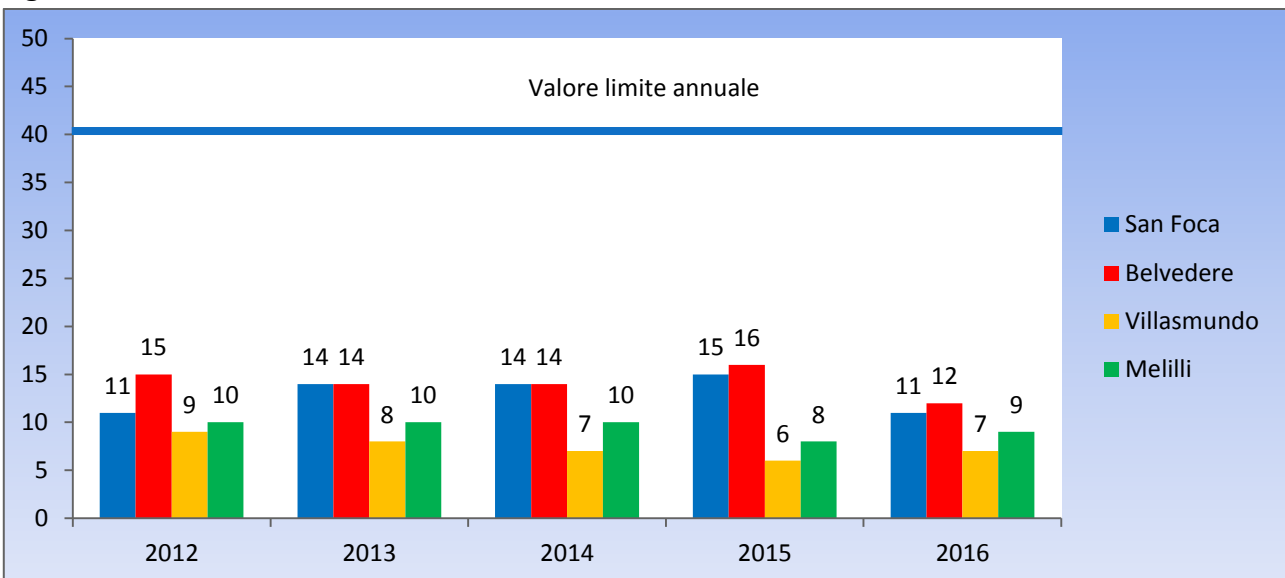
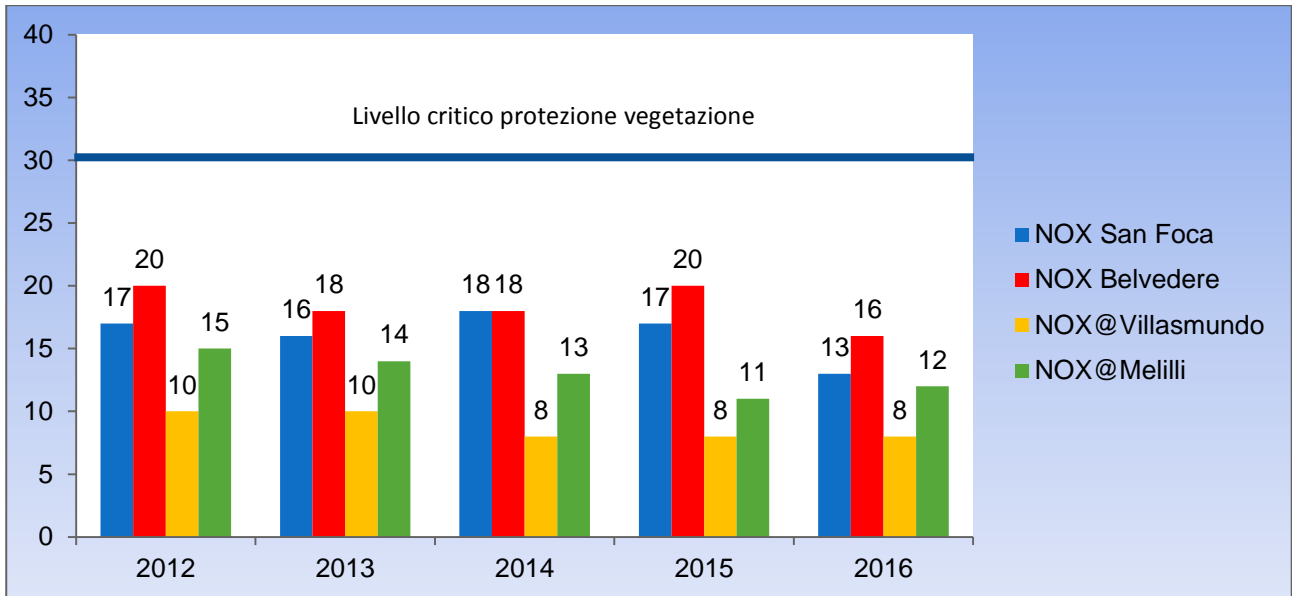


Figura 5 – NO₂ Protezione salute umana Concentrazioni medie annuali dal 2012 al 2016



Anche per quel che riguarda la concentrazione media annuale di NO_x, il livello critico per la protezione della vegetazione non viene raggiunto in nessuna stazione di monitoraggio, come si evince dalla figura 6.

Figura 6 – NO_x Livello critico protezione vegetazione Concentrazioni medie annuali dal 2012 al 2016



3.3 POLVERI SOTTILI (PM₁₀; PM_{2,5}) – RETE CIPA

Con la sigla PM_x si indicano un insieme di particelle (**P**articulate **M**atter), allo stato solido o liquido, presenti come sospensione in aria. Con i termini PM₁₀ e PM_{2,5}, ad esempio, si indicano le frazioni di particolato aerodisperso aventi diametro aerodinamico inferiore, rispettivamente, a 10 e a 2,5 µm.

Hanno origine da sorgenti naturali (vulcani, sabbie desertiche e incendi) e da attività antropiche, in particolar modo dal traffico veicolare e dai processi di combustione sia industriali che domestici. Inoltre, per reazione tra gli ossidi di azoto (NO_x) ed il biossido di zolfo (SO₂) presenti in atmosfera, si forma un particolato di origine secondaria, costituito da solfati, nitrati e sali di ammonio.

La polveri sottili, date le dimensioni, hanno una tossicità intrinseca per la loro capacità di penetrare le vie respiratorie che viene amplificata dalla capacità di assorbire sostanze nocive come metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici (cfr. paragrafi 3.3.1 e 3.3.2)

La valutazione della qualità dell'aria rispetto a questi parametri si basa sul confronto con i limiti di riferimento stabiliti dal D. Lgs. 155/2010, che sono illustrati in tabella 5:

Tab. 5 – Valori limite di riferimento D.Lgs. 155/10

PARAMETRO	DENOMINAZIONE DEL LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	SUPERAMENTI ANNO
PM ₁₀	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	Massimo 35
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	12 mesi	40 µg/m ³	--
PM _{2,5}	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	12 mesi	20 µg/m ³	--
Raccolta minima dei dati validi prevista dal D.Lgs. 155/2010: 90%				

Nelle tabelle sottostanti sono riportate, per ogni stazione di monitoraggio della rete del Consorzio Industriale Protezione Ambiente, le concentrazioni misurate nell'anno 2016 e gli eventuali superamenti dei limiti descritti in tabella 5, con un raffronto con le medie registrate nei quattro anni precedenti. Sono definite, inoltre, le ampiezze delle distribuzioni dei valori misurati tramite l'utilizzo dei percentili e dei valori massimi.

Le stazioni di monitoraggio hanno registrato un'efficienza di raccolta di dati validi superiore al 90%, ad eccezione della stazione di S. Focà che ha avuto un rendimento dell'88%. Alla luce del fatto che il valore è molto prossimo al criterio di qualità indicato dal D.lgs. 155/2010, tali dati sono stati presi in considerazione nella stesura di questo rapporto.

Tab. 6.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione San Foca' U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM ₁₀	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	30	28	25	21	21
	Valore limite annuale protezione salute umana	40	40	40	40	40
	50°Percentile media 24h	29	26	21	18	17
	95°Percentile media 24h	53	49	51	39	36
	98°Percentile media 24h	61	62	79	54	62
	Media 24h massima misurata	121	114	152	131	411
	Valore limite giornaliero protezione salute umana	50	50	50	50	50
	N° medie 24h > valore limite giornaliero	16	15	18	7	11
	N° superamenti ammessi per anno solare	35	35	35	35	35
	Raccolta dati validi	99,2%	99,4%	94,5%	90,1%	88,0%
PM _{2.5}	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	--	--	--	10	10
	Valore limite annuale protezione salute umana	--	--	--	20	20
	50°Percentile media 24h	--	--	--	10	8
	95°Percentile media 24h	--	--	--	18	18
	98°Percentile media 24h	--	--	--	22	21
	Media 24h massima misurata	--	--	--	34	85
	Raccolta dati validi	--	--	--	90,1%	88,0%

Tab. 6.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM ₁₀	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	28	25	23	21	22
	Valore limite annuale protezione salute umana	40	40	40	40	40
	50°Percentile media 24h	27	23	20	19	19
	95°Percentile media 24h	50	45	51	41	37
	98°Percentile media 24h	62	61	74	54	53
	Media 24h massima misurata	104	156	139	118	398
	Valore limite giornaliero protezione salute umana	50	50	50	50	50
	N° medie 24h > valore limite giornaliero	15	11	18	9	8
	N° superamenti ammessi per anno solare	35	35	35	35	35
	Raccolta dati validi	99,6%	98,6%	97,8%	98,3%	96,4%
PM _{2.5}	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	--	--	--	12	12
	Valore limite annuale protezione salute umana	--	--	--	20	20
	50°Percentile media 24h	--	--	--	11	11
	95°Percentile media 24h	--	--	--	20	18
	98°Percentile media 24h	--	--	--	21	23
	Media 24h massima misurata	--	--	--	83	73
	Raccolta dati validi	--	--	--	98,0%	96,2%

Tab. 6.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Farodromo U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM ₁₀	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	26	26	25	17	18
	Valore limite annuale protezione salute umana	40	40	40	40	40
	50°Percentile media 24h	23	24	20	16	15
	95°Percentile media 24h	55	48	59	31	32
	98°Percentile media 24h	65	59	67	42	47
	Media 24h massima misurata	107	125	176	120	292
	Valore limite giornaliero protezione salute umana	50	50	50	50	50
	N° medie 24h > valore limite giornaliero	17	16	25	3	7
	N° superamenti ammessi per anno solare	35	35	35	35	35
	Raccolta dati validi	98,6%	98,6%	95,6%	94,5%	98,3%

Tab. 6.4 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Ogliastro U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM ₁₀	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	19	17	19	19	20
	Valore limite annuale protezione salute umana	40	40	40	40	40
	50°Percentile media 24h	18	16	16	17	17
	95°Percentile media 24h	38	30	40	40	38
	98°Percentile media 24h	45	37	60	52	48
	Media 24h massima misurata	70	70	130	123	336
	Valore limite giornaliero protezione salute umana	50	50	50	50	50
	N° medie 24h > valore limite giornaliero	5	3	12	8	5
	N° superamenti ammessi per anno solare	35	35	35	35	35
	Raccolta dati validi	95,3%	90,2%	85,5%	86,3%	95,6%
PM _{2.5}	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	11	10	10	11	10
	Valore limite annuale protezione salute umana	20	20	20	20	20
	50°Percentile media 24h	10	9	9	10	9
	95°Percentile media 24h	22	19	18	21	18
	98°Percentile media 24h	27	21	22	27	24
	Media 24h massima misurata	48	30	47	65	73
	Raccolta dati validi	95,1%	90,0%	85,5%	86,3%	95,3%

Tab. 6.5 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Siracusa U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM _{2.5}	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	Media annuale	--	12	11	11	11
	Valore limite annuale protezione salute umana	--	20	20	20	20
	50°Percentile media 24h	--	12	11	11	10
	95°Percentile media 24h	--	22	20	20	17
	98°Percentile media 24h	--	23	23	22	21
	Media 24h massima misurata	--	35	29	30	95
	Raccolta dati validi	30,0%	92,7%	89,7%	97,8%	92,3%

Tab. 6.6 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	PM ₁₀	Media annuale	18	17	20	(18)
Valore limite annuale protezione salute umana		40	40	40	40	40
50°Percentile media 24h		17	15	16	16	15
95°Percentile media 24h		34	30	52	31	33
98°Percentile media 24h		40	46	73	49	47
Media 24h massima misurata		64	81	110	117	287
Valore limite giornaliero protezione salute umana		50	50	50	50	50
N° medie 24h > valore limite giornaliero		4	6	17	4	5
N° superamenti ammessi per anno solare		35	35	35	35	35
Raccolta dati validi		94,6%	88,2%	92,6%	69,7%	97,8%
	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	PM _{2.5}	Media annuale	--	--	--	(10)
Valore limite annuale protezione salute umana		--	--	--	20	20
50°Percentile media 24h		--	--	--	10	9
95°Percentile media 24h		--	--	--	18	17
98°Percentile media 24h		--	--	--	19	21
Media 24h massima misurata		--	--	--	24	70
Raccolta dati validi		--	--	--	69,7%	97,8%

Tab. 6.7 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Augusta U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	PM ₁₀	Media annuale	20	16	(18)	(18)
Valore limite annuale protezione salute umana		40	40	40	40	40
50°Percentile media 24h		19	15	16	17	17
95°Percentile media 24h		34	29	34	29	32
98°Percentile media 24h		43	43	61	39	48
Media 24h massima misurata		69	117	85	53	303
Valore limite giornaliero protezione salute umana		50	50	50	50	50
N° medie 24h > valore limite giornaliero		4	5	8	1	7
N° superamenti ammessi per anno solare		35	35	35	35	35
Raccolta dati validi		98,9%	93,9%	78,7%	43,5%	98,1%
	Anni	2012	2013	2014	2015	2016
	PM _{2.5}	Media annuale	--	--	--	(11)
Valore limite annuale protezione salute umana		--	--	--	20	20
50°Percentile media 24h		--	--	--	10	9
95°Percentile media 24h		--	--	--	16	17
98°Percentile media 24h		--	--	--	18	18
Media 24h massima misurata		--	--	--	21	70
Raccolta dati validi		--	--	--	43,5%	98,1%

Analizzando i dati presentati si evince come, nel 2016, non vi siano state criticità rispetto ai limiti legislativi. La media annua in tutte le stazioni di monitoraggio, infatti, è stata inferiore al valore limite annuale per la protezione della salute umana sia per quanto riguarda il PM₁₀ (v. Figura 7) sia rispetto al PM_{2.5} (v. Figura 8).

Figura 7 – Concentrazioni medie annuali PM₁₀ tra il 2012 ed il 2016

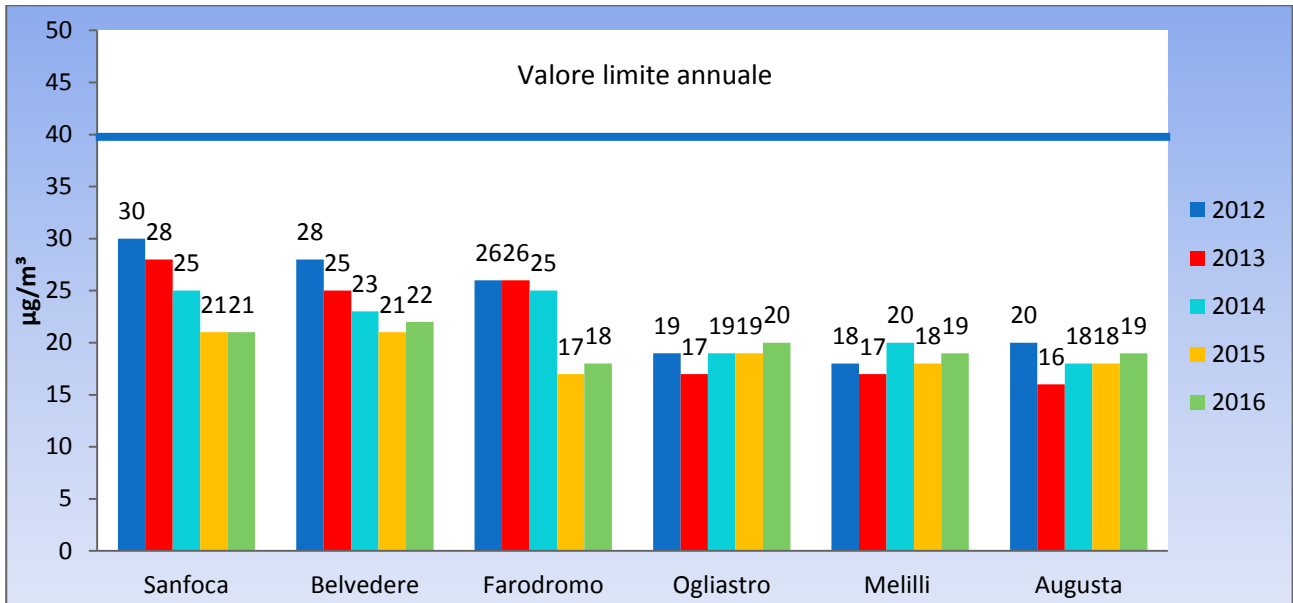
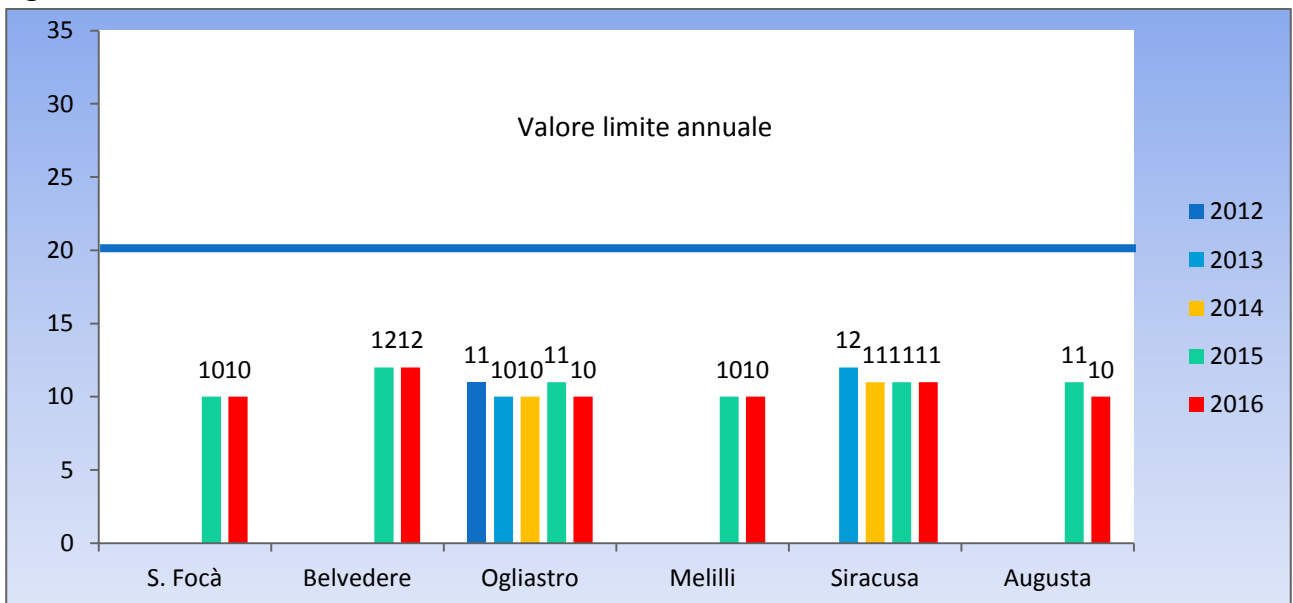
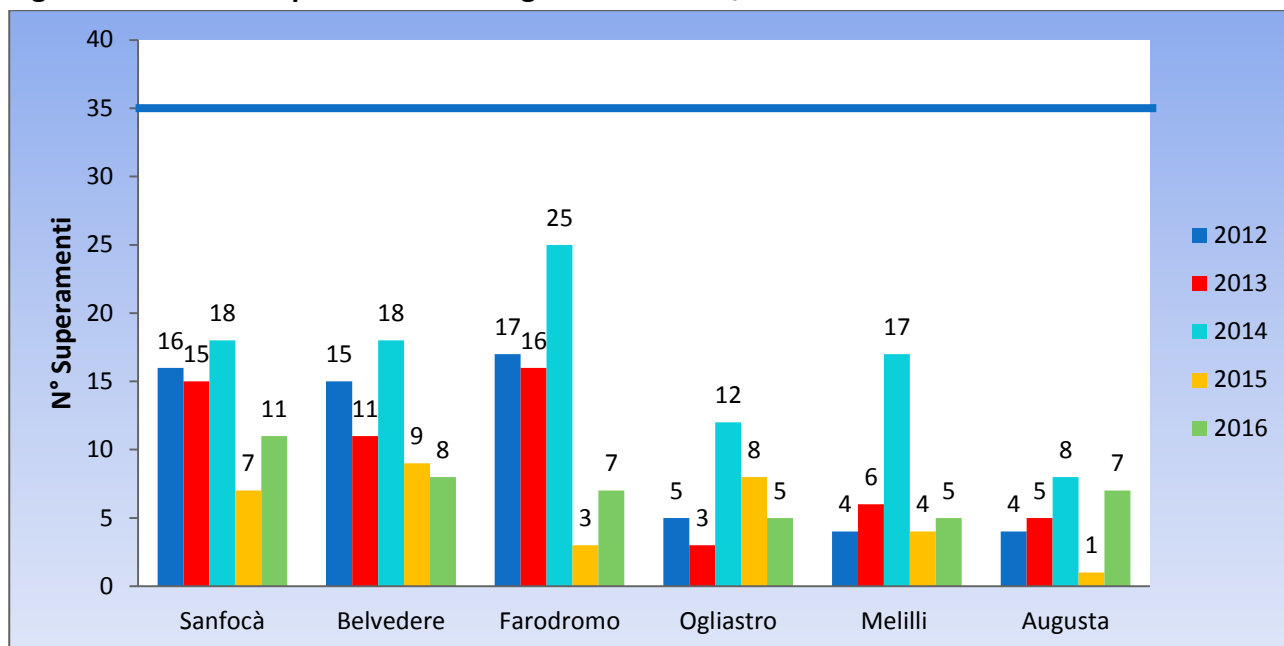


Figura 8 – Concentrazioni medie annuali PM_{2,5} tra il 2012 ed il 2016



Anche i valori giornalieri del PM₁₀, nel 2016 rientrano ampiamente nei limiti prescritti, in quanto sono stati registrati un massimo di 11 superamenti/anno rispetto al limite fissato di 50 µg/m³ da non superare più di 35 giorni/anno (v. Figura 9). Per discriminare sulla natura di questi fenomeni, le concentrazioni registrate nei giorni dove sono avvenuti i superamenti (v. Tabella 7, superamenti in rosso) sono messe a confronto con i valori registrati nelle stazioni ARPA presenti in altre zone della Sicilia (v. Tabella 8, superamenti in rosso) che, ad eccezione del 17 Febbraio, 27 Maggio e del 27 Giugno 2016, mostrano anch'esse un superamento in una o più stazioni, evidenziando la probabile origine naturale di tali fenomeni (ad es.: presenza di sabbie desertiche).

Figura 9 – Numero superamenti limite giornaliero PM₁₀ tra il 2012 ed il 2016



Tab. 7 – Giornate con concentrazioni PM₁₀ maggiori di 50 µg/m³ in almeno una cabina Rete CIPA

		San Foca	Belvedere	Faro Dromo	Ogliastro	Melilli	Augusta
Mese/Anno	Data	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
feb-16	15	53,1	48,8	46,6	46,8	46,5	51,9
feb-16	16	54,6	53,9	50,8	45,3	47,2	48,1
feb-16	17	61,9	58,5	60,5	51,6	23,8	55,8
feb-16	28	83,7	82,2	65,0	75,6	65,1	75,9
mar-16	22	68,4	109,5	17,1	33,4	160,4	56,5
mar-16	23	411,2	397,8	291,5	335,5	286,9	303,0
apr-16	13	102,2	93,7	80,4	87,4	101,1	74,7
apr-16	14	60,1	52,7	52,1	48,6	50,0	47,1
mag-16	27	74,5	21,7	22,9	23,9	24,6	19,8
giu-16	28	56,5	46,8	27,6	30,1	36,4	26,2
nov-16	8	106,2	138,6	136,0	165,1	160,3	138,4

Tab. 8 – Concentrazioni PM₁₀ Rete ARPA Sicilia nelle stesse date

		Partinico(PA)	Enna	Trapani	T. Imerese (PA)	Milazzo(ME)	Misterbianco(CT)
Mese/Anno	Data	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
feb-16	15	39	39	30	41	55	44
feb-16	16	50	32	47	48	56	45
feb-16	17	28	37	21	29	46	45
feb-16	28	44	31	36	51	58	64
mar-16	22	230	217	142	293	78	30
mar-16	23	19	64	24	39	156	306
apr-16	13	75	87	44	66	80	93
apr-16	14	22	45	20	27	41	64
mag-16	27	37	30	30	24	32	29
giu-16	28	23	24	22	23	18	30
nov-16	8	7	44	8	8	33	106

3.3.1 METALLI NEL PM₁₀ E NEL PM_{2.5}

Vi sono ampie evidenze scientifiche che la tossicità delle polveri sottili sia legata alla composizione chimica delle stesse ed alla loro capacità di penetrazione negli organismi viventi, attraverso le vie respiratorie. Pertanto il decreto legislativo 155/2010 prevede la misura di alcuni metalli (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel) e di Idrocarburi Policiclici Aromatici (in particolare il Benzo(a)pirene) nel particolato fine.

A tale scopo il C.I.P.A. esegue delle campagne discontinue di analisi del PM₁₀ e del PM_{2.5} in collaborazione con l'Istituto di Igiene Ambientale e degli Alimenti dell'Università degli Studi di Catania. Nel 2016 le misure state effettuate nelle stazioni di monitoraggio di S.Focà (Priolo), Melilli e Augusta nei seguenti periodi:

- I campagna: dal 22 al 26 Marzo;
- II campagna: dal 1 al 5 Luglio;
- III campagna: dal 4 al 8 Novembre;

Nel calcolo delle medie è stato applicato il criterio "upper-bound", cioè i valori inferiori al minimo rilevabile sono stati posti uguali al minimo rilevabile.

Dal punto di vista normativo, i metalli pesanti sono regolati dagli allegati XI (Piombo) e XIII (Arsenico, Cadmio, Nichel) del decreto legislativo n.155 del 13 agosto 2010. Per il Piombo (Pb) è presente un Valore limite di 0,5 µg/m³, mentre è indicato un Valore obiettivo di 6 ng/m³ per l'Arsenico (As), 5 ng/m³ per il Cadmio (Cd) e 20 ng/m³ per il Nichel (Ni); questi limiti si riferiscono alla caratterizzazione del PM₁₀.

Tab. A PM₁₀ – Pb, Cd, As, Ni

Stazione S. Focà						
Data	Pb µg/m ³	Cd ng/m ³	As ng/m ³	Ni ng/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	
I campagna	22/03/16	0,003	<0,079	0,335	4,02	68
	23/03/16	0,006	0,12	1,90	<1,27	411
	24/03/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	15
	25/03/16	0,001	<0,079	0,19	<1,27	17
	26/03/16	0,002	<0,079	0,18	<1,27	14
II campagna	01/07/16	0,002	<0,079	0,21	3,96	27
	02/07/16	0,002	<0,079	0,16	4,47	19
	03/07/16	0,001	<0,079	0,24	3,17	22
	04/07/16	0,001	<0,079	0,32	3,96	30
	05/07/16	0,003	0,08	0,34	4,75	34
III campagna ³	04/11/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	16
	05/11/16	0,005	<0,079	<0,135	<1,27	17
	06/11/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	22
	07/11/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	33
	08/11/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	136
Medie	0,002	0,08	0,31	2,4		

³Nella terza campagna, a causa di un malfunzionamento dell'analizzatore di PM della stazione di S. Focà, è stato utilizzato l'analizzatore di Farodromo (solo frazione PM₁₀) per il campionamento delle polveri ai fini della speciazione dei metalli, data la prossimità dei due siti.

Tab. B PM₁₀ – Pb, Cd, As, Ni

Stazione Melilli						
Data	Pb µg/m ³	Cd ng/m ³	As ng/m ³	Ni ng/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	
I campagna	22/03/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	160
	23/03/16	0,001	<0,079	0,19	<1,27	287
	24/03/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	15
	25/03/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	15
	26/03/16	0,002	<0,079	<0,135	<1,27	11
II campagna	01/07/16	0,002	<0,079	0,20	3,44	24
	02/07/16	0,002	<0,079	0,15	2,43	16
	03/07/16	0,002	<0,079	0,22	3,59	21
	04/07/16	0,003	<0,079	0,32	4,29	29
	05/07/16	0,002	0,08	0,29	3,77	29
III campagna	04/11/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	13
	05/11/16	0,003	<0,079	<0,135	<1,27	16
	06/11/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	22
	07/11/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	33
	08/11/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	160
Medie	0,0014	0,08	0,17	2,0		

Tab. C PM₁₀ – Pb, Cd, As, Ni

Stazione Augusta						
Data	Pb µg/m ³	Cd ng/m ³	As ng/m ³	Ni ng/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	
I campagna	22/03/16	0,002	<0,079	0,19	<1,27	57
	23/03/16	0,005	<0,079	1,43	7,04	303
	24/03/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	13
	25/03/16	0,002	<0,079	0,20	<1,27	15
	26/03/16	0,001	<0,079	0,19	<1,27	13
II campagna	01/07/16	0,002	<0,079	0,24	6,79	20
	02/07/16	0,002	<0,079	0,18	4,63	15
	03/07/16	0,001	<0,079	0,15	3,30	21
	04/07/16	0,002	<0,079	0,29	4,87	23
	05/07/16	0,002	<0,079	0,28	5,12	26
III campagna	04/11/16	0,058	<0,079	<0,135	<1,27	16
	05/11/16	0,003	<0,079	<0,135	<1,27	16
	06/11/16	0,002	<0,079	<0,135	<1,27	27
	07/11/16	<0,0004	0,119	<0,135	3,28	42
	08/11/16	<0,0004	<0,079	<0,135	4,52	138
Medie	0,006	0,08	0,26	3,2		

Dall'analisi delle concentrazioni dei metalli nel PM₁₀, non vi sono superamenti dei limiti imposti dalla normativa italiana. Le medie risultanti dalle tre campagne, infatti, sono molto inferiori a tali valori ed addirittura il cadmio, tranne in un caso, è risultato sempre inferiore al limite di rilevanza della metodica utilizzata. È necessario, comunque, incrementare il numero di campionamenti effettuati per aumentare la rappresentatività delle medie annuali. Nonostante il fatto che i limiti legislativi si riferiscano alla caratterizzazione del solo particolato PM₁₀, per fini scientifici, è stata eseguita, nelle stesse campagne, anche la caratterizzazione del PM_{2,5}. I risultati sono riportati nelle tabelle sottostanti.

Tab. A PM_{2.5} – Pb, Cd, As, Ni

Stazione S. Focà						
Data	Pb µg/m ³	Cd ng/m ³	As ng/m ³	Ni ng/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	
I campagna	22/03/16	0,002	<0,079	<0,135	2,15	19
	23/03/16	<0,0004	<0,079	0,48	<1,27	85
	24/03/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	6
	25/03/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	10
	26/03/16	<0,0004	<0,079	<0,135	<1,27	9
II campagna	01/07/16	0,002	0,09	0,17	4,84	16
	02/07/16	0,001	<0,079	<0,135	3,14	13
	03/07/16	0,001	<0,079	0,15	2,21	14
	04/07/16	0,001	<0,079	0,23	3,26	16
	05/07/16	0,002	<0,079	0,19	3,29	19
Medie	0,0011	0,08	0,19	2,4		

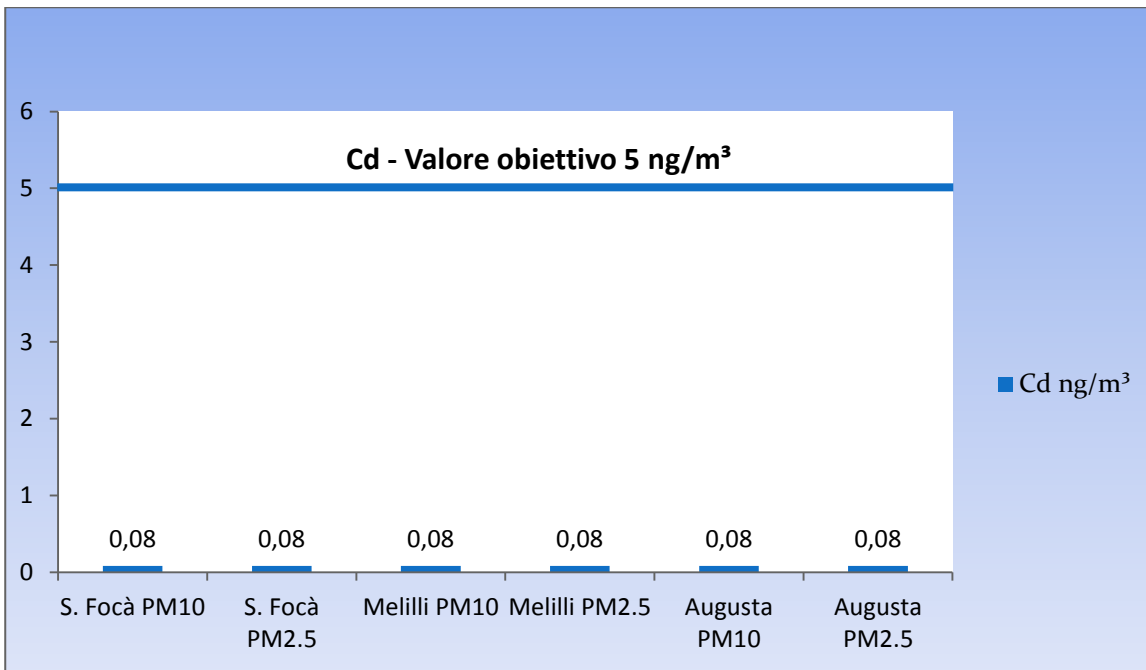
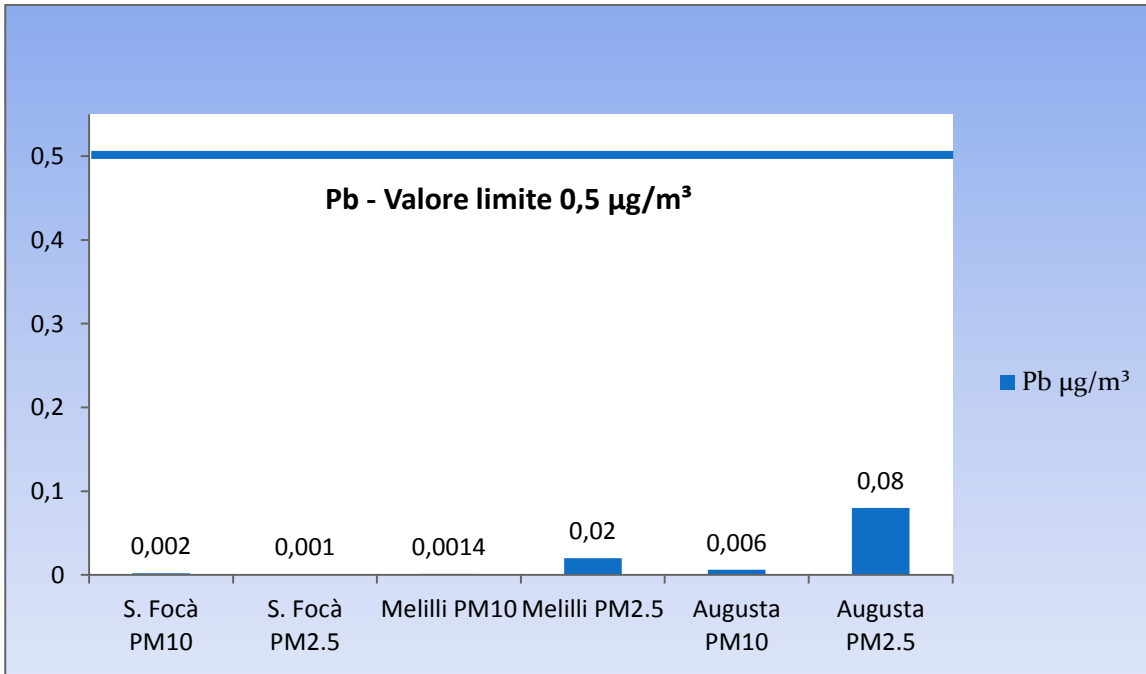
Tab. B PM_{2.5} – Pb, Cd, As, Ni

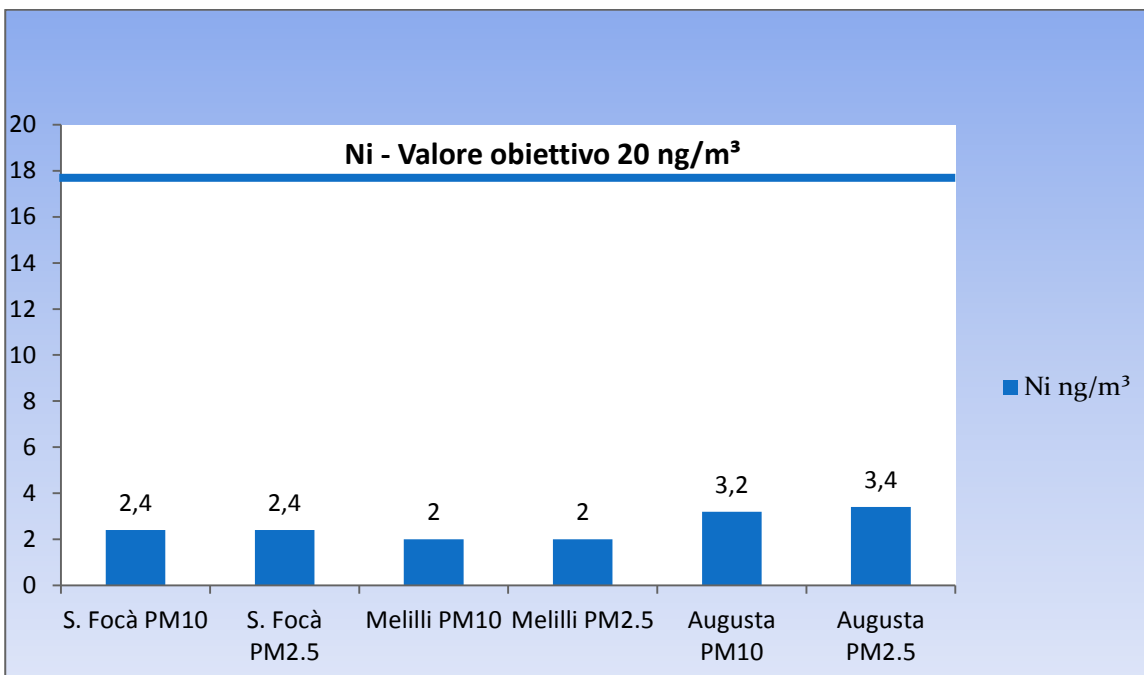
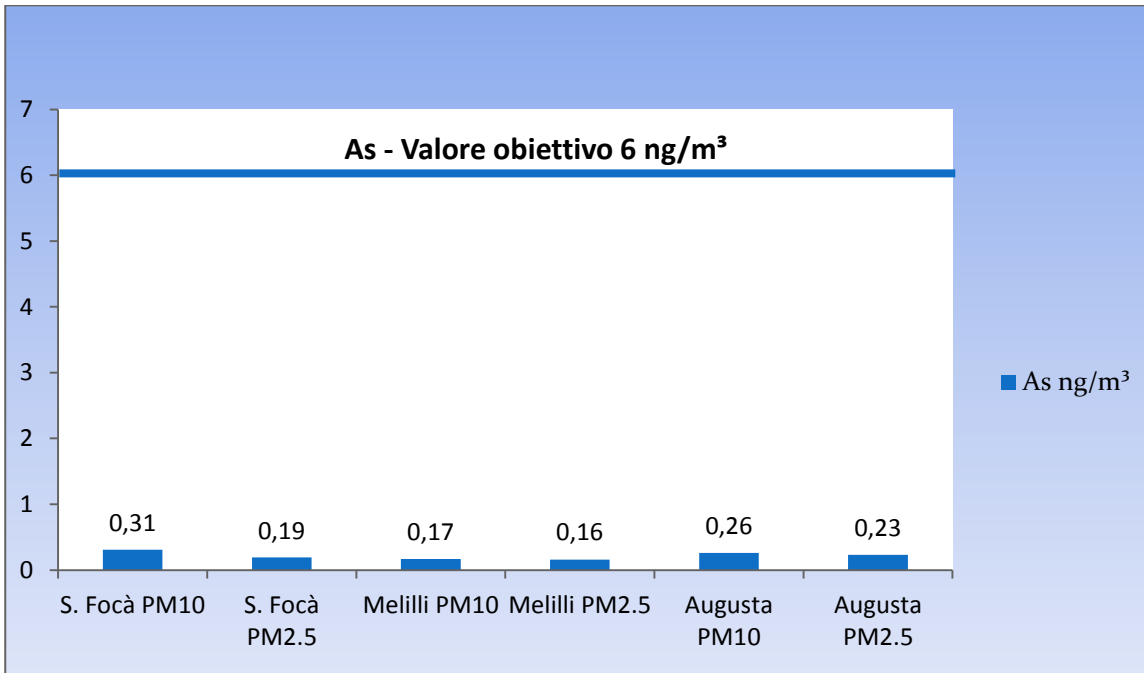
Stazione Melilli						
Data	Pb µg/m ³	Cd ng/m ³	As ng/m ³	Ni ng/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	
I campagna	22/03/16	0,002	<0,079	0,19	<1,27	60
	23/03/16	0,002	<0,079	<0,135	<1,27	70
	24/03/16	0,003	<0,079	<0,135	2,68	8
	25/03/16	0,002	0,11	<0,135	<1,27	8
	26/03/16	0,005	<0,079	<0,135	2,79	8
II campagna	01/07/16	0,001	<0,079	0,14	2,11	15
	02/07/16	0,001	<0,079	<0,135	1,83	11
	03/07/16	0,001	<0,079	<0,135	2,33	13
	04/07/16	0,002	<0,079	0,19	3,40	15
	05/07/16	0,002	<0,079	0,18	3,24	17
III campagna	04/11/16	0,073	<0,079	0,136	<1,27	8
	05/11/16	0,043	<0,079	<0,135	<1,27	9
	06/11/16	0,037	<0,079	<0,135	<1,27	6
	07/11/16	0,069	<0,079	0,265	1,31	11
Medie	0,02	0,08	0,16	2,0		

Tab. C PM_{2.5} – Pb, Cd, As, Ni

Stazione Augusta						
Data	Pb µg/m ³	Cd ng/m ³	As ng/m ³	Ni ng/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	
I campagna	22/03/16	0,002	<0,079	0,372	<1,27	14
	23/03/16	0,001	<0,079	0,37	2,44	70
	24/03/16	0,001	<0,079	<0,135	<1,27	7
	25/03/16	0,001	<0,079	0,18	<1,27	8
	26/03/16	0,001	<0,079	0,18	<1,27	9
II campagna	01/07/16	0,002	<0,079	0,21	3,73	13
	02/07/16	0,001	<0,079	0,19	3,66	12
	03/07/16	0,001	<0,079	0,17	2,38	13
	04/07/16	0,001	<0,079	0,21	3,87	13
	05/07/16	0,002	0,08	0,18	4,34	17
III campagna	04/11/16	0,977	<0,079	0,329	<1,27	9
	05/11/16	0,081	<0,079	0,256	<1,27	10
	06/11/16	0,052	<0,079	0,173	<1,27	11
	07/11/16	0,020	<0,079	0,219	<1,27	13
	08/11/16	0,071	<0,079	0,180	<1,27	48
Medie	0,08	0,08	0,23	3,4		

Nei grafici sottostanti, per ogni elemento, sono riassunte le concentrazioni medie misurate nell'anno 2016.





Possiamo affermare, con significatività $p = 0,01$, che gli elementi misurati si ripartiscono in modo analogo nelle due frazioni. Per il piombo nel PM_{2.5} della campagna effettuata ad Augusta si registra una media significativamente differente dalle altre, ma il valore medio risulta fortemente influenzato da un risultato di 0,977 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ del 04/11/17: la mediana, infatti, è pari a 0,002 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sarà, dunque, utile confrontare questo risultato anomalo con altri rilevamenti effettuati nello stesso sito per verificare se si è trattato di un caso isolato, di un inquinamento accidentale del campione o se questi valori rientrano nella distribuzione di concentrazione del sito.

3.3.2 IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA) NEL PM₁₀ E NEL PM_{2.5}

Questi composti sono costituiti da miscele complesse ed alcuni IPA sono cancerogeni. Il cibo è la principale fonte di esposizione umana ma, indubbiamente, una fonte viene dal loro adsorbimento sul particolato atmosferico fine, con cui poi entriamo in contatto. Dal momento che vi sono notevoli difficoltà a definire dei valori guida per miscele complesse, in campo internazionale si utilizza un singolo indicatore di tossicità, prendendo come riferimento il Benzo(a)pirene, i cui effetti sulla salute sono ben noti. Dal punto di vista normativo, infatti, il D.lgs. 155/2010 indica un valore obiettivo di 1,0 ng/m³ per il Benzo(a)pirene come media annuale.

Come per i metalli, il C.I.P.A. esegue delle campagne discontinue di analisi del PM₁₀ e del PM_{2.5} per la caratterizzazione degli IPA in esso presenti, in collaborazione con l'Istituto di Igiene Ambientale e degli Alimenti dell'Università degli Studi di Catania. Nel 2016 i campionamenti hanno riguardato le stazioni di monitoraggio di S.Focà (Priolo), Melilli e Augusta nei seguenti periodi:

- I campagna: dal 27 al 31 Marzo;
- II campagna: dal 6 al 10 Luglio;
- III campagna: dal 9 al 13 Novembre;

Nel calcolo delle medie è stato applicato sia il criterio "medium-bound, cioè i risultati inferiori al minimo rilevabile (MDL) sono posti uguali a MDL/2, data la vicinanza del minimo rilevabile del laboratorio dell'Università (0,71 ng/m³) con il valore obiettivo del d.lgs. 155/2010 (1,0 ng/m³).

Tab. D PM₁₀ – Benzo(a)pirene in ng/m³. PM₁₀ in µg/m³

	Data	S.Focà	Melilli	Augusta	Farodromo	PM ₁₀ S.Focà	PM ₁₀ Melilli	PM ₁₀ Augusta	PM ₁₀ Farodromo
I campagna	27/03/16	<0,71	<0,71	<0,71	--	13	13	13	--
	28/03/16	<0,71	3,70	<0,71	--	15	13	15	--
	29/03/16	<0,71	2,96	<0,71	--	16	13	16	--
	30/03/16	<0,71	<0,71	<0,71	--	21	16	16	--
	31/03/16	<0,71	7,35	<0,71	--	24	16	18	--
II campagna	06/07/16	<0,71	<0,71	<0,71	--	28	23	23	--
	07/07/16	<0,71	<0,71	<0,71	--	19	18	17	--
	08/07/16	<0,71	<0,71	<0,71	--	23	22	21	--
	09/07/16	<0,71	<0,71	<0,71	--	24	22	22	--
	10/07/16	1,91	<0,71	<0,71	--	23	23	20	--
III campagna ⁴	09/11/16	--	<0,71	<0,71	<0,71	--	11	9	7
	10/11/16	--	<0,71	<0,71	<0,71	--	11	11	12
	11/11/16	--	<0,71	<0,71	<0,71	--	7	9	14
	12/11/16	--	<0,71	<0,71	<0,71	--	10	10	13
	13/11/16	--	<0,71	<0,71	<0,71	--	13	14	14
Medie "medium-bound"		0,51	0,75	0,36	0,36				

⁴Nella terza campagna, a causa di un malfunzionamento dell'analizzatore di PM della stazione di S. Focà, è stato utilizzato l'analizzatore di Farodromo (solo frazione PM₁₀) per il campionamento delle polveri ai fini della speciazione dei metalli, data la prossimità dei due siti.

Le medie calcolate rientrano nei limiti del valore obiettivo per il benzo(a)pirene, pari a 1,0 ng/m³, in tutti i punti di campionamento.

La scelta di utilizzare l'approccio "medium-bound" si spiega dalle seguenti considerazioni: il minimo rilevabile di una determinazione rappresenta la concentrazione minima che può essere distinta rispetto al fondo strumentale e che, quindi, nulla può dirsi dei risultati inferiori a tale limite. Da un punto di vista statistico i risultati di quei campioni possono assumere qualunque valore compreso tra zero ed il minimo rilevabile ma, a meno di non utilizzare metodi più sensibili, non è possibile distinguerli dai risultati provenienti da campioni in cui il parametro ricercato è assente.

Per tale motivo l'approccio medium-bound si basa sull'assunto che mediamente i dati "non rilevabili" siano circa uguali a MDL/2 ed è la soluzione maggiormente raccomandata in letteratura.

È necessario, comunque, incrementare il numero di campionamenti effettuati per aumentare la rappresentatività delle medie annuali.

Nonostante il fatto che i limiti legislativi si riferiscano alla caratterizzazione del solo particolato PM₁₀, per fini scientifici, è stata eseguita, nelle stesse campagne, anche la caratterizzazione del PM_{2.5}. I risultati sono riportati nelle tabelle sottostanti.

Tab. D PM_{2.5}– Benzo(a)pirene in ng/m³. PM_{2.5} in µg/m³

	Data	S.Focà	Melilli	Augusta	Siracusa	PM _{2.5} S.Focà	PM _{2.5} Melilli	PM _{2.5} Augusta	PM _{2.5} Siracusa
I campagna	27/03/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	8	9	8	--
	28/03/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	10	10	9	--
	29/03/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	10	10	11	--
	30/03/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	12	11	11	--
	31/03/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	13	10	10	--
II campagna	06/07/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	16	16	16	--
	07/07/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	11	12	11	--
	08/07/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	15	15	15	--
	09/07/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	15	16	15	--
	10/07/16	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	14	15	15	--
III campagna ⁵	09/11/16	--	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	4	5	7
	10/11/16	--	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	5	6	11
	11/11/16	--	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	3	5	12
	12/11/16	--	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	4	6	15
	13/11/16	--	< 0,71	< 0,71	< 0,71	--	4	7	12
Medie "medium-bound"		0,36	0,36	0,36	0,36				

In tutti i campioni sono state rilevate concentrazioni inferiori ai minimi rilevabili.

⁵Nella terza campagna, a causa di un malfunzionamento dell'analizzatore di PM della stazione di S. Focà, il campionamento è stato eseguito presso la stazione di Siracusa.

3.4 OZONO (O₃) – RETE CIPA

L'ozono è una forma allotropica triatomica dell'ossigeno; è un gas molto reattivo che si forma in alta atmosfera per reazione tra una molecola di ossigeno (O₂) ed un radicale ossigeno (O·), derivante dalla fotolisi dell'ossigeno molecolare per effetto della radiazione ultravioletta. A livello della troposfera (lo strato basso dell'atmosfera dove viviamo) la sua concentrazione dipende fortemente dalle condizioni meteo-climatiche (irraggiamento solare e circolazione dei venti) e pertanto è variabile sia nel corso della giornata che delle stagioni. Inoltre la presenza di **idrocarburi** ed altri composti organici alterano il sistema chiuso di reazioni che si instaurano tra NO (ossido di azoto) ed O₃, che ne riducono la concentrazione, favorendone l'accumulo (per tale motivo dette sostanze sono chiamate **precursori dell'ozono**). Nell'alta atmosfera ha una funzione protettiva nei confronti delle radiazioni ultraviolette provenienti dal sole, ma al livello della troposfera è un inquinante tossico per l'uomo e per gli organismi vegetali, verso i quali svolge una marcata azione fitotossica.

Tab. 9 – Valori limite di riferimento D.Lgs. 155/10

PARAMETRO	DENOMINAZIONE DEL LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	SUPERAMENTI ANNO
O ₃	Soglia di informazione per la protezione della salute umana	1 ora	180 µg/m ³	--
	Soglia di allarme per la protezione della salute umana	1 ora ⁶	240 µg/m ³	--
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera trascinata su 8 ore	120 µg/m ³	Massimo 25 volte/anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera trascinata su 8 ore	120 µg/m ³	--
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40)	1 Maggio -31 Luglio	18000 µg/m ³ (media su 5 anni)	--

Raccolta minima dei dati validi prevista dal D.Lgs. 155/2010: 90% in estate; 75% in inverno

Nelle tabelle sottostanti sono riportate, per ogni stazione di monitoraggio della rete del Consorzio Industriale Protezione Ambiente, le concentrazioni misurate nell'anno 2016 e gli eventuali superamenti dei limiti descritti in tabella 9, con un raffronto con le concentrazioni registrate nei quattro anni precedenti. Sono definite, inoltre, le ampiezze delle distribuzioni dei valori misurati tramite l'utilizzo dei percentili e dei valori massimi. Sono evidenziati in giallo gli anni utilizzati per valutare il **Valore obiettivo per la protezione della salute umana** (3 anni) ed il parametro **AOT40** (5 anni) ed in rosso i superamenti di tali limiti.

⁶ Il superamento della soglia deve essere misurato per tre ore consecutive.

Tab. 9.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
Anni	2012	2013	2014	2015	2016	
Media annuale	73	71	68	65	60	
50°Percentile medie orarie	71	71	69	65	61	
98°Percentile medie orarie	136	128	124	123	99	
Concentrazione oraria massima	208	178	154	155	120	
Soglia di Informazione (S. I.)	180	180	180	180	180	
Soglia di Allarme (S.A.)	240	240	240	240	240	
	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	
N° superamenti S.I. (ore)	3	0	0	0	0	
N° superamenti S.A.	0	0	0	0	0	Media pluriennale
N° superamenti Valore Obiettivo	73	44	23	23	0	15
AOT 40 Anno	36226	30550	23453	26260	8118	24921
Raccolta dati validi	97,9%	97,9%	98,4%	98,1%	98,8%	

Tab. 9.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Villasmundo U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
Anni	2012	2013	2014	2015	2016	
Media annuale	83	90	82	82	80	
50°Percentile medie orarie	79	86	80	79	77	
98°Percentile medie orarie	147	147	134	134	130	
Concentrazione oraria massima	198	245	185	228	188	
Soglia di Informazione (S. I.)	180	180	180	180	180	
Soglia di Allarme (S.A.)	240	240	240	240	240	
	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	
N° superamenti S.I. (ore)	8	10	1	1	2	
N° superamenti S.A.	0	2	0	0	0	Media pluriennale
N° superamenti Valore Obiettivo	90	95	52	62	50	55
AOT 40 Anno	42700	44973	33625	36904	33597	38360
Raccolta dati validi	96,9%	98,2%	98,8%	97,9%	99,4%	

Tab. 9.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Stazione Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
Anni	2012	2013	2014	2015	2016	
Media annuale	71	74	80	76	77	
50°Percentile medie orarie	69	72	80	75	74	
98°Percentile medie orarie	113	119	129	120	118	
Concentrazione oraria massima	174	212	180	198	175	
Soglia di Informazione (S. I.)	180	180	180	180	180	
Soglia di Allarme (S.A.)	240	240	240	240	240	
	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	(3h consecutive)	
N° superamenti S.I. (ore)	0	2	0	4	0	
N° superamenti S.A.	0	0	0	0	0	Media pluriennale
N° superamenti Valore Obiettivo	5	14	36	19	14	23
AOT 40 Anno	14149	16426	24119	22624	23583	20180
Raccolta dati validi	96,2%	96,8%	98,1%	98,3%	98,9%	

Tab. 10 – Confronto tra l'ozono e l'irraggiamento (medie mensili)

Mesi 2016	O ₃ Belvedere	O ₃ Villasmundo	O ₃ Melilli	RAD/1000-CIPA
Gennaio	49	57	60	62,3
Febbraio	56	61	64	78,2
Marzo	63	72	73	110,5
Aprile	68	82	74	135,1
Maggio	70	97	94	159,4
Giugno	68	94	91	158,9
Luglio	72	102	98	185,5
Agosto	68	96	90	161,1
Settembre	55	89	80	101,5
Ottobre	47	77	68	82,0
Novembre	44	65	64	50,1
Dicembre	56	70	66	39,6

Figura 10 – Confronto tra l'ozono e l'irraggiamento (medie mensili)

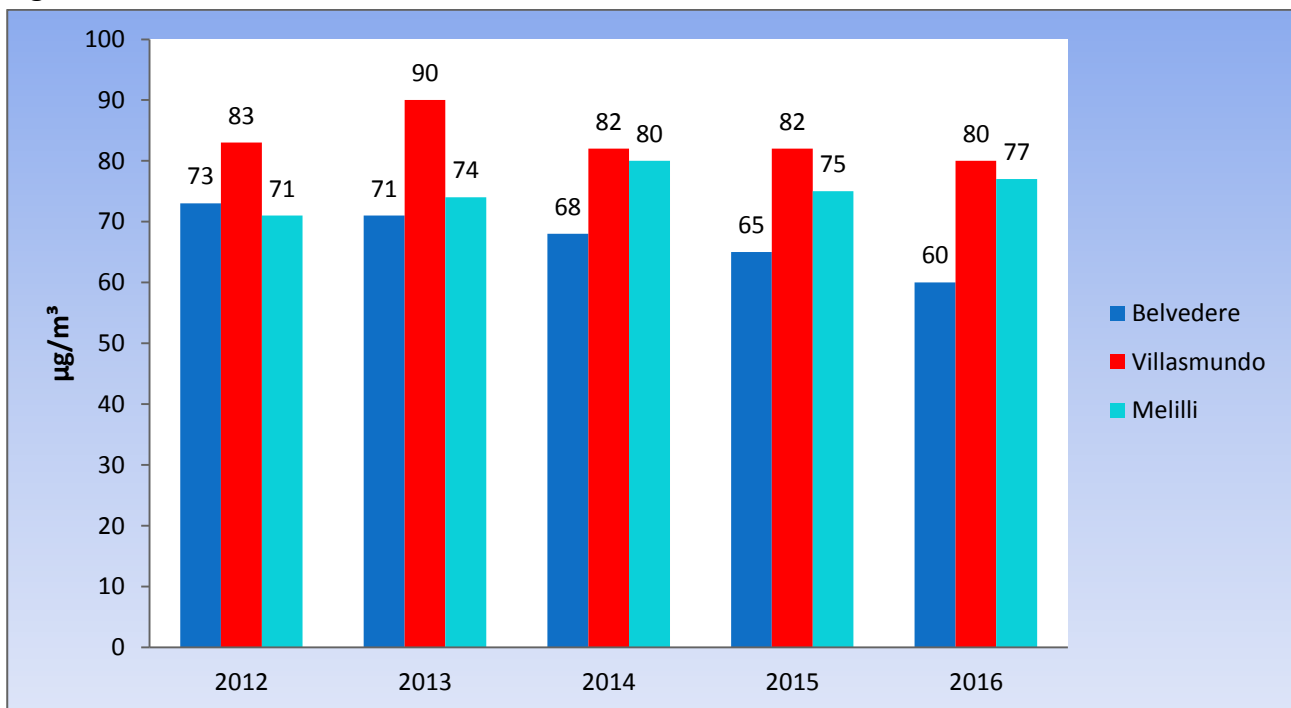


In figura 10 è messa in evidenza la correlazione tra la concentrazione di ozono rilevato nelle stazioni di Melilli, Villasmundo e Belvedere e l'irraggiamento globale. Si può notare come la concentrazione di ozono segua l'andamento dell'irraggiamento. In particolar modo i picchi sono riscontrabili nei mesi estivi.

In Europa, esiste un gradiente da Nord a Sud nelle concentrazioni di ozono misurate, con valori più elevati nel Mediterraneo. Questa regione è un'area critica per la formazione dei foto-ossidanti. E' una zona densamente popolata (abbondano pertanto i precursori dell'ozono) e l'intensa radiazione solare, le alte temperature ed i processi di ricircolo delle masse d'aria, favoriscono la formazione di questo contaminante. Al contrario, nel Nord Europa, i fronti atlantici rinnovano l'aria con maggior frequenza, eliminando o spostando l'ozono verso altre regioni.

Ciò premesso, i dati raccolti nel 2016 mostrano come questa sostanza mantenga livelli più o meno stabili (v. Figura 11), e che non vi sono stati fenomeni preoccupanti per quanto riguarda la protezione della salute umana, dal momento che la **soglia di informazione** è stata superata soltanto per due ore (non consecutive) nella stazione di Villasmundo, dove si è misurata la concentrazione oraria massima di $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre non è stata raggiunta nelle stazioni di Belvedere e Melilli. Ne consegue che la **soglia di allarme** non è mai stata superata nel 2016.

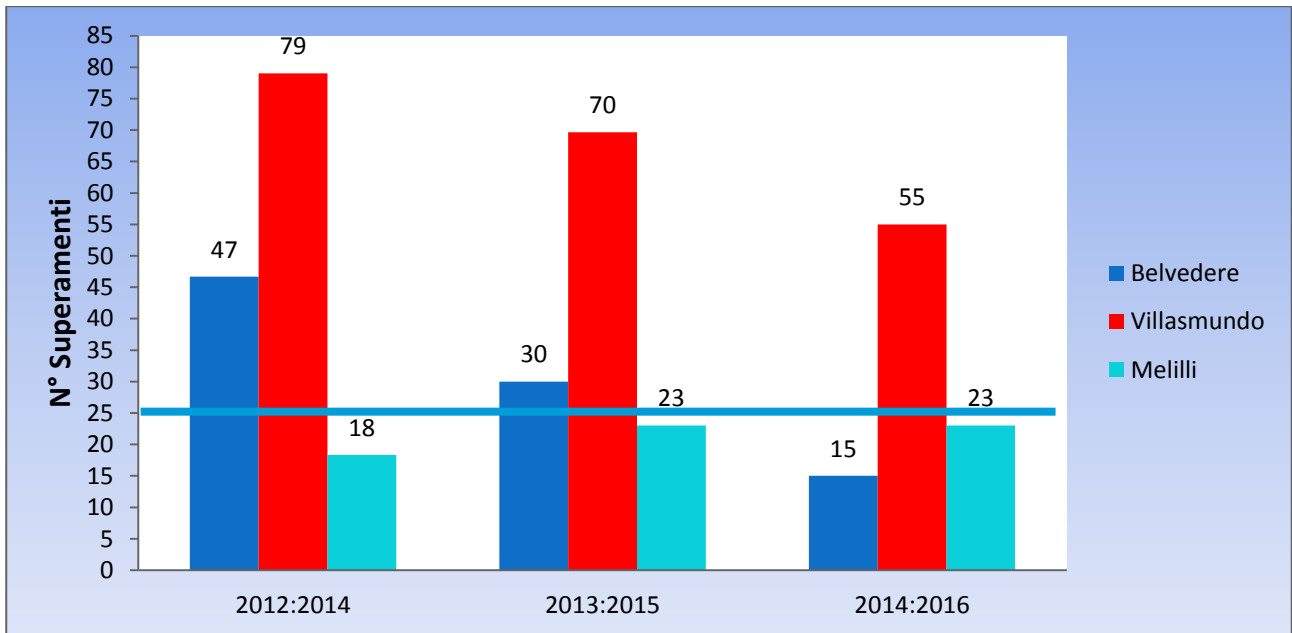
Figura 11 – Medie annuali Ozono a confronto tra il 2012 ed il 2016



Le concentrazioni registrate nelle stazioni di Belvedere e Melilli sono entro i limiti del **Valore obiettivo per la protezione della salute umana** (v. Figura 12), mentre questo indicatore è superato nella stazione di Villasmundo, dove vi è la copresenza di un elevato irraggiamento solare (cfr. pag 65 confronto tra irraggiamento stazioni Villasmundo/CIPA) ed un minore ricambio delle masse d'aria a causa della conformazione del territorio, anche se si evidenzia una tendenza di riduzione del numero dei superamenti del valore obiettivo (v. Figura 11).

L'indicatore **AOT40**, inerente alla protezione della vegetazione, rappresenta la media per 5 anni della somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevati dal mese di maggio al mese di luglio, utilizzando solo i valori orari tra le 8:00 e le 20:00. Questo indicatore viene superato in tutte le stazioni di misura; è necessario, comunque, richiamare quanto premesso all'inizio del paragrafo e ricordare che nella formazione dell'ozono vi sono cause antropiche (gli inquinanti primari precursori dell'ozono) e cause meteo-climatiche su vasta scala che non sono governabili a livello locale.

Figura 12 – Numero superamenti del valore obiettivo di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ammesso 25 volte/anno come media su 3 anni)



3.5 IDROCARBURI NON METANICI (NMHC) – RETE CIPA

È una classe di composti molto varia che comprende idrocarburi alifatici, aromatici e composti ossigenati come aldeidi e chetoni, che costituiscono la classe dei composti organici volatili (COV). Derivano da fenomeni di evaporazione delle benzine, dai gas di scarico veicolari e dallo stoccaggio e dalla movimentazione dei prodotti petroliferi.

Data la varietà dei suoi componenti gli effetti sull'uomo possono essere vari, come l'irritazione degli occhi e delle prime vie respiratorie.

Non sono previsti limiti specifici nel D. Lgs. 155/2010, ma ne viene prescritta la misura come precursori dell'ozono.

In questo paragrafo vengono presentate le misure d'insieme degli idrocarburi non metanici ed una loro speciazione, ad esclusione del Benzene che, avendo un limite specifico, viene trattato a parte.

Tab. 11.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate di NMHC

Stazione Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	28	57	41	34	51
50°Percentile media oraria	8	55	36	29	34
98°Percentile media oraria	151	176	117	90	175
Concentrazione oraria massima misurata	630	715	651	562	626
Raccolta dati validi	97,1%	93,2%	97,1%	97,7%	97,5%

Tab. 11.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate di NMHC

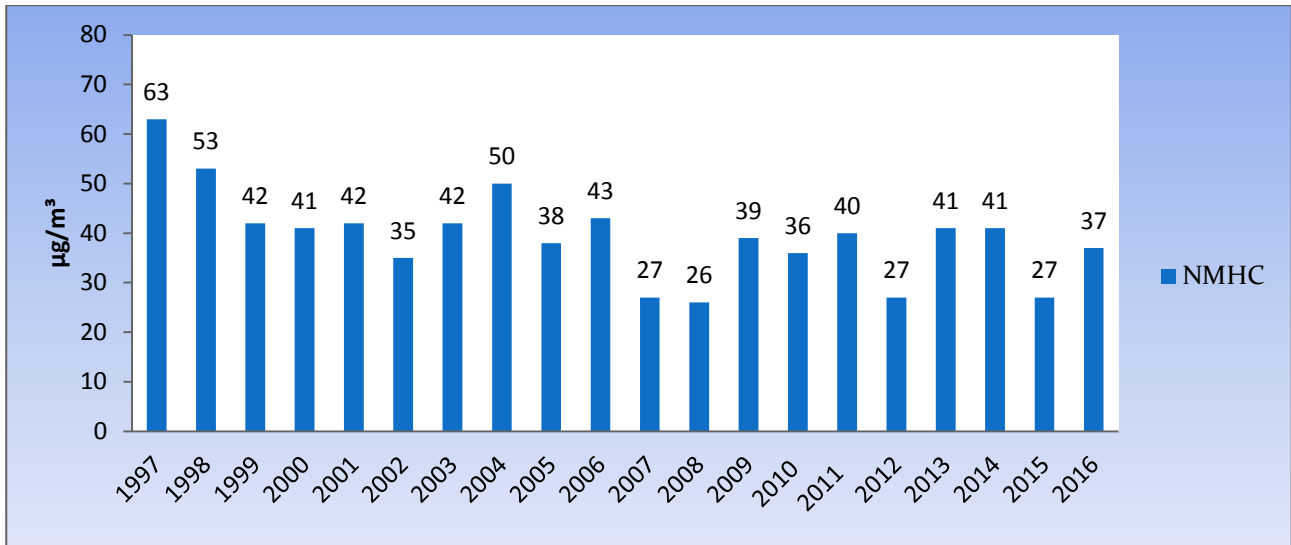
Stazione Villasmundo U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	13	45	36	32	42
50°Percentile media oraria	10	41	31	29	38
98°Percentile media oraria	126	143	128	77	113
Concentrazione oraria massima misurata	326	470	404	937	387
Raccolta dati validi	96,1%	95,1%	97,5%	96,6%	98,8%

Tab. 11.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate di NMHC

Stazione Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	39	21	46	17	17
50°Percentile media oraria	25	17	35	11	13
98°Percentile media oraria	194	130	189	94	64
Concentrazione oraria massima misurata	753	747	897	626	472
Raccolta dati validi	98,5%	95,7%	98,3%	96,0%	98,4%

Nella figura 13 è presentata la serie storica delle medie annuali dal 1997 al 2016 degli idrocarburi non metanici che si mantengono più o meno costanti nell'ultimo decennio (media 2007-2016: $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dopo aver subito una riduzione rispetto al decennio precedente (media 1997-2006: $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 13 - medie annuali dal 1997 al 2016 degli idrocarburi non metanici.



Nelle stazioni di Melilli e Belvedere sono presenti due analizzatori per i COV, tramite i quali è possibile fare una speciazione di questo insieme di composti. È opportuno evidenziare, comunque, che, mentre gli analizzatori di NMHC eseguono un campionamento di aria ambiente ogni 3 minuti circa, la misura dei COV avviene ogni 30 minuti a causa della necessaria separazione gascromatografica.

Per la speciazione sono state prese in considerazione le ore con concentrazioni di idrocarburi non metanici maggiori o uguali a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (173 ore in un anno) e per ciascuna ora è stata calcolata la composizione percentuale rispetto ad ogni composto misurato dagli analizzatori di COV; i risultati sono riportati in tabella 12 come media di tutte le speciazioni.

Tab. 12 – Composizione percentuale media NMHC nel 2016

Propano	n-butano	Etano	Isobutano	Cis-2-butene	2,3-dimetilbutano	Etilene	n-pentano	Altri
17%	16%	16%	14%	8%	7%	6%	5%	10%

3.6 BENZENE, TOLUENE, ETILBENZENE, XILENI (BTEX)

I BTEX, il cui composto più rilevante è il Benzene, sono composti organici volatili che derivano dalla raffinazione del petrolio e vengono utilizzati come additivi antidetonanti nelle benzine e come solventi, ad eccezione del benzene il cui uso è limitato solo alle benzine. Nell'aria la sorgente più rilevante di benzene è, in genere, rappresentata dal traffico veicolare, principalmente dai gas di scarico dei veicoli alimentati a benzina. Il benzene può provenire dalle emissioni che si verificano nei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione della benzina. E' presente, inoltre, in quantità significative nel fumo di sigaretta, che rappresenta una delle principali fonti di esposizione a questa sostanza.

Il decreto legislativo 155/2010 (v. Tabella 13) norma la concentrazione di Benzene, come limite annuale, mentre non riporta valori di soglia per gli altri composti aromatici citati i quali hanno una tossicità molto più limitata rispetto al Benzene, che, invece, è classificato come cancerogeno accertato per l'uomo ed il cui utilizzo, infatti, è stato molto ridotto.

Per il Toluene l'OMS, nelle linee guida per la qualità dell'aria, edizione 2000, indica un valore soglia di 260 µg/m³ come media su 7 giorni.

Tab. 13 - Valori limite di riferimento D.Lgs. 155/10 (Benzene) e OMS (Toluene)

PARAMETRO	DENOMINAZIONE DEL LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	SUPERAMENTI ANNO
Benzene	Valore limite annuale	1 anno	5 µg/m ³	--
Raccolta minima dei dati validi prevista dal D.LGS 155/2010: 90%				
Toluene	Linea guida OMS	7 giorni	260 µg/m ³	--

Nelle tabelle sottostanti sono riportate, per ogni stazione di monitoraggio della rete del Consorzio Industriale Protezione Ambiente, le concentrazioni misurate nell'anno 2016, con un raffronto con i valori registrati nei quattro anni precedenti.

Tab. 14.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Benzene - Stazione S. Focà U.M. µg/m ³					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	1,5	1,1	1,2	1,1	0,7
50°Percentile media oraria	0,4	0,2	1	0,4	0,1
98°Percentile media oraria	11	9	7	7	6
Concentrazione oraria massima misurata	125	62	74	67	101
Raccolta dati validi	97,5%	97,5%	98,8%	98,5%	97,2%

Tab. 14.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Benzene - Stazione Belvedere U.M. µg/m ³					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	1,3	1,1	0,7	0,6	0,4
50°Percentile media oraria	1	1	0,4	0,3	0,2
98°Percentile media oraria	7	6	3	4	2
Concentrazione oraria massima misurata	98	28	22	36	52
Raccolta dati validi	86,0%	89,9%	92,7%	97,9%	98,5%

Tab. 14.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Benzene - Stazione Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	1,2	1,2	0,6	0,6	0,6
50°Percentile media oraria	1	1	0,3	0,3	0,3
98°Percentile media oraria	7	7	4	3	3
Concentrazione oraria massima misurata	64	55	30	37	36
Raccolta dati validi	87,5%	88,5%	94,6%	97,8%	98,4%

Tab. 14.4 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate con riferimento ai limiti del D.Lgs. 155/10

Benzene - Stazione Augusta U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
50°Percentile media oraria	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
98°Percentile media oraria	2	2	2	2	2
Concentrazione oraria massima misurata	17	21	12	48	20
Raccolta dati validi	97,1%	94,9%	98,9%	98,8%	98,7%

Tab. 15.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Toluene - Stazione S. Focà U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	1,9	1,4	0,5
50°Percentile media oraria	1,0	0,7	0,1
98°Percentile media oraria	9,7	7,3	4,3
Concentrazione oraria massima misurata	51	94	26
Raccolta dati validi	98,8%	98,5%	97,8%

Tab. 15.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Toluene - Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	1,3	1,2	0,9
50°Percentile media oraria	0,9	0,7	0,6
98°Percentile media oraria	5,3	6,0	3,7
Concentrazione oraria massima misurata	154	74	33
Raccolta dati validi	92,7%	97,9%	98,5%

Tab. 15.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Toluene - Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	1,2	1,0	0,9
50°Percentile media oraria	0,8	0,7	0,7
98°Percentile media oraria	5,2	3,5	3,5
Concentrazione oraria massima misurata	53	37	19
Raccolta dati validi	94,6%	97,5%	98,4%

Tab. 15.4 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Toluene - Augusta U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	0,3	0,5	0,7
50°Percentile media oraria	0,1	0,4	0,5
98°Percentile media oraria	2,4	2,2	2,3
Concentrazione oraria massima misurata	13	68	21
Raccolta dati validi	98,9%	98,8%	98,6%

Tab. 16.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Etilbenzene–S. Focà U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	0,2	0,3	0,1
50°Percentile media oraria	0,1	<0,1	<0,1
98°Percentile media oraria	1,6	2,6	0,8
Concentrazione oraria massima misurata	13	27	7,1
Raccolta dati validi	98,8%	98,5%	97,8%

Tab. 16.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Etilbenzene - Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	0,3	0,4	0,4
50°Percentile media oraria	0,2	0,2	0,2
98°Percentile media oraria	2,0	2,4	2,0
Concentrazione oraria massima misurata	52	79	13
Raccolta dati validi	92,7%	96,2%	98,3%

Tab. 16.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Etilbenzene - Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	0,2	0,3	0,2
50°Percentile media oraria	0,1	0,1	<0,1
98°Percentile media oraria	1,3	1,6	1,6
Concentrazione oraria massima misurata	24	25	6,3
Raccolta dati validi	94,6%	97,5%	97,4%

Tab. 16.4 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Etilbenzene - Augusta U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	0,1	0,1	0,1
50°Percentile media oraria	<0,1	<0,1	<0,1
98°Percentile media oraria	0,9	1,0	1,0
Concentrazione oraria massima misurata	7,1	8,3	12,0
Raccolta dati validi	98,9%	98,7%	98,6%

Tab. 17.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Σ o,m,p-Xilene–S. Focà U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	1,0	0,9	0,4
50°Percentile media oraria	0,5	0,3	0,1
98°Percentile media oraria	5,3	4,9	3,1
Concentrazione oraria massima misurata	58	41	64
Raccolta dati validi	98,8%	98,5%	97,8%

Tab. 17.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Σ o,m,p-Xilene - Belvedere U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	1,0	1,4	0,9
50°Percentile media oraria	1,0	1,0	0,5
98°Percentile media oraria	5,0	6,2	4,5
Concentrazione oraria massima misurata	132	267	32
Raccolta dati validi	92,7%	97,9%	98,2%

Tab. 17.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

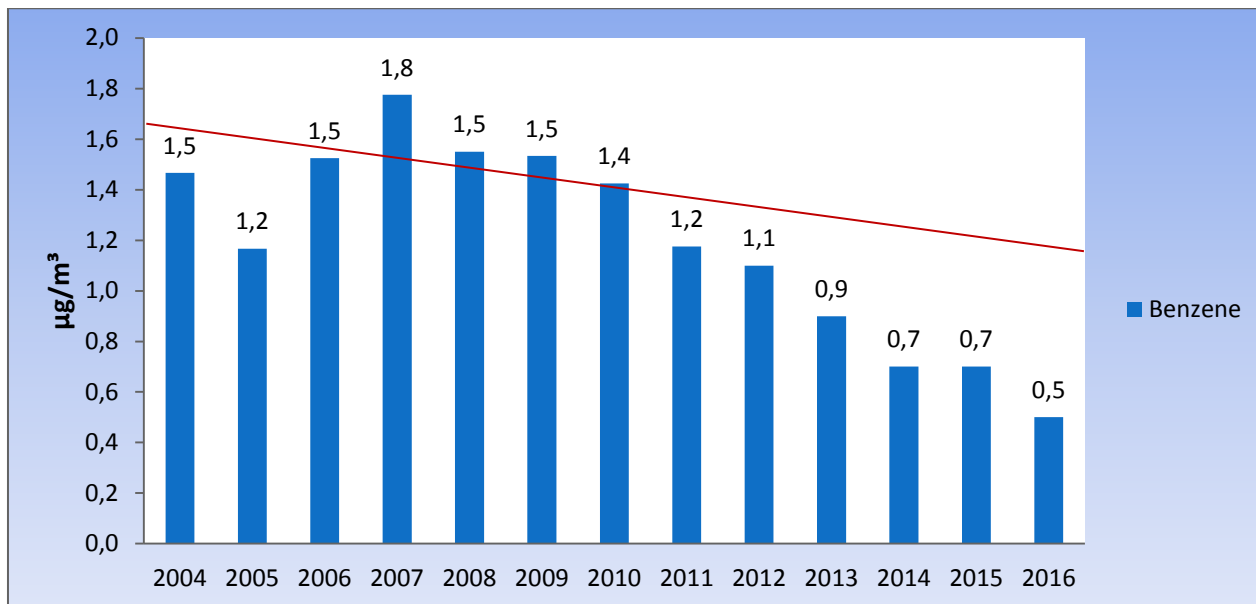
Σ o,m,p-Xilene - Melilli U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	0,9	1	0,7
50°Percentile media oraria	0,6	0,8	0,3
98°Percentile media oraria	3,5	3,5	3,7
Concentrazione oraria massima misurata	51	26	19
Raccolta dati validi	94,6%	97,5%	97,8%

Tab. 17.4 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate

Σ o,m,p-Xilene - Augusta U.M. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Anni	2014	2015	2016
Media annuale	0,9	0,6	0,8
50°Percentile media oraria	0,2	0,4	0,5
98°Percentile media oraria	4,8	3,1	3,8
Concentrazione oraria massima misurata	57	17	34
Raccolta dati validi	98,9%	98,7%	98,6%

Dall'analisi dei dati riportati nelle tabelle da 14.1 a 14.4 risulta che in tutte le stazioni in cui il benzene è misurato le **medie annuali sono molto inferiori al valore limite** di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ imposto dal d.lgs. 155/2010, variando dagli $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di S. Focà agli $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Augusta, con una media annuale di zona (mediando, cioè, fra tutte le cabine) di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pari ad **un decimo del limite di legge**. Nei siti di monitoraggio si assiste, inoltre, ad un graduale, ma costante, abbassamento delle concentrazioni rilevate (v. Figura 14).

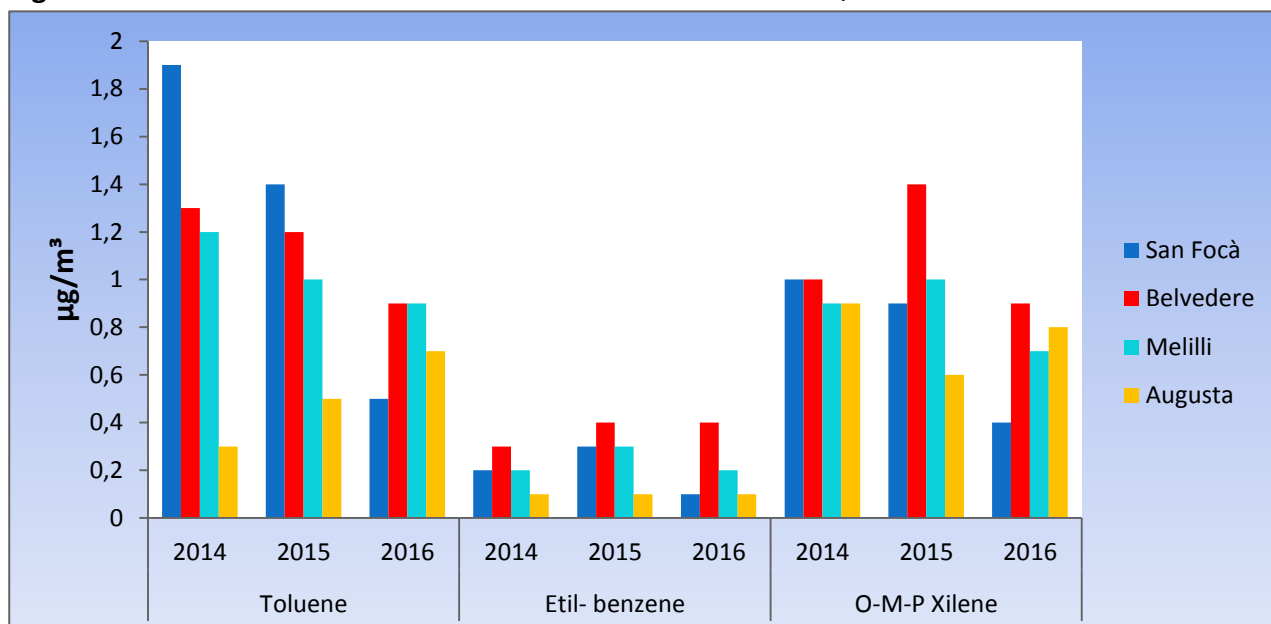
Figura 14 – Serie storica Benzene dal 2004 al 2016



In merito gli altri BTEX, per il toluene (v. tabelle da 15.1 a 15.4) si registrano concentrazioni ben al di sotto dei valori indicati dall'OMS dal momento che, a fronte di un valore guida di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 7 giorni, la concentrazione massima oraria registrata dal 2014 al 2016 è stata pari a $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Belvedere, 2014). Infine, per l'etilbenzene e gli xileni le concentrazioni rimangono pressappoco costanti e poco rilevanti: il 98° percentile dell'etilbenzene varia da $0,8$ a $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (v. tabelle da 16.1 a 16.4), mentre il 98° percentile della sommatoria degli xileni varia da $3,1$ a $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (v. tabelle da 17.1 a 17.4).

La figura 15 riassume l'andamento delle concentrazioni medie annuali di toluene, etilbenzene e xileni, dal 2014 al 2016.

Figura 15 – Confronto tra le concentrazioni medie annuali di toluene, etilbenzene e xileni dal 2014 al 2016.



3.7 ACIDO SOLFIDRICO (H₂S)

A temperatura ambiente l'acido solfidrico è un gas incolore che emana un caratteristico odore di uova marce. In letteratura si trovano numerosi valori definiti di soglia olfattiva: da 0,7 µg/m³ a 14 µg/m³, in corrispondenza di 7 µg/m³ la quasi totalità dei soggetti esposti distingue l'odore caratteristico.

In natura è prodotto dalla decomposizione batterica delle masse organiche e dai fenomeni vulcanici, mentre l'origine antropica è legata, come coprodotto o intermedio di reazione, dei processi petrolchimici, della carta e delle concia delle pelli.

Gli effetti sull'uomo dipendono dalla concentrazione e dalla durata dell'esposizione: dall'irritazione delle mucose per concentrazioni tra 10.000 e 15.000 µg/m³ fino alla morte per brevi esposizioni, anche di pochi minuti, a concentrazioni superiori a 500.000 µg/m³.

Il decreto legislativo 155/2010 non stabilisce limiti per questa sostanza, mentre l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) propone dei valori guida, che sono riportati in tabella 18.

Tab. 18 – Linee guida Organizzazione Mondiale Sanità per H₂S

PARAMETRO	VALORE LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	RIFERIMENTI
H ₂ S	150µg/m ³	24 h	Air Quality Guidelines ed. 2000
	100 µg/m ³	1 giorno < Esposizione < 14 giorni	WHO-IPCS
	20 µg/m ³	14 giorni < Esposizione < 90 giorni	WHO-IPCS

Tab. 19.1 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate di H₂S

Stazione S. Focà U.M. µg/m ³					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	0,3	0,7	0,5	0,4	0,1
50°Percentile media oraria	<0,1	0,5	0,2	0,3	<0,1
98°Percentile media oraria	1,8	2,4	3,4	1,9	1,3
Concentrazione oraria massima misurata	16	9	13	24	9
Raccolta dati validi	99,0%	98,6%	99,0%	97,4%	96,7%

Tab. 19.2 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate di H₂S

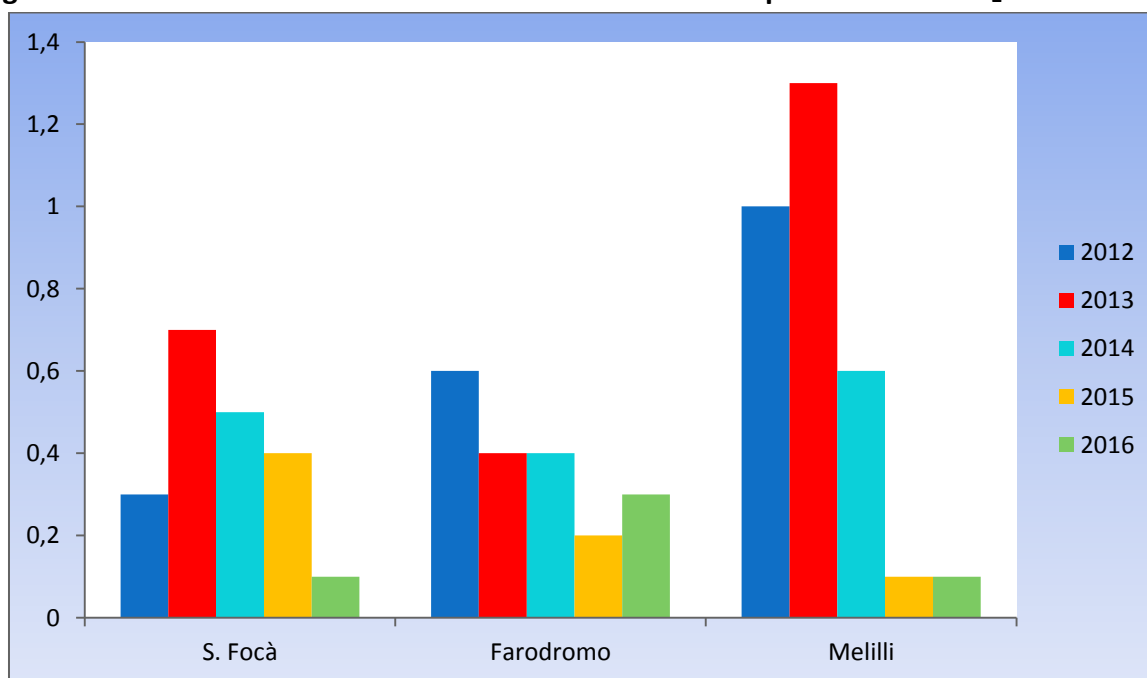
Stazione Farodromo U.M. µg/m ³					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	0,6	0,4	0,4	0,2	0,3
50°Percentile media oraria	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1
98°Percentile media oraria	2,2	1,6	2,4	1,2	1,4
Concentrazione oraria massima misurata	74	38	39	18	22
Raccolta dati validi	98,6%	98,6%	98,6%	94,3%	98,6%

Tab. 19.3 - Indicatori statistici delle concentrazioni rilevate di H₂S

Stazione Melilli U.M. µg/m ³					
Anni	2012	2013	2014	2015	2016
Media annuale	1,0	1,3	0,6	0,1	0,1
50°Percentile media oraria	0,8	1,0	0,1	<0,1	<0,1
98°Percentile media oraria	3,5	4,3	3,4	0,6	0,8
Concentrazione oraria massima misurata	13	14	8	7	29
Raccolta dati validi	92,9%	97,5%	98,2%	98,1%	98,4%

Confrontando le concentrazioni misurate dalla rete del C.I.P.A. con la tabella 18 si evince che il valore limite sulle 24h di 150 µg/m³ non è mai stato raggiunto o superato dal 2012 al 2016, dal momento che la media oraria maggiore è stata pari a 74 µg/m³ nel 2012 nella stazione di Farodromo. Per quanto concerne il 2016, anche gli altri indici di esposizione non sono stati superati, dal momento che sono state soltanto 11 le ore con concentrazioni maggiori o uguali a 7µg/m³, con un valore massimo di 24 µg/m³. Inoltre il 50° percentile delle medie orarie è inferiore alla soglia olfattiva umana, mentre il 98° percentile delle medie orarie ha valori paragonabili alla stessa. Si assiste, quindi, ad una diminuzione complessiva dell'esposizione all'acido solfidrico, come evidenziato nella figura 16.

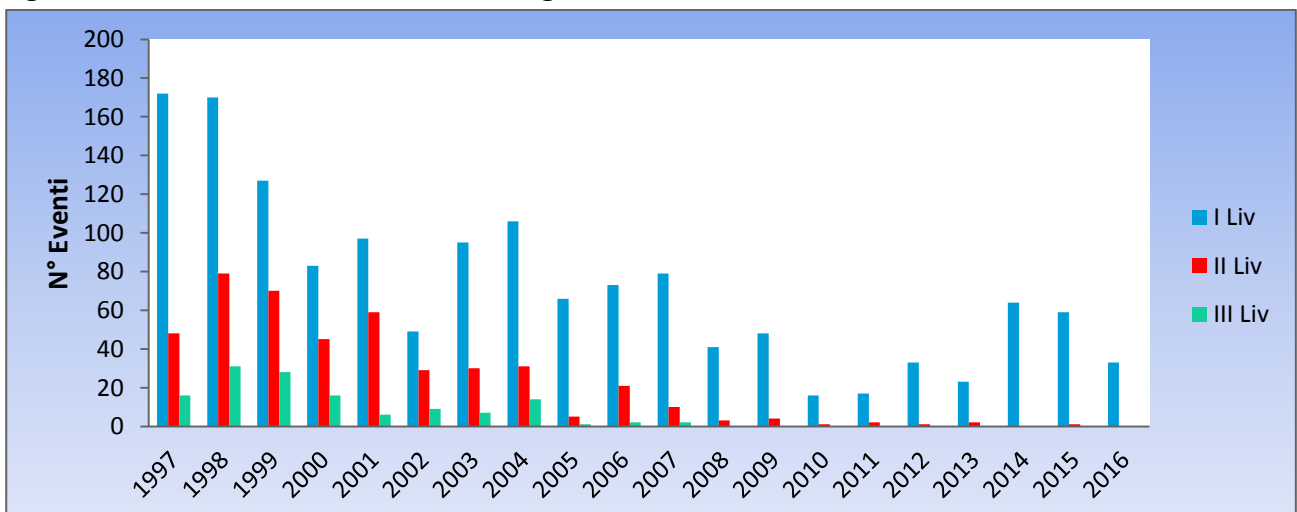
Figura 16 - Confronto tra le medie annuali dal 2012 al 2016 per la sostanza H₂S



4 – CODICE AUTOREGOLAMENTAZIONE EMISSIONI D.R. ARTA 14.06.2006

Nella regione Sicilia, dal 1993 è in vigore un decreto che disciplina le emissioni industriali, l'888/17, oggi D.R. 14.06.2006 che approva un piano d'azione con interventi di prevenzione di inquinamento atmosferico dell'aria ad elevato rischio di crisi ambientale, nella provincia di Siracusa. Lo scopo del decreto è quello di ridurre al minimo il rischio di raggiungere i valori limite fissati per garantire la qualità dell'aria. Il monitoraggio e la raccolta dati viene svolta dalla Rete Interconnessa (Libero Consorzio Comunale Siracusa – CIPA). Gli interventi si articolano su tre livelli di intervento (Allegato A tabella 1 del Decreto) a secondo delle concentrazioni raggiunte dalle sostanze monitorate, quali SO₂, NO₂, O₃ se associato ad un superamento di NMHC. Nel caso si verificano condizioni critiche per la dispersione degli inquinanti (Inversione Termica) si determina un evento di secondo livello. Secondo il protocollo di intervento, ciascuna delle Aziende viene raggiunta da una comunicazione di stato di intervento, che viene diramato dalla Provincia/CIPA attraverso un duplice sistema (Operatore/Informatico). Dopo aver ricevuto la comunicazione, le Aziende intervengono secondo le procedure stabilite nel Decreto. Nei grafici seguenti si mettono a confronto sia il numero di interventi sia la loro durata, distinti per livelli diramati a partire dal 1997 al 2016. Nel corso degli anni si assiste ad una graduale diminuzione del numero degli interventi diramati. Nel 2016 la procedura è stata attivata 33 volte solo per interventi di primo livello, mentre per quanto riguarda interventi di Secondo livello e Terzo livello non è stata attivata nessuna procedura (il Terzo livello di intervento non viene diramato già da diversi anni). Il costante abbassamento del numero di interventi è stato raggiunto grazie agli interventi strutturali di contenimento delle emissioni, attuati attraverso le informazioni fornite dalla rete di monitoraggio. Come si può notare nelle tabelle e nei grafici successivi, nel corso degli anni, il numero delle procedure di intervento è costantemente diminuito, fino a assistere alla totale assenza di interventi di Terzo livello a partire dall'anno 2008. L' aumento avvenuto dal 2014, solo degli interventi di I Livello, per cui interventi preventivi, è stato determinato dal ripristino dell'interconnessione.

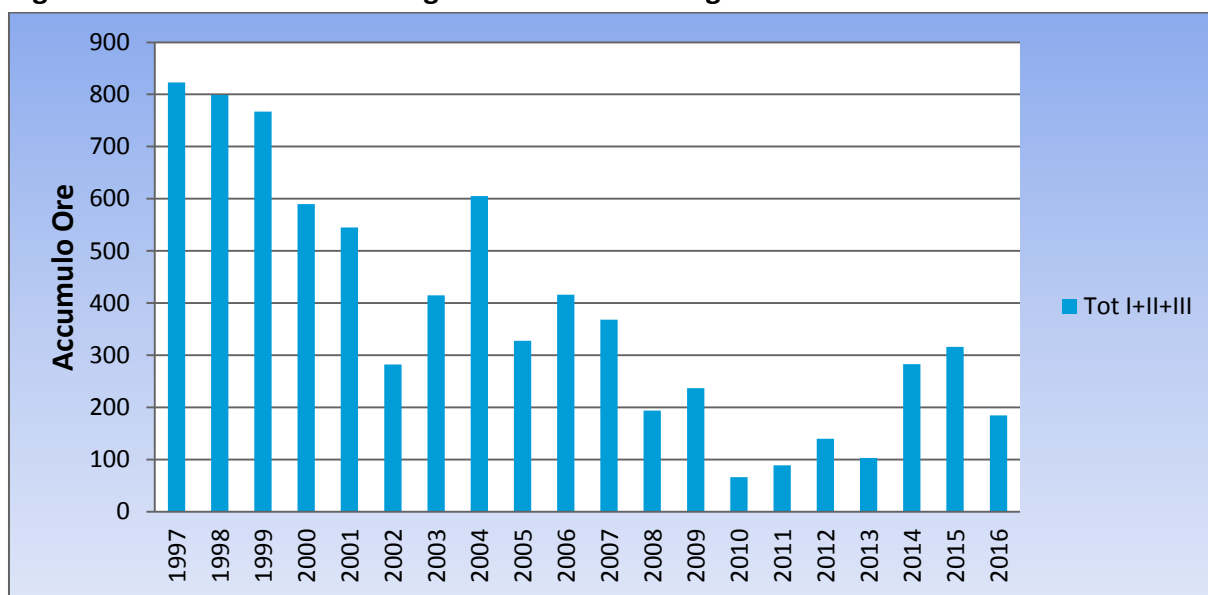
Figura 17 - Numero di eventi diramati negli anni dal 1997 al 2016.



Tab. 20–Numero di eventi diramati negli anni con riferimento al D.R. 14.06.2006

Anno	1° Liv	2° Liv	3° Liv
1997	172	48	16
1998	170	79	31
1999	127	70	28
2000	83	45	16
2001	97	59	6
2002	49	29	9
2003	95	30	7
2004	106	31	14
2005	66	5	1
2006	73	21	2
2007	79	10	2
2008	41	3	0
2009	48	4	0
2010	16	1	0
2011	17	2	0
2012	33	1	0
2013	23	2	0
2014	64	0	0
2015	59	1	0
2016	33	0	0

Figura 18 - Accumulo orario degli eventi diramati negli anni dal 1997 al 2016.



Tab. 21–Durata in ore dei interventi diramati

Anno	1°Liv	2°Liv	3° Liv	Tot I+II	Tot II+III
1997	725	75	23	823	98
1998	595	162	42	799	204
1999	529	175	63	767	238
2000	448	113	29	590	142
2001	401	133	11	545	144
2002	199	63	20	282	83
2003	335	70	10	415	80
2004	489	84	32	605	116
2005	312	13	3	328	16
2006	356	54	6	416	60
2007	346	22	0	368	22
2008	188	6	0	194	6
2009	229	8	0	237	8
2010	64	2	0	66	2
2011	87	2	0	89	2
2012	138	2	0	140	2
2013	100	3	0	103	3
2014	283	0	0	283	0
2015	311	5	0	316	5
2016	185	0	0	185	0

5 – INDICE DI FUNZIONALITÀ DELLA RETE C.I.P.A.

Per la validità dei dati aggregati (ad esempio le medie giornaliere o annuali) il decreto legislativo 155/2010 stabilisce, per ciascun parametro, la percentuale minima di medie orarie valide per la misurazione in punti fissi:

- Ozono e ossidi di azoto: minimo 90% in estate, 75% in inverno;
- Biossido di zolfo, PM₁₀/PM_{2,5}, Benzene: minimo 90%

In conformità con i metodi di riferimento e il decreto sopra citato, le ore di manutenzione e taratura ordinaria della strumentazione sono considerate valide ai fini del calcolo del rendimento degli analizzatori.

Per le altre sostanze non normate, per analogia, si considerano validi i dati aggregati se l'efficienza di raccolta è pari o superiore al 90%.

Questi indicatori sono stati già presentati nei paragrafi inerenti le sostanze monitorate dal Consorzio, ma vengono qui riassunti per fornire al lettore una visione d'insieme. Nelle tabelle sottostanti sono indicate le percentuali di validità durante l'arco dell'anno, suddivise per singolo parametro.

Tab. 22 –Indice di funzionalità complessivo

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	Media
2016	98,7	99,1	98,4	98,9	98,7	99,3	98,0	98,8	96,3	96,7	96,4	98,4	98,1

Tab. 23 – Percentuali dati validi SO₂

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
San Focà	99,6	99,0	98,8	98,7	95,8
Brucoli	98,5	98,4	98,7	98,7	99,6
Belvedere	98,0	96,7	97,8	95,8	97,5
Florida	99,5	98,1	99,8	98,9	99,6
Farodromo	99,2	98,2	95,5	94,3	99,4
Ogliastro	97,9	93,5	99,1	97,7	98,4
Villasmundo	97,7	98,3	98,2	96,9	98,7
Melilli	98,8	92,8	98,9	97,8	98,6
Siracusa	93,8	98,5	97,7	98,2	99,4
Bondifè	92,8	97,0	98,0	97,5	98,0
Augusta	97,8	95,5	99,1	98,7	98,4

Tab. 24 - Percentuali dati validi NO₂/NO

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
San Focà	99,4	98,8	98,7	98,6	97,8
Belvedere	99,5	99,3	99,0	97,8	98,9
Melilli	99,0	99,4	99,5	98,3	99,8
Augusta	99,1	96,9	97,0	98,3	99,0

Tab. 25 - Percentuali dati validi PM₁₀

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
San Focà	99,2	99,4	94,5	90,1	88,0
Belvedere	99,6	98,6	97,8	98,3	96,4
Farodromo	98,6	98,6	95,6	94,5	98,3
Ogliastro	95,3	90,2	85,5	86,3	95,6
Melilli	94,6	88,2	92,6	69,7	97,8
Augusta	98,9	93,9	78,8	43,5	98,1

Tab. 26 - Percentuali dati validi per PM_{2,5}

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
San Focà	\	\	\	90,1	88,0
Belvedere	\	\	\	98,0	96,2
Ogliastro	95,1	90,0	85,5	86,3	95,3
Melilli	\	\	\	69,7	97,8
Siracusa	30,0	92,7	89,7	97,8	92,3
Augusta	\	\	\	43,5	98,1

Tab. 27 - Percentuali dati validi per O₃

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
Belvedere	97,9	97,9	98,4	98,1	98,1
Villasmundo	96,9	98,2	98,8	97,9	99,4
Melilli	96,2	96,8	98,1	98,3	98,9

Tab. 28 – Percentuali dati validi per H₂S

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
San Focà	99,0	98,6	99,0	97,4	96,7
Farodromo	98,6	98,6	98,6	94,3	98,6
Melilli	92,9	97,5	98,2	98,1	98,4

Tab. 29 – Percentuali dati validi per NMHC

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
Belvedere	97,1	93,2	97,1	97,7	97,5
Villasmundo	96,1	95,1	97,5	96,6	98,8
Melilli	98,5	95,7	98,3	96,0	98,4

Tab. 30 - Percentuali dati validi per Benzene

ANNI	2012	2013	2014	2015	2016
San Focà	97,5	97,5	98,8	98,5	97,2
Belvedere	86,0	89,9	92,7	97,9	98,5
Melilli	87,5	88,5	94,6	97,8	98,4
Augusta	97,1	94,9	98,9	98,8	98,7

Tab. 31 – Percentuali dati validi per Toluene

ANNI	2014	2015	2016
San Focà	98,8	98,5	97,8
Belvedere	92,7	97,9	98,2
Melilli	94,6	97,5	97,8
Augusta	98,9	98,7	98,6

Tab. 32 –Percentuali dati validi per Etilbenzene

ANNI	2014	2015	2016
San Focà	98,8	98,5	97,8
Belvedere	92,7	97,9	98,5
Melilli	94,6	97,5	98,4
Augusta	98,9	98,8	98,6

Tab. 33 – Percentuali dati validi per m+p Xilene

ANNI	2014	2015	2016
San Focà	98,8	98,5	97,8
Belvedere	92,7	96,2	98,3
Melilli	94,6	97,5	97,4
Augusta	98,9	98,7	98,6

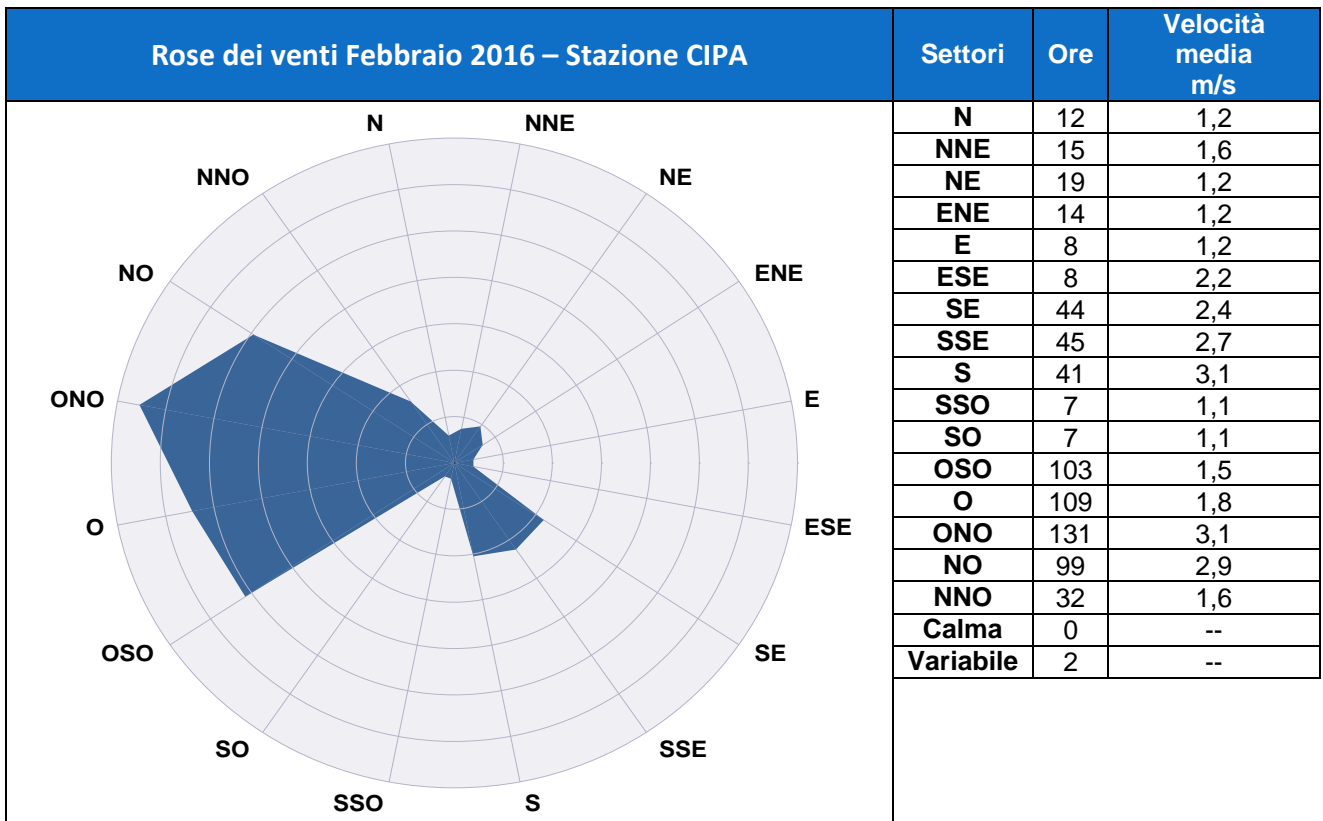
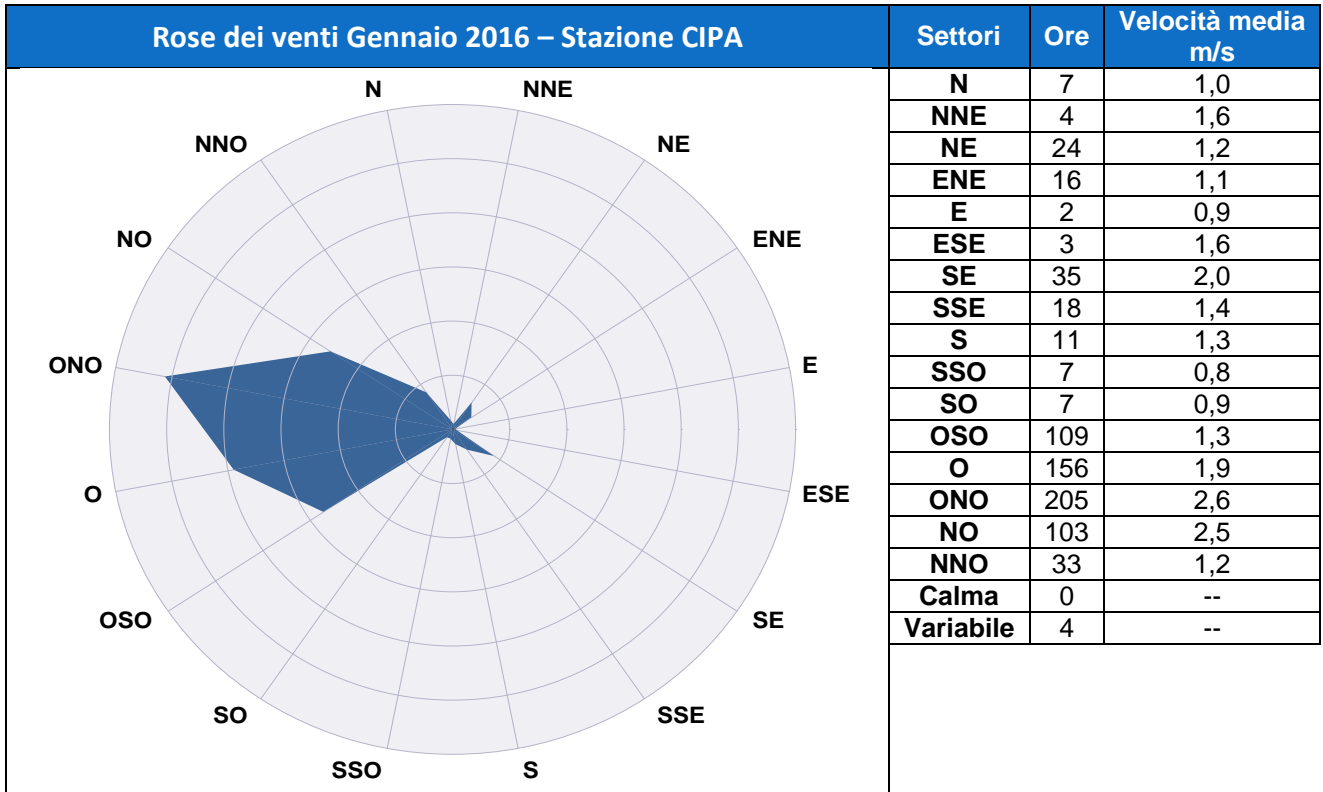
Tab. 34 – Percentuali dati validi per o-Xilene

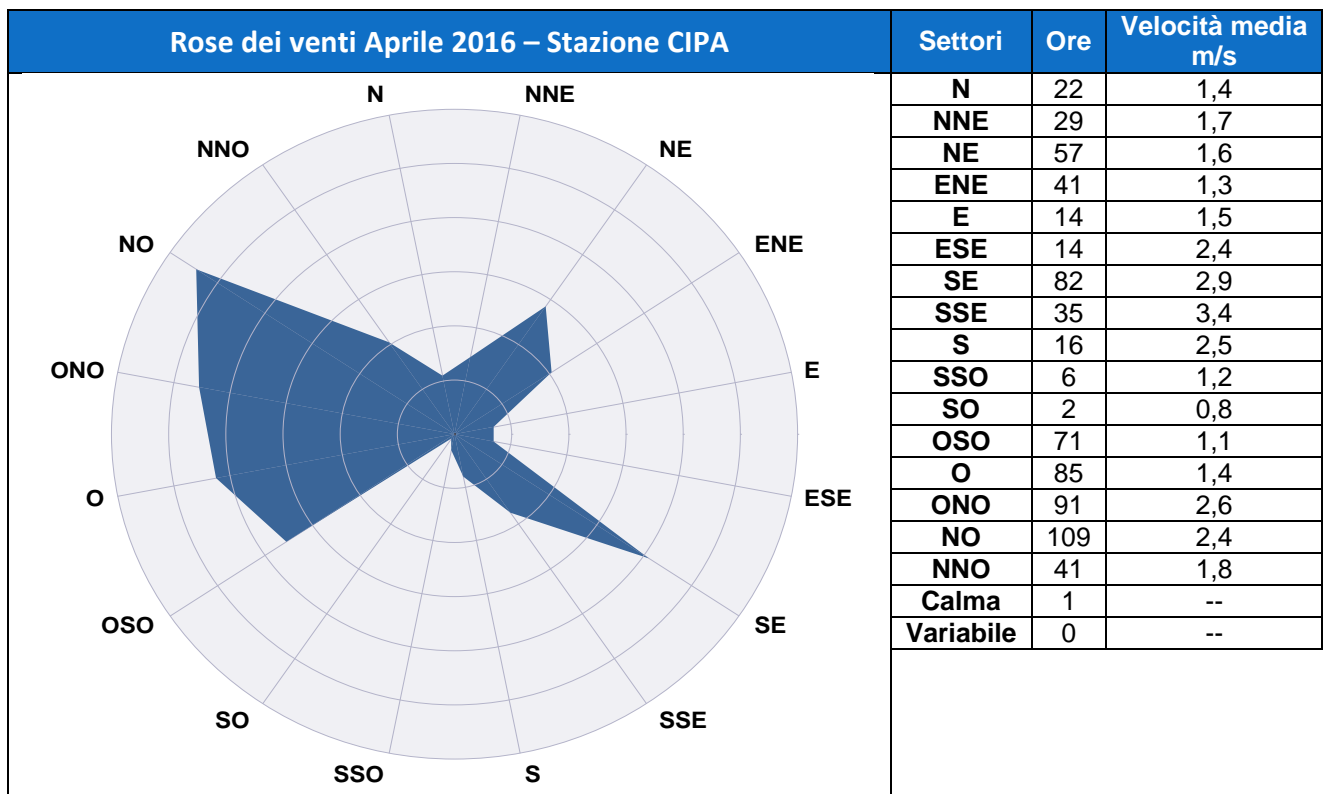
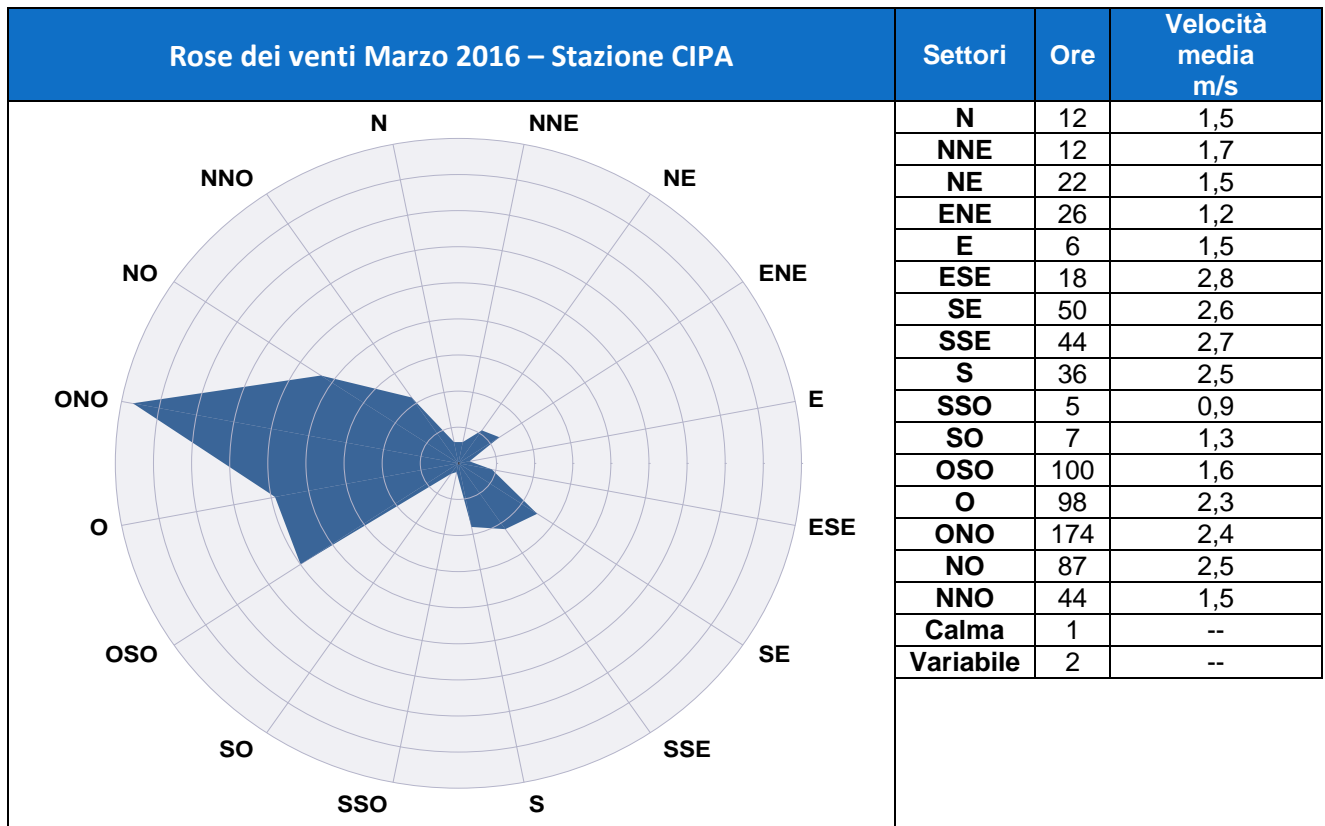
ANNI	2014	2015	2016
San Focà	98,5	98,5	97,8
Belvedere	92,7	96,2	98,1
Melilli	94,6	97,5	97,4
Augusta	98,9	98,6	98,6

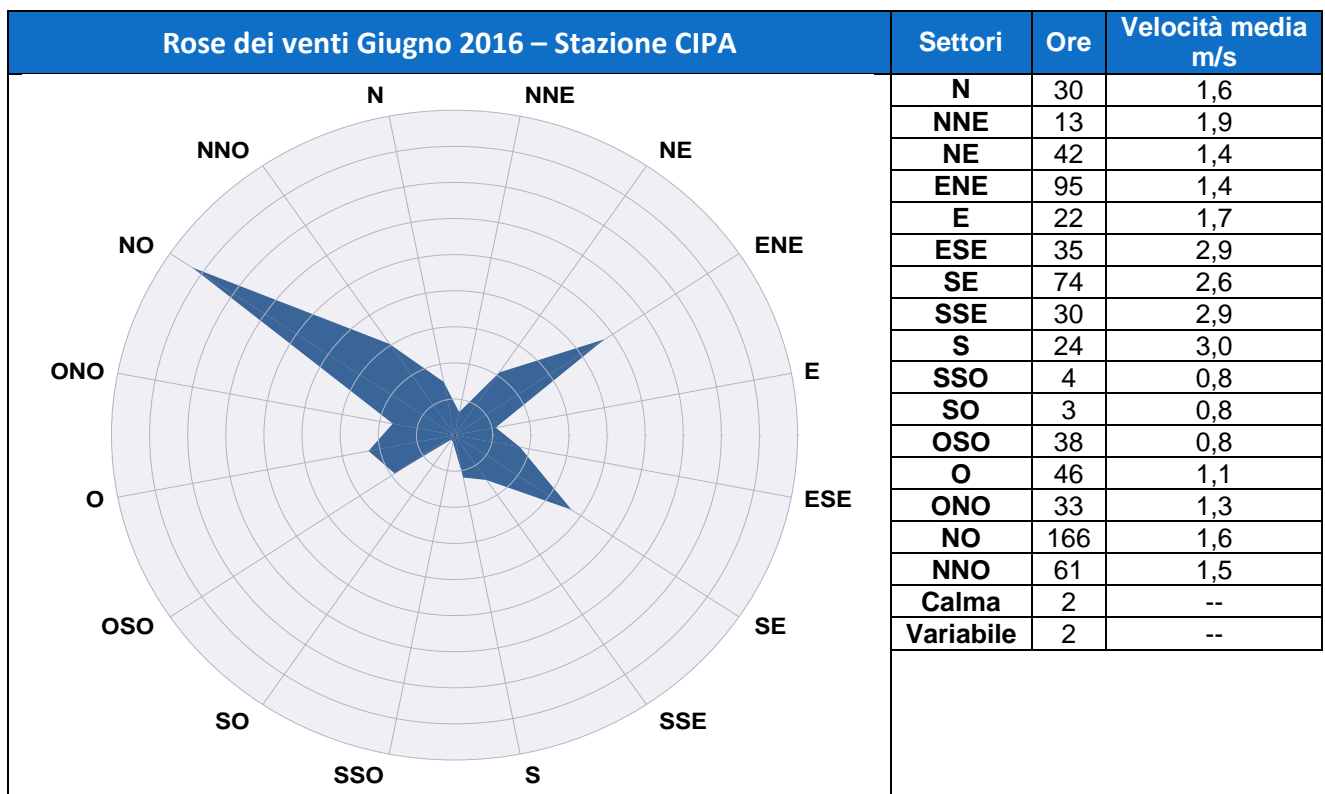
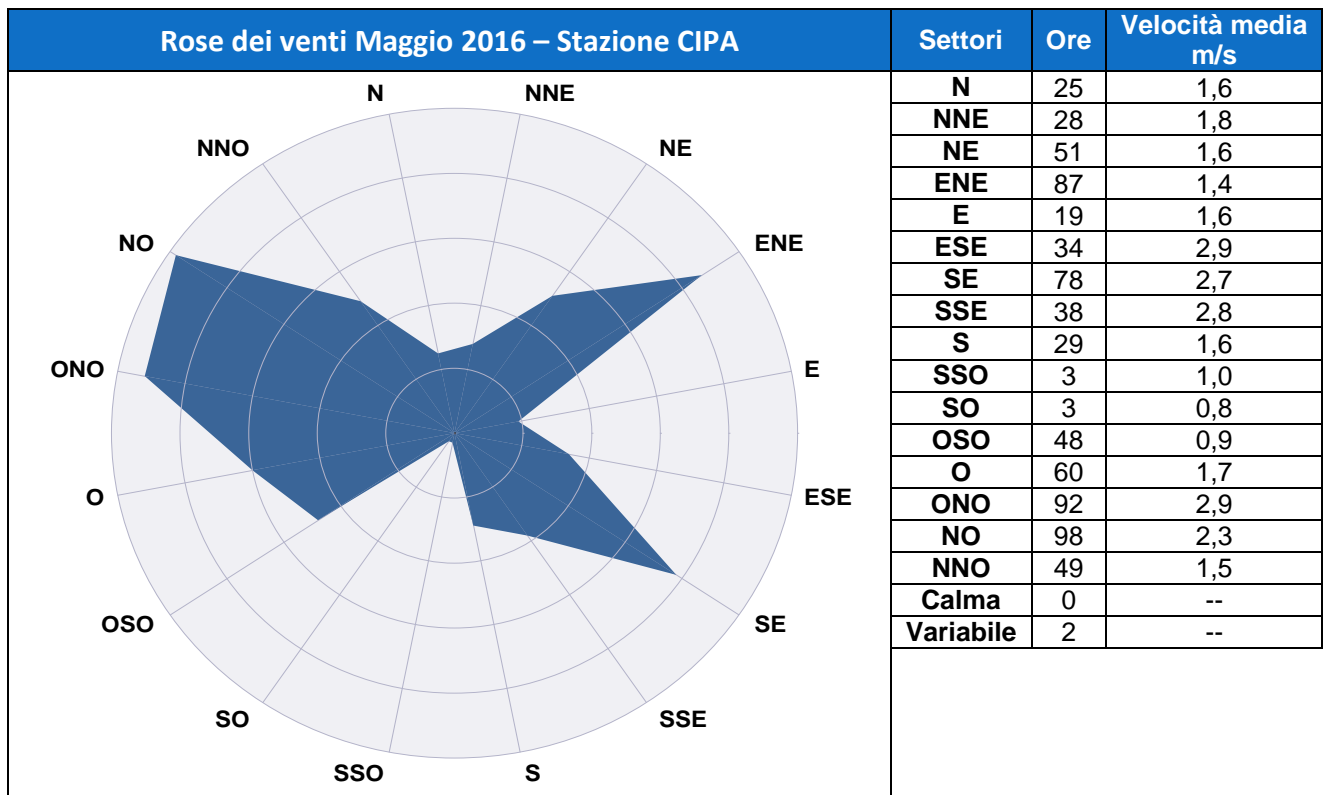


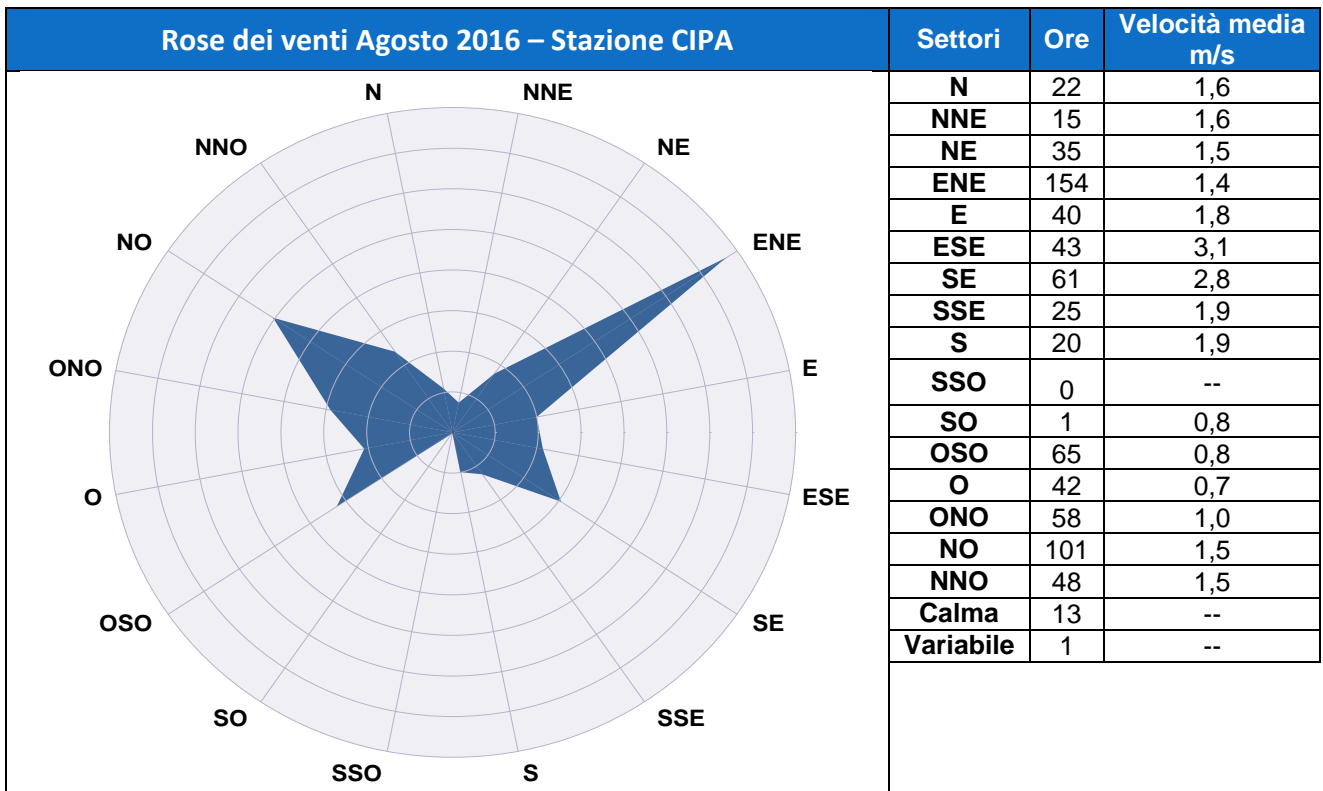
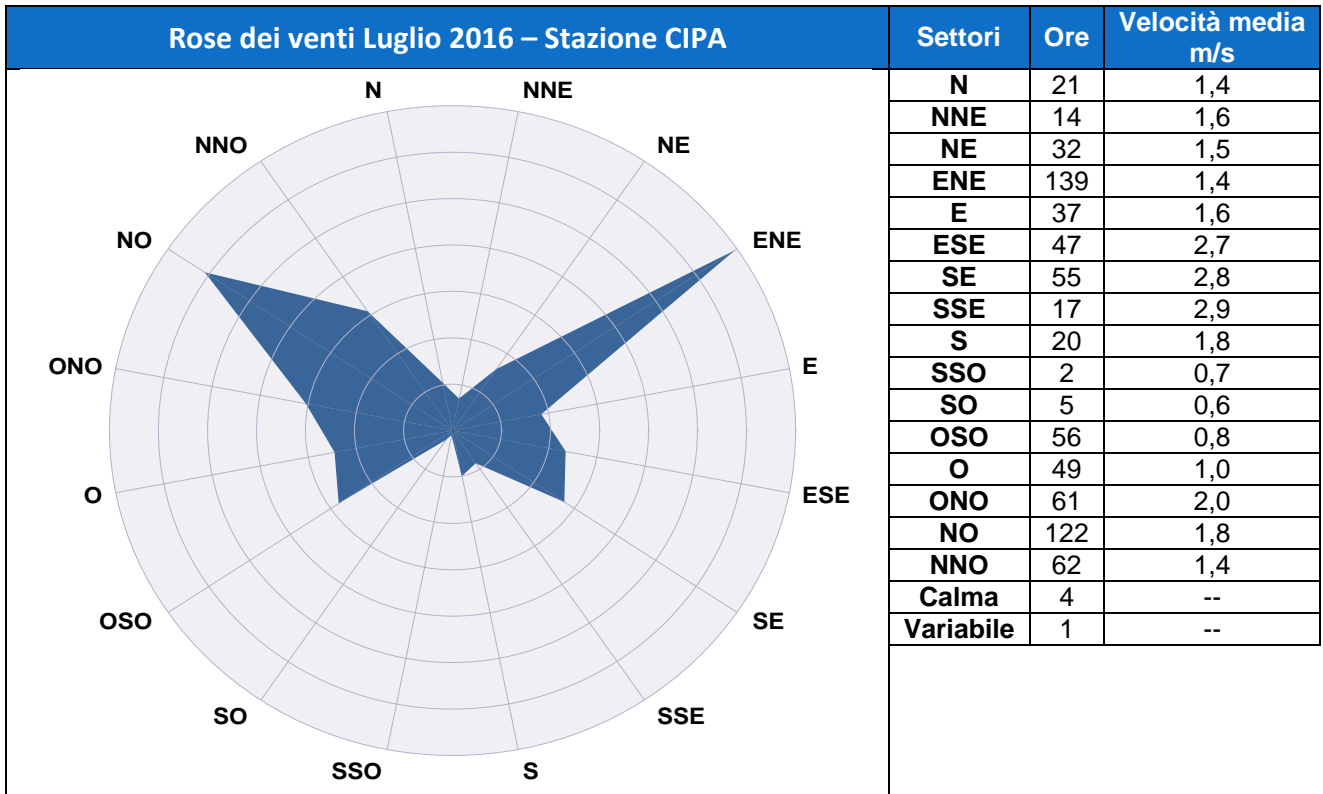
Parametri Fisici dell'Atmosfera

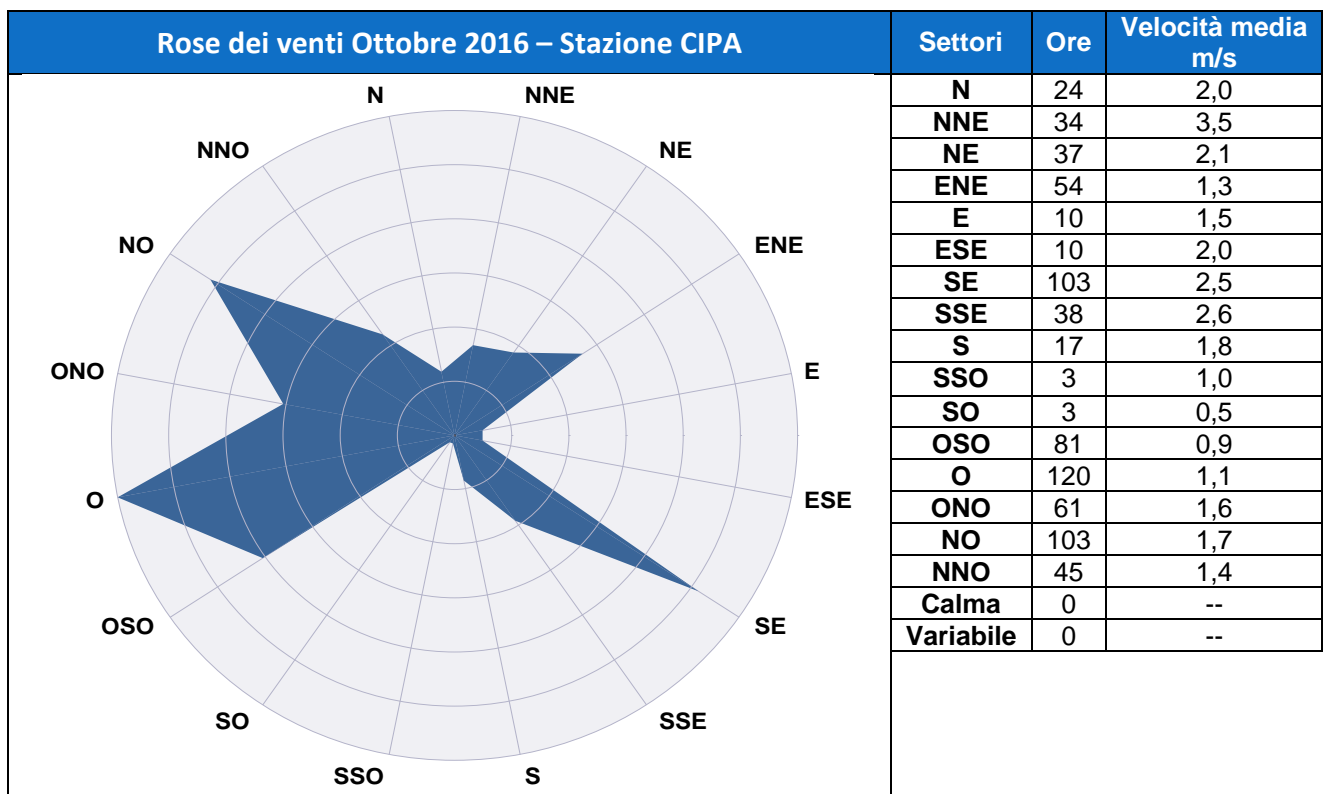
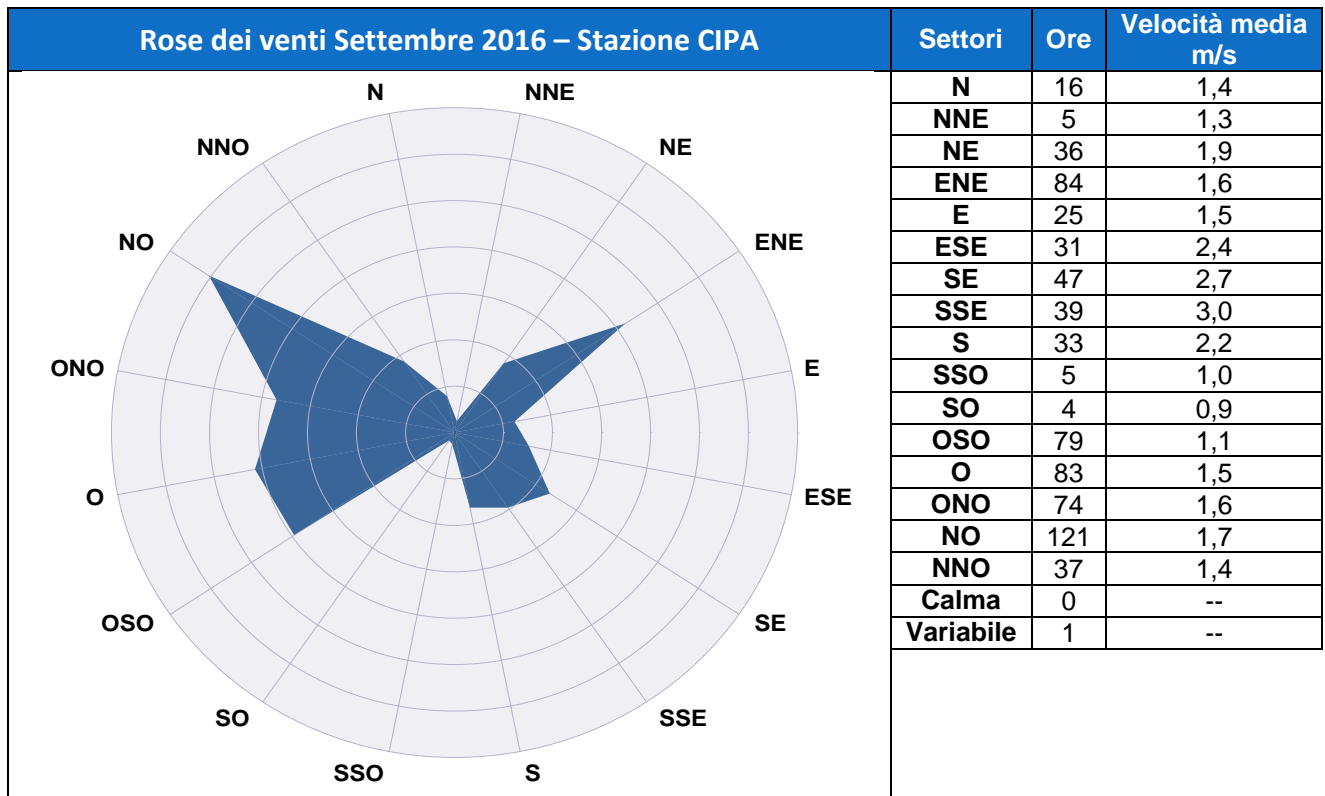
6.1 - ROSE DEI VENTI

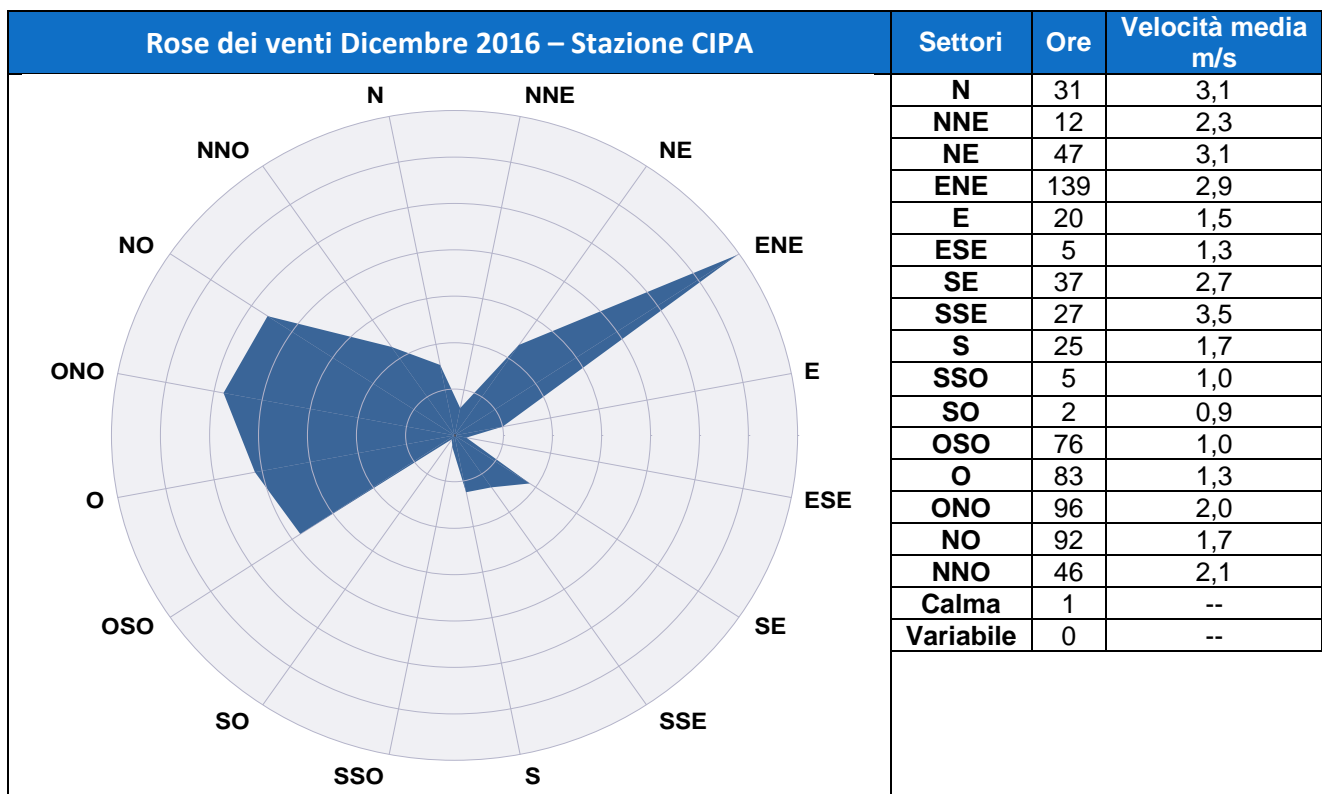
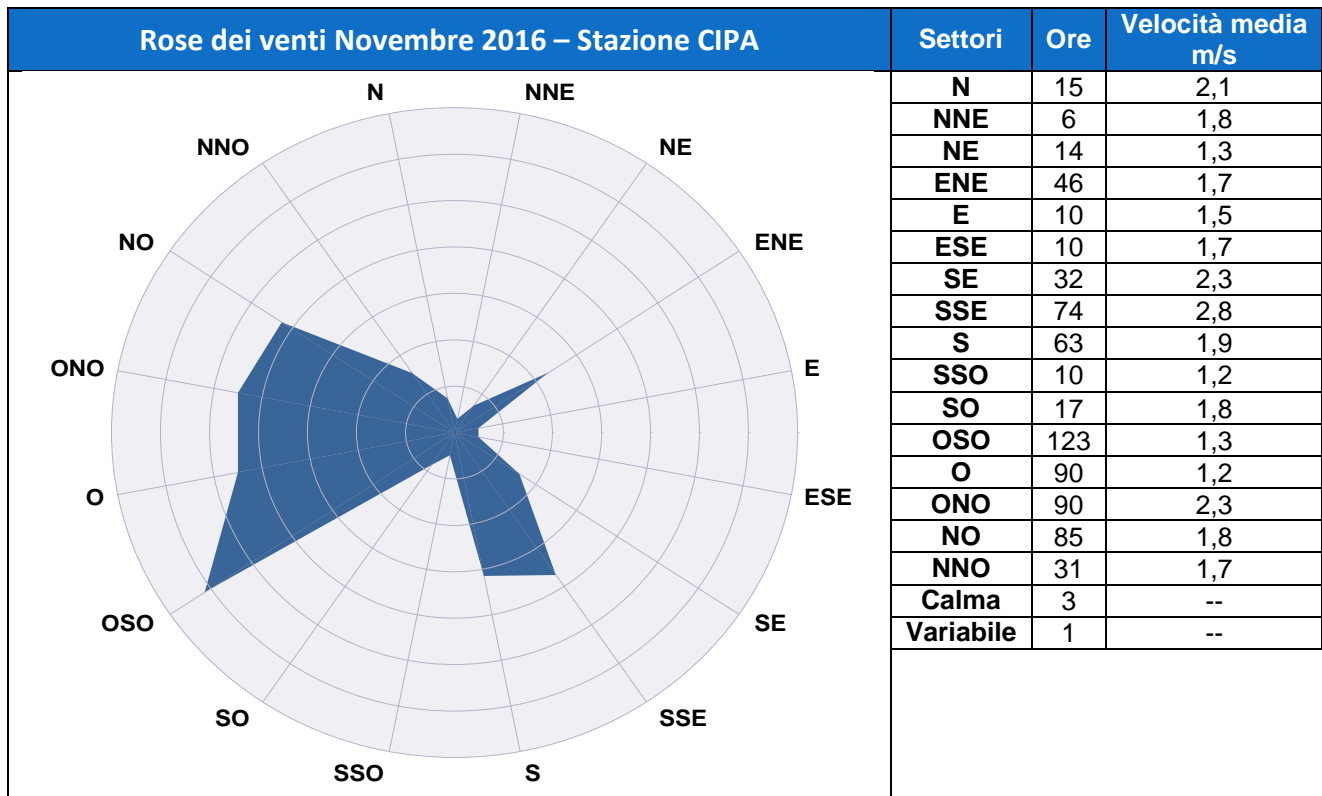


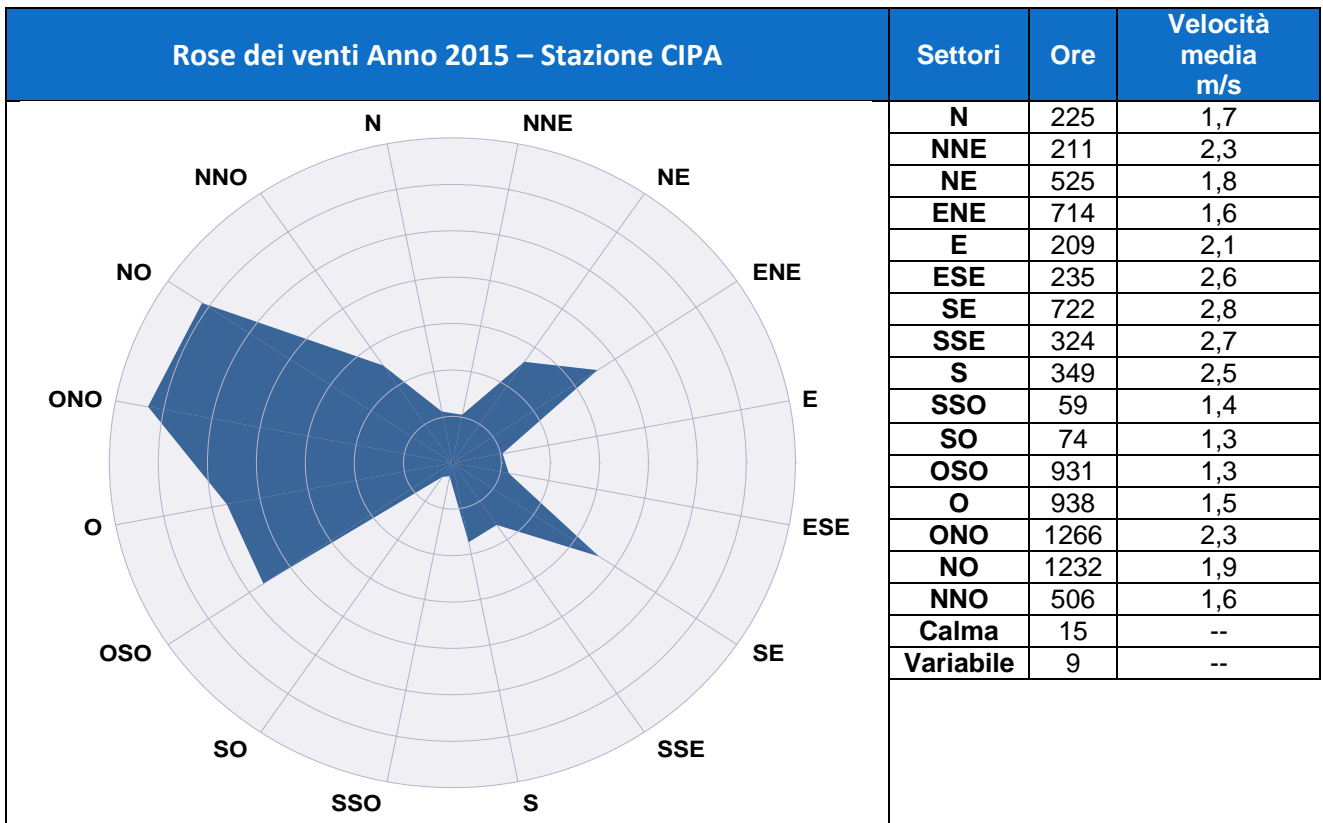
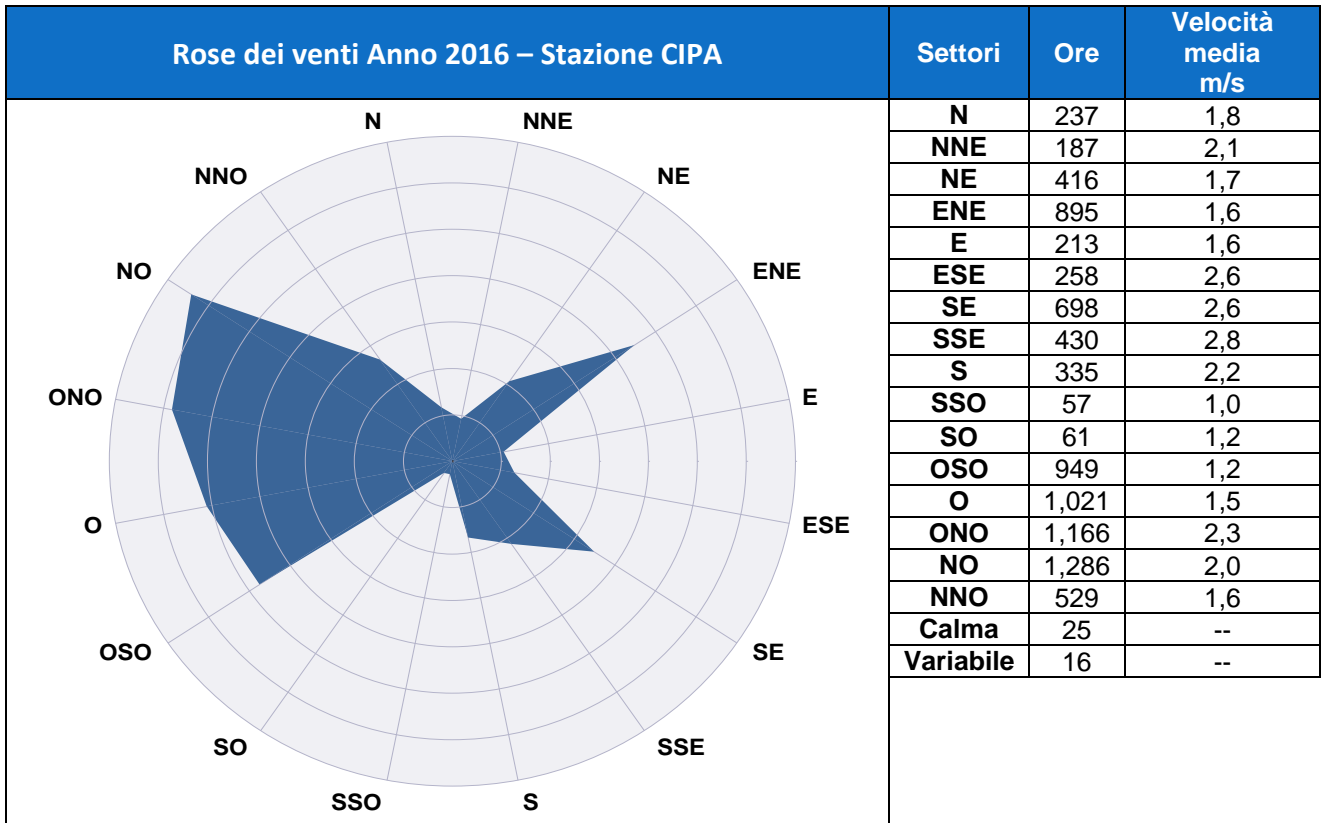


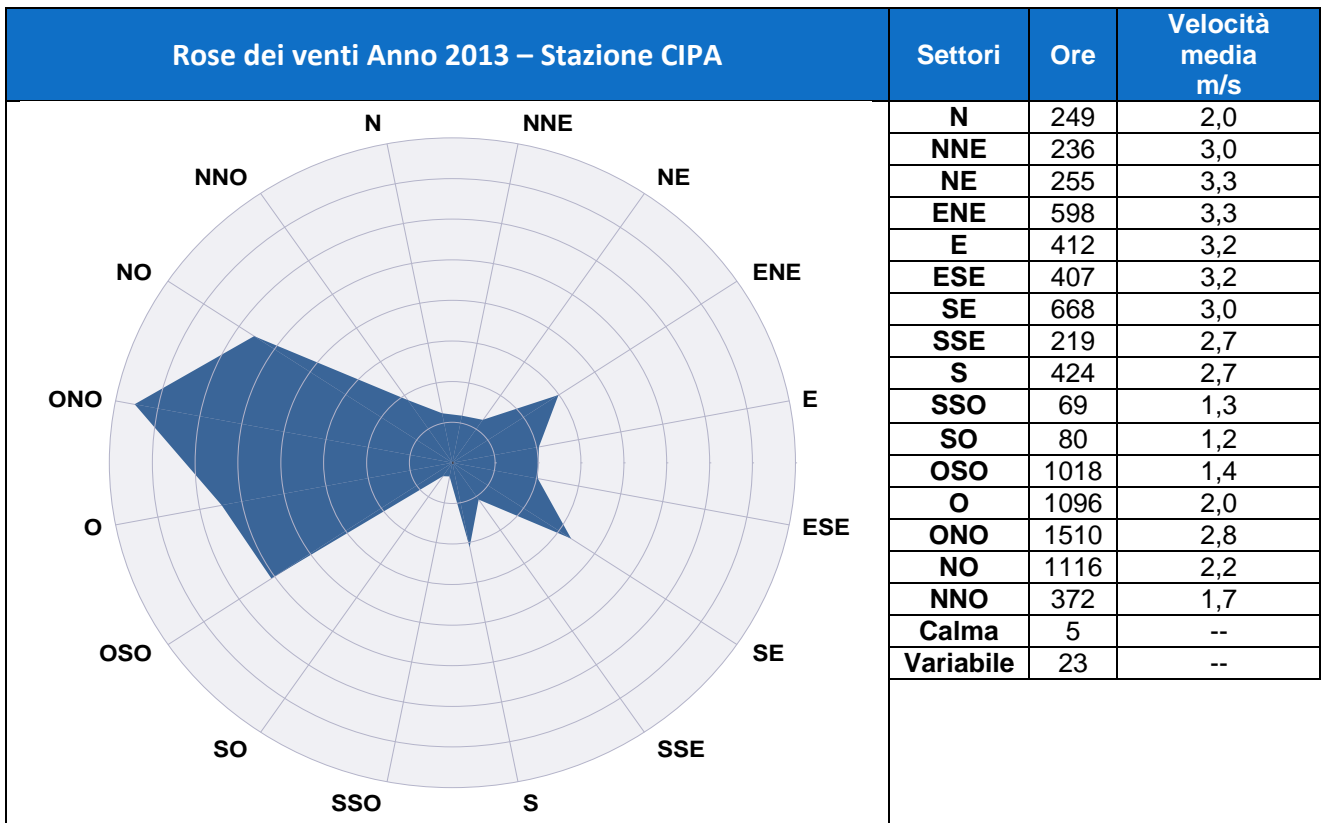
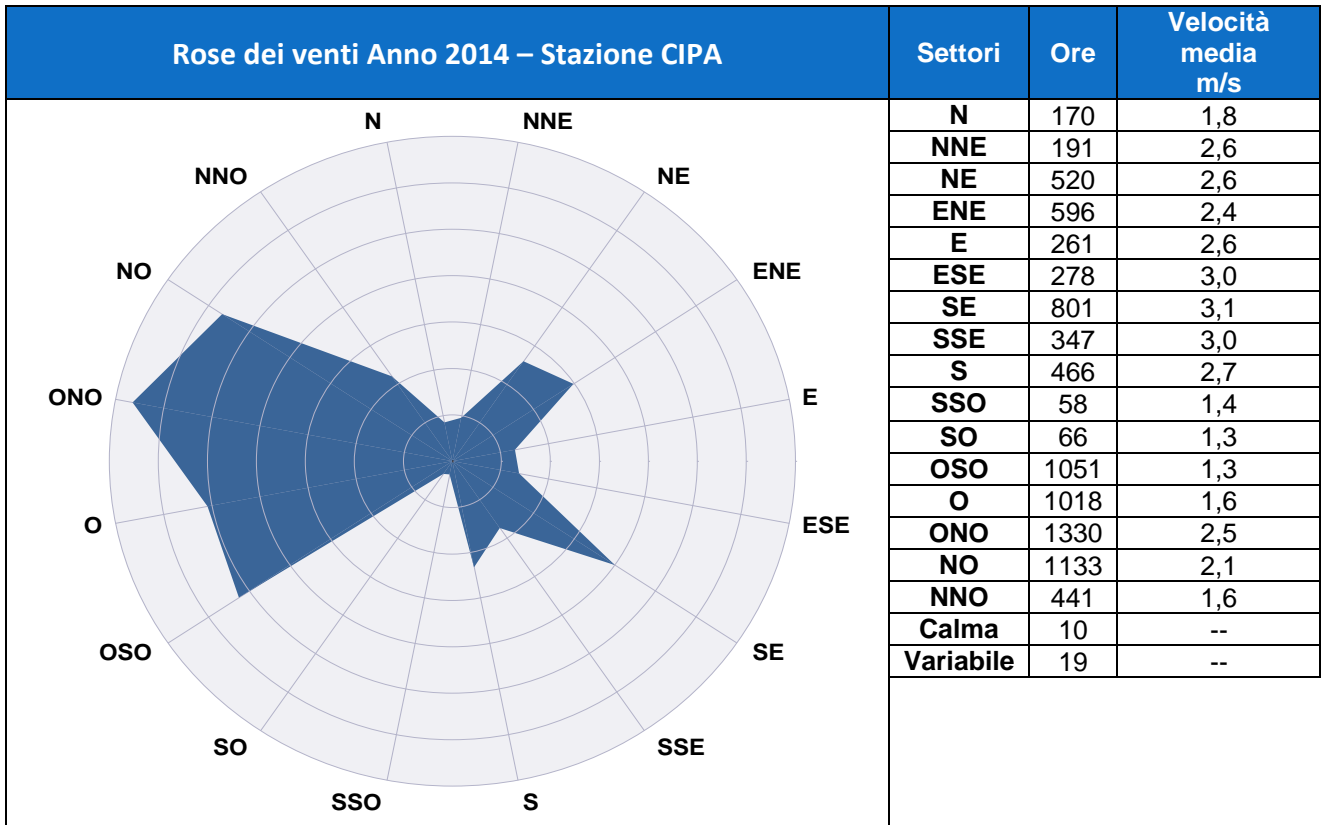


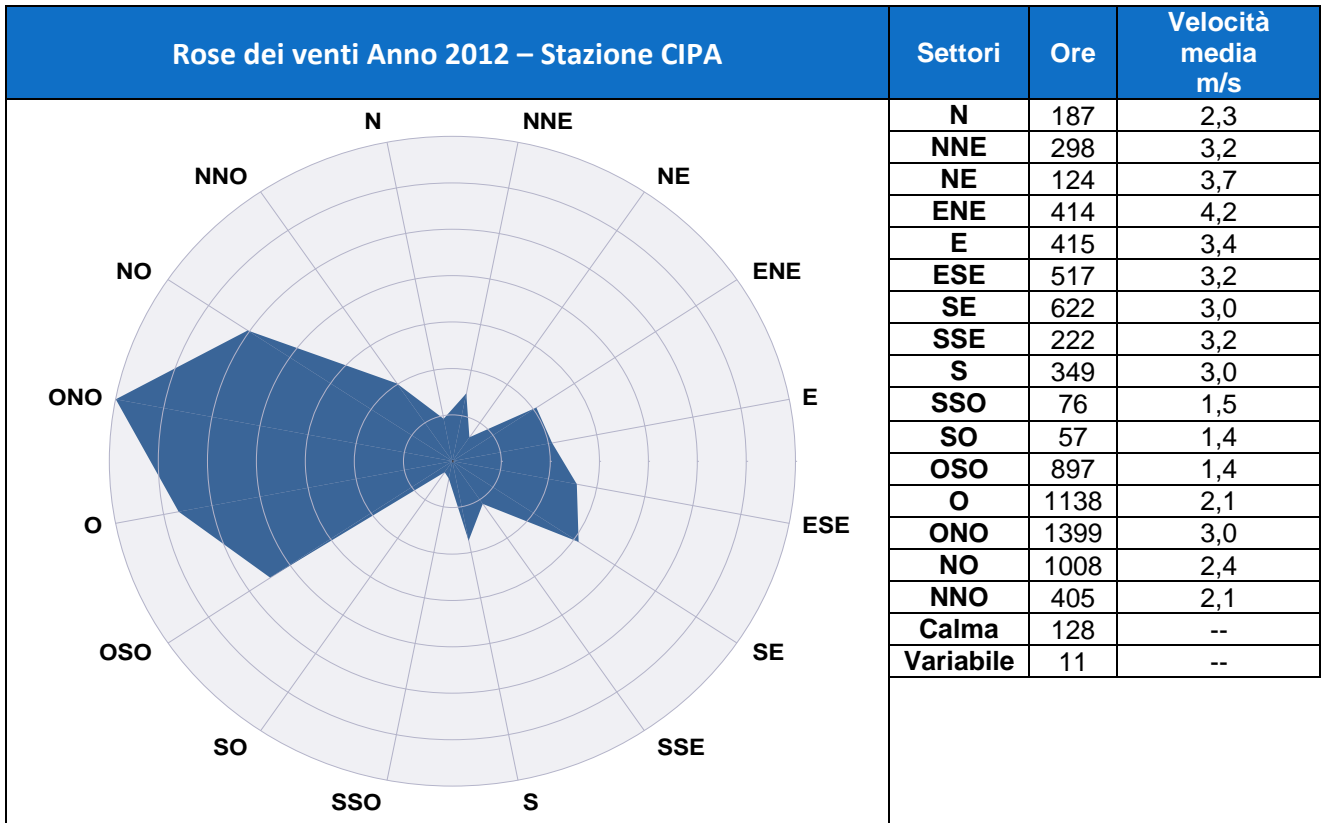




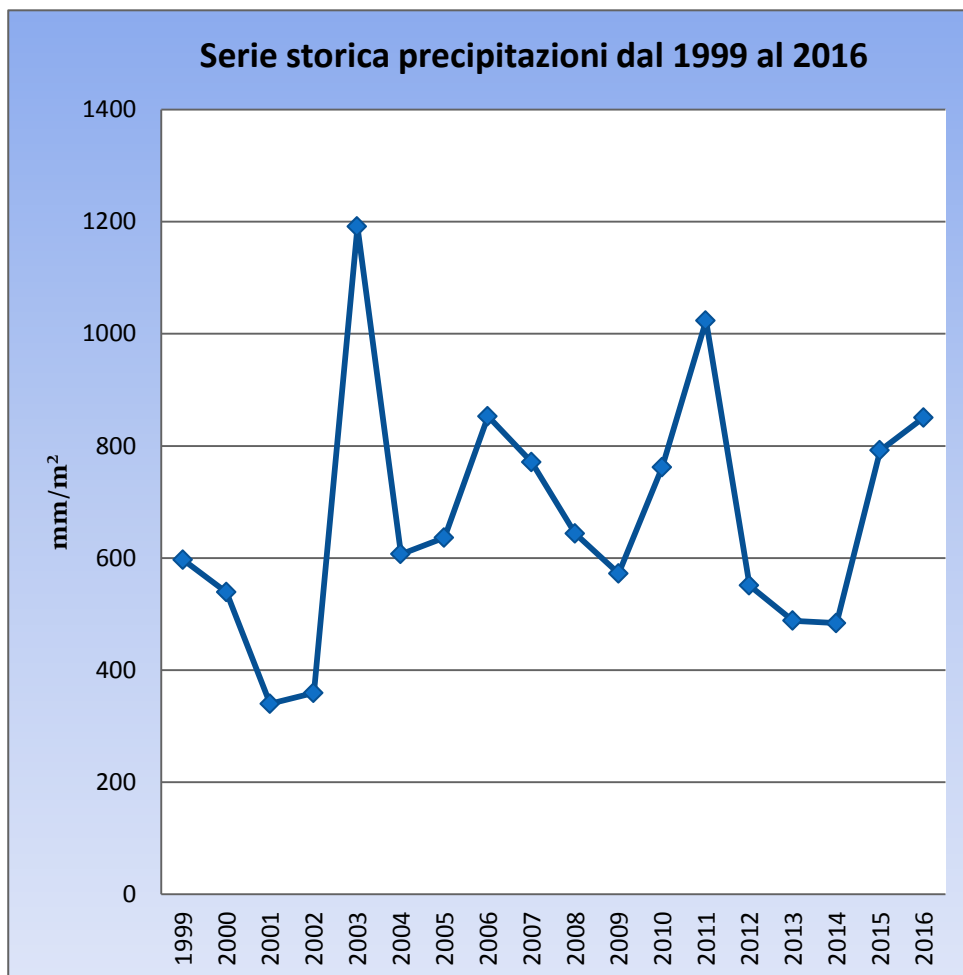








6.2 – PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE – STAZIONE CIPA

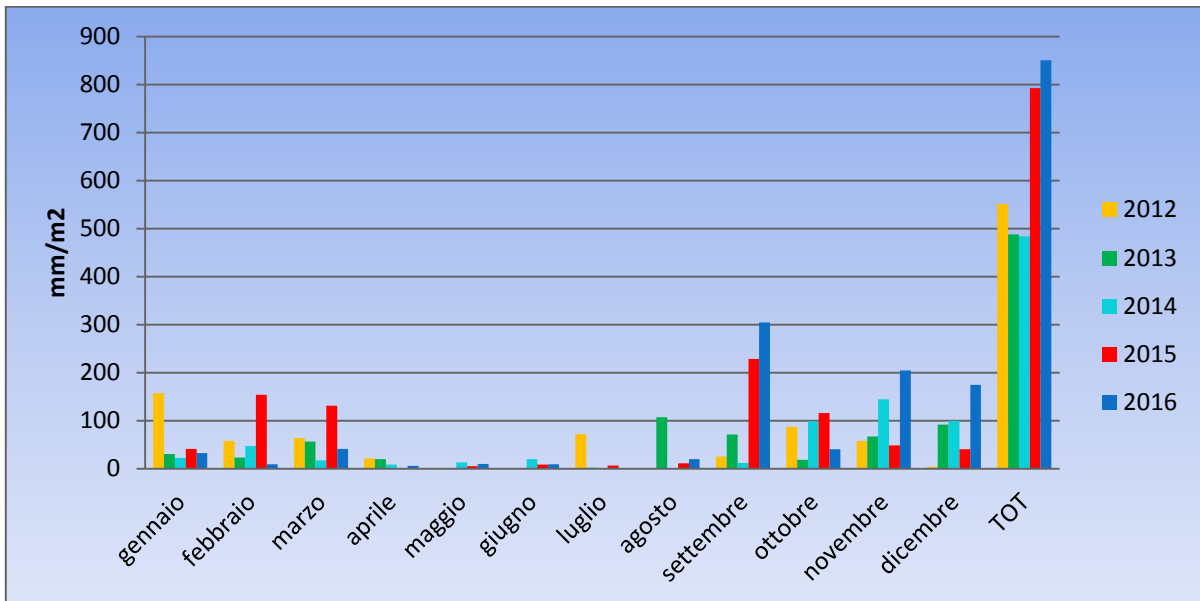


Anno	Accumulo Annuo mm/m ²
1999	596
2000	538
2001	340
2002	359
2003	1191
2004	607
2005	636
2006	852
2007	771
2008	643
2009	572
2010	761
2011	1023
2012	551
2013	488
2014	483
2015	792
2016	850

Accumulo mensile pioggia dal 2012 al 2016 U.M. mm/m²

Anni	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	TOT
2012	157	58	64	21	2	0	72	0	25	87	58	4	551
2013	30	23	56	19	0	0	1	107	71	18	67	91	488
2014	22	47	17	8	13	20	0	0	11	99	144	99	483
2015	41	153	131	1	5	8	6	11	228	115	48	40	792
2016	32	9	41	5	9	9	0	19	304	40	204	174	850

Grafico accumulo mensile dal 2012 al 2016

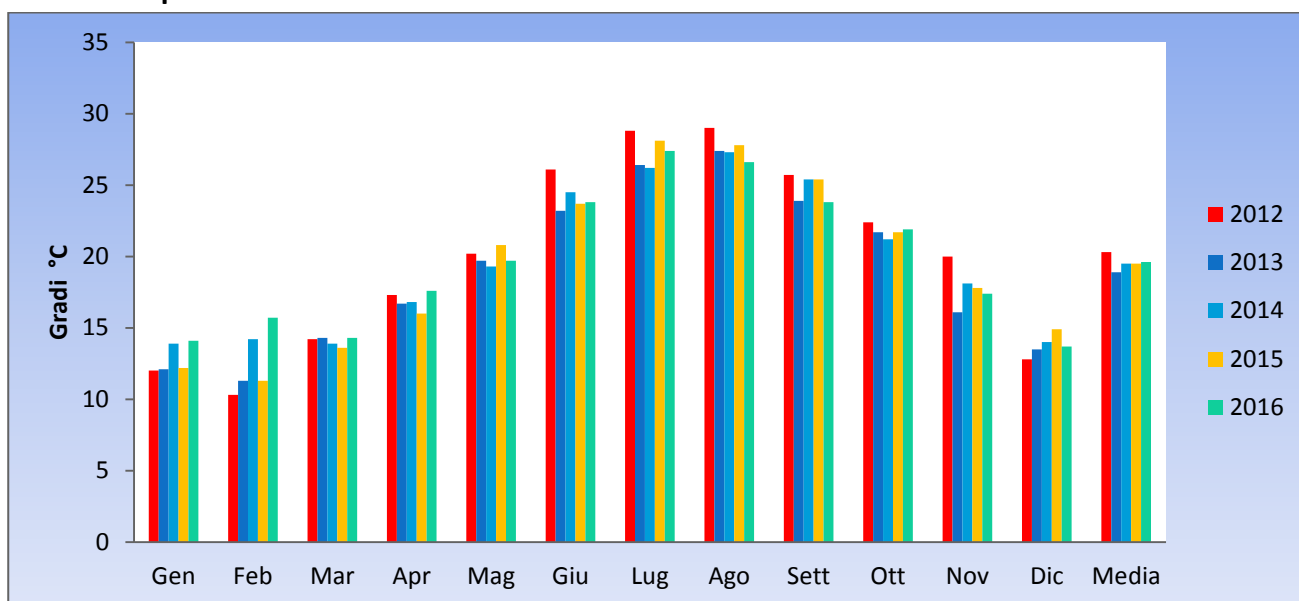


6.3 TEMPERATURE – STAZIONE C.I.P.A.

Temperature medie mensili e annuali dal 2012 al 2016

Anni	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	Media
2012	12	10,3	14,2	17,3	20,2	26,1	28,8	29	25,7	22,4	20	12,8	20,3
2013	12,1	11,3	14,3	16,7	19,7	23,2	26,4	27,4	23,9	21,7	16,1	13,5	18,9
2014	13,9	14,2	13,9	16,8	19,3	24,5	26,2	27,3	25,4	21,2	18,1	14	19,5
2015	12,2	11,3	13,6	16	20,8	23,7	28,1	27,8	25,4	21,7	17,8	14,9	19,5
2016	14,1	15,7	14,3	17,6	19,7	23,8	27,4	26,6	23,8	21,9	17,4	13,7	19,6

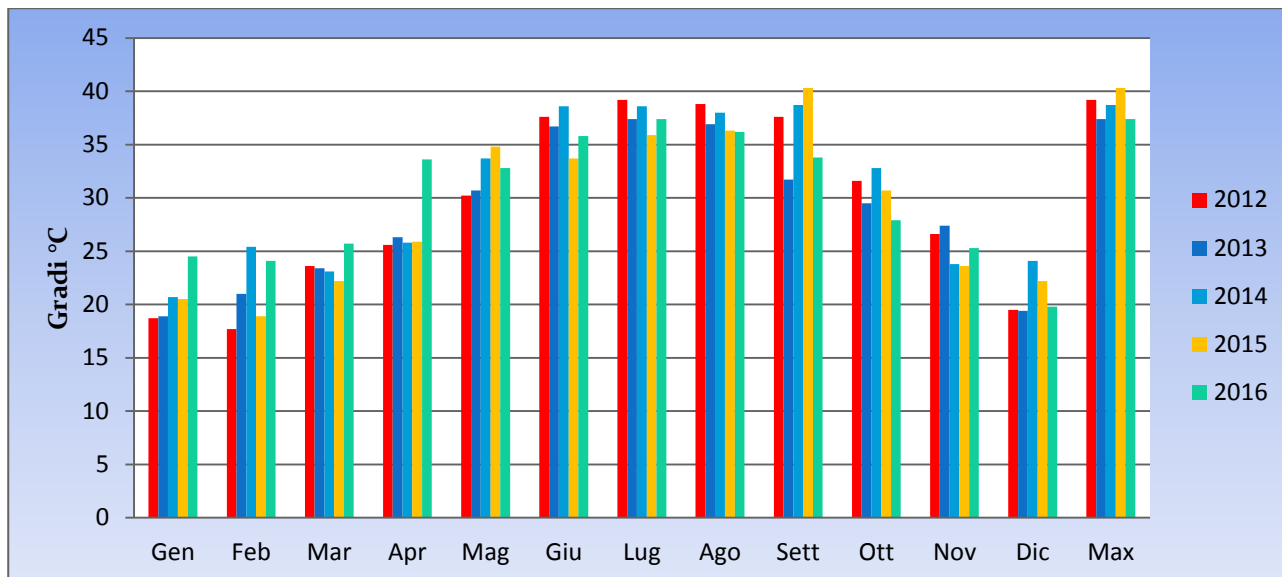
Gráfico temperature medie mensili e annuali dal 2012 al 2016



Temperature massime registrate nei mesi dell'anno dal 2012 al 2016

Mesi	2012	2013	2014	2015	2016
Gen	18,7	18,9	20,7	20,5	24,5
Feb	17,7	21	25,4	18,9	24,1
Mar	23,6	23,4	23,1	22,2	25,7
Apr	25,6	26,3	25,8	25,9	33,6
Mag	30,2	30,7	33,7	34,8	32,8
Giu	37,6	36,7	38,6	33,7	35,8
Lug	39,2	37,4	38,6	35,9	37,4
Ago	38,8	36,9	38	36,3	36,2
Sett	37,6	31,7	38,7	40,3	33,8
Ott	31,6	29,5	32,8	30,7	27,9
Nov	26,6	27,4	23,8	23,6	25,3
Dic	19,5	19,4	24,1	22,2	19,8
Max	39,2	37,4	38,7	40,3	37,4

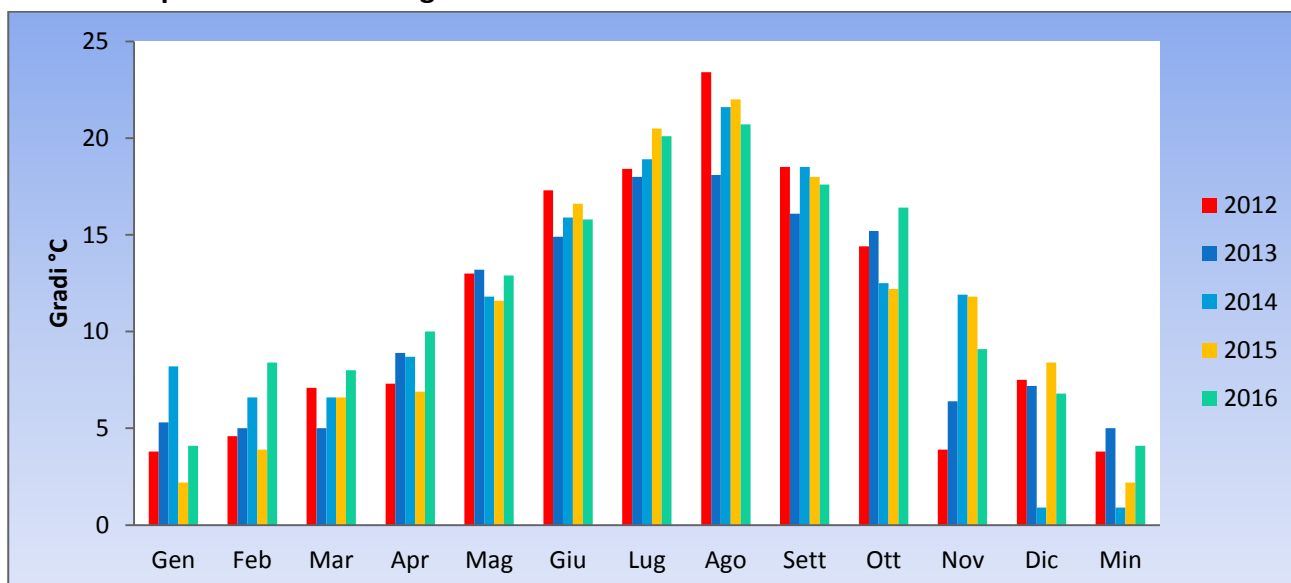
Grafico temperature massime registrate nei mesi dell'anno dal 2012 al 2016



Temperature minime registrate nei mesi dell'anno dal 2012 al 2016

Anni	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	Min
2012	3,8	4,6	7,1	7,3	13	17,3	18,4	23,4	18,5	14,4	3,9	7,5	3,8
2013	5,3	5	5	8,9	13,2	14,9	18	18,1	16,1	15,2	6,4	7,2	5
2014	8,2	6,6	6,6	8,7	11,8	15,9	18,9	21,6	18,5	12,5	11,9	0,9	0,9
2015	2,2	3,9	6,6	6,9	11,6	16,6	20,5	22	18	12,2	11,8	8,4	2,2
2016	4,1	8,4	8	10	12,9	15,8	20,1	20,7	17,6	16,4	9,1	6,8	4,1

Grafico temperature minime registrate nei mesi dell'anno dal 2012 al 2016



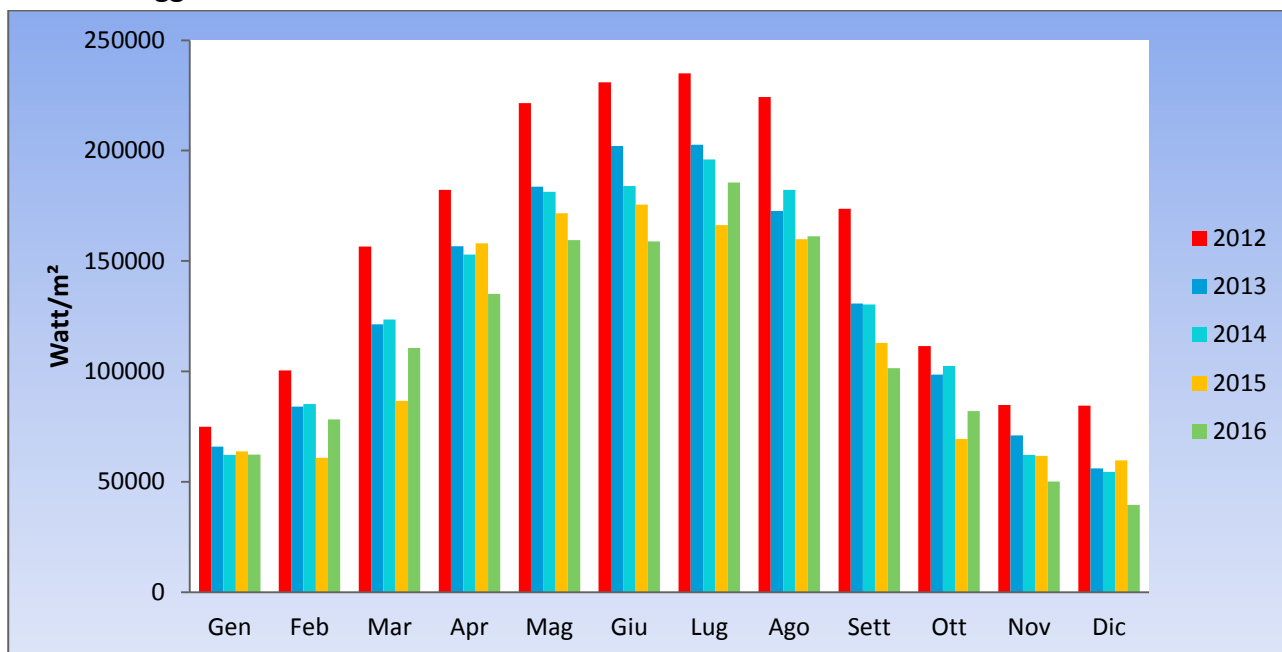
6.4 IRRAGGIAMENTO – STAZIONE C.I.P.A.

L'irraggiamento, cioè la quantità di energia solare al suolo, è legata alla generazione di ozono troposferico (v. par. 3.4) ed al calcolo delle classi di stabilità atmosferica, dette Pasquill (v. par. 6.5), che sono degli indicatori della capacità di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Irraggiamento solare totale mensile dal 2012 al 2016

Anni	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno
2012	45956	55552	109231	71167	n.d.	n.d.
2013	65902	84058	121382	156690	183723	202088
2014	62237	85216	123490	152921	181377	183974
2015	63737	60877	86746	158090	171708	175528
2016	62327	78270	110575	135124	159464	158953
Anni	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
2012	n.d.	18163	149806	101363	59879	62754
2013	202701	172646	130785	98583	71115	56120
2014	195955	182167	130298	102560	62254	54505
2015	166345	159918	112875	69391	61801	59770
2016	185530	161150	101506	82089	50166	39625

Grafico Irraggiamento solare totale mensile dal 2012 al 2016

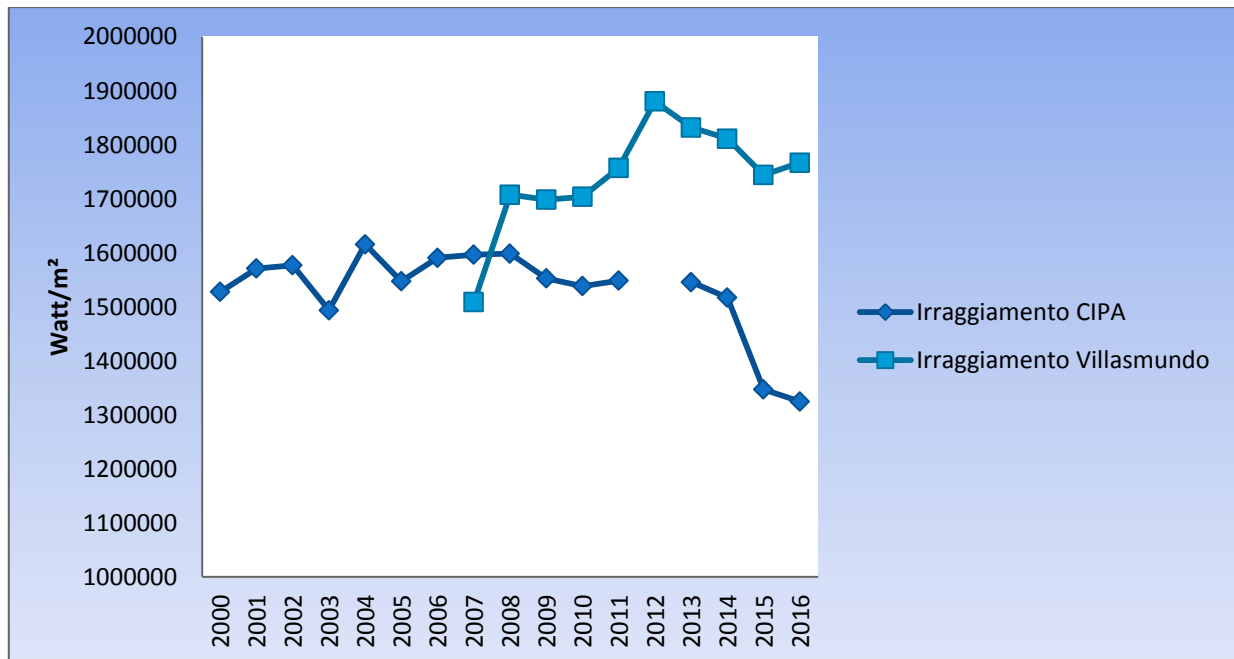




Serie storica irraggiamento totale annuale. U.M. Watt/m²

Anno	CIPA	Villasmundo
2000	1527560	/
2001	1570940	/
2002	1576750	/
2003	1493510	/
2004	1615480	/
2005	1547040	/
2006	1590630	/
2007	1596250	1508598
2008	1598430	1707554
2009	1552590	1698359
2010	1538250	1703650
2011	1548410	1756820
2012	-- ⁷	1880261
2013	1545792	1831896
2014	1516954	1811150
2015	1346786	1743947
2016	1324779	1766630

Grafico Serie storica irraggiamento totale annuale. U.M. Watt/m²



⁷ Dati non disponibili a causa di un malfunzionamento dello strumento.

6.5 CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA – STAZIONE C.I.P.A.

Le **classi di stabilità atmosferica** sono un metodo di classificazione della stabilità atmosferica usato per suddividere in categorie la turbolenza atmosferica. La turbolenza atmosferica viene suddivisa in sei categorie di stabilità chiamate A, B, C, D, E e F, dove la categoria A è la più instabile e la categoria F identifica la più stabile (o meno turbolenta). In caso di elevata turbolenza vi sono efficaci fenomeni di dispersione delle sostanze immesse in atmosfera; in caso di stabilità elevata, come accade ad esempio durante la notte a causa dell'assenza dell'irraggiamento solare, vi è una minore dispersione.

Classi di stabilità atmosferica di Pasquill

Classe di stabilità	Definizione	Classe di stabilità	Definizione
A	molto instabile	D	Neutrale
B	instabile	E	Leggermente stabile
C	leggermente instabile	F	Stabile

Distribuzione mensile valori orari classi di stabilità atmosferica di Pasquill

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
A	3	11	23	54	85	104	132	118	37	--	--	0	567
B	73	75	99	109	100	90	99	103	56	--	--	43	847
C	65	80	89	67	88	63	44	39	29	--	--	31	595
D	263	208	174	152	123	139	130	125	105	--	--	406	1825
E	60	66	39	16	49	25	13	13	10	--	--	11	302
F	281	256	320	318	299	299	326	346	196	--	--	123	2764

Grafico distribuzione mensile valori orari classi di stabilità atmosferica di Pasquill

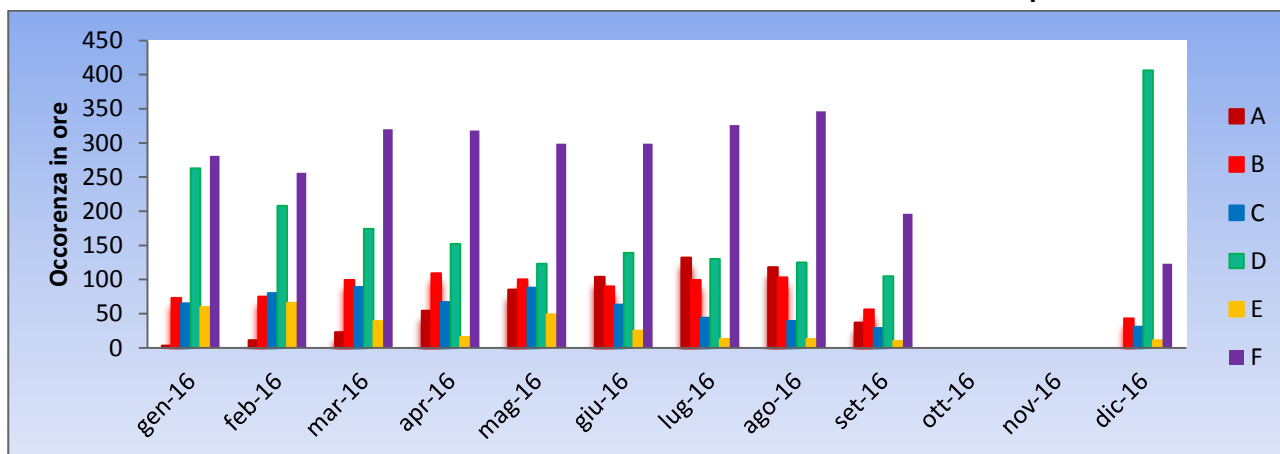
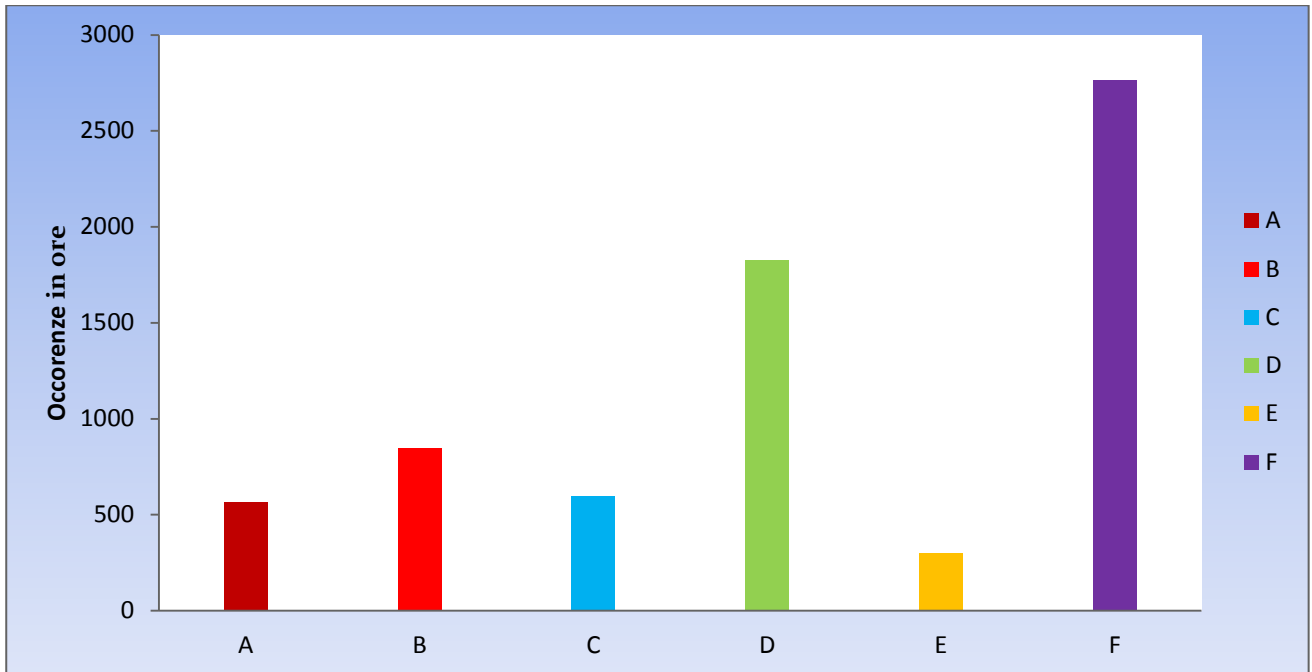


Grafico distribuzione annuale valori orari classi di stabilità atmosferica di Pasquill



7 CONCLUSIONI

Nei paragrafi precedenti sono stati presentati i dati rilevati dalla rete del Consorzio Industriale Protezione Ambiente ed è stato elaborato un giudizio sulla qualità dell'aria, relativamente ad ogni singola sostanza. Di seguito si riassumono i risultati del monitoraggio 2016.

BIOSSIDO DI ZOLFO

I dati raccolti indicano che:

- Il limite orario di $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è stato raggiunto in nessuna stazione, con i 98° percentili delle distribuzioni delle medie tra 5 e $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- il limite sulla media giornaliera di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato ampiamente rispettato in tutte le stazioni, con valori massimi tra 6 e $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La media invernale e la media annuale sono pari, dal 2013, a circa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; pertanto anche il limite annuale ed invernale per la protezione dell'ecosistema è stato rispettato.

Stazioni Rete CIPA: S.Focà, Brucoli, Belvedere, Florida, Farodromo, Ogliastro, Villasmundo, Melilli, Siracusa, Bondifè, Augusta.

OSSIDI DI AZOTO

Dalle concentrazioni misurate si evince che:

- Il limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato ampiamente rispettato in tutte le stazioni, con i 98 ° percentili delle distribuzioni delle medie tra 27 e $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Le concentrazioni annuali sono comprese tra 9 e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, di molto al di sotto del limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Il livello critico annuale per la protezione della vegetazione, pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è stato rispettato, con concentrazioni tra 7 e $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stazioni Rete CIPA: S.Focà, Belvedere, Villasmundo, Melilli.

PM₁₀ – PM_{2,5}

Dalle concentrazioni misurate si evince che:

- PM₁₀: il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato 11 volte, contro le 35 volte ammesse. Nel paragrafo relativo è stato dimostrato che almeno 8 di questi superamenti hanno origine naturale.
- PM₁₀: le concentrazioni annuali sono comprese tra 18 e $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, circa metà del limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- PM_{2,5}: le concentrazioni annuali sono comprese tra 10 e $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiori sia al limite annuale di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed al valore obiettivo a lungo termine pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Stazioni Rete CIPA:

PM₁₀: S. Focà, Belvedere, Farodromo, Ogliastro, Melilli, Augusta

PM_{2,5}: S. Focà, Belvedere, Ogliastro, Melilli, Siracusa, Augusta

METALLI NEL PM₁₀

I dati raccolti indicano che la presenza di metalli pesanti si attesta a valori difficilmente misurabili:

- Piombo: media di zona 0,003 µg/m³, rispetto ad un valore limite di 0,5 µg/m³
- Nichel: media di zona 2,5 ng/m³, rispetto ad un valore limite di 20 ng/m³
- Arsenico: media di zona 0,25 ng/m³, rispetto ad un valore limite di 6 ng/m³
- Cadmio: media di zona 0,08 ng/m³, rispetto ad un valore limite di 5 ng/m³

È stato verificato sperimentalmente che tali metalli si ripartiscono in concentrazioni analoghe anche nel PM_{2,5}.

Stazioni Rete CIPA: S. Focà, Belvedere, Farodromo, Ogliastro, Melilli, Augusta

BENZO(a)PIRENE NEL PM₁₀

I dati raccolti indicano che la concentrazione media di Benzo(a)pirene si attesta intorno a 0,50 ng/m³, a fronte di un valore obiettivo di 1,0 ng/m³.

Stazioni Rete CIPA: S. Focà, Belvedere, Farodromo, Ogliastro, Melilli, Augusta

OZONO

Dalle concentrazioni misurate si evince che:

- La Soglia di Informazione oraria per la protezione della salute umana di 180 µg/m³ è stata superata per due ore non consecutive (valore massimo 188 µg/m³) nella stazione di Villasmundo, mentre non è stata raggiunta negli altri siti di monitoraggio.
- La Soglia di Allarme per la protezione della salute umana di 240 µg/m³ per tre ore consecutive non è mai stata raggiunta in nessuna stazione di misura, nemmeno per un ora.
- Il Valore Obiettivo per la protezione della salute umana, calcolato come media su 8 ore, di 120 µg/m³, da non superarsi per 25 volte/anno (questo valore deve essere valutato rispetto alla media dei superamenti su tre anni), è stato superato a Villasmundo, mentre è rispettato negli punti di rilevamento.
- Il Valore Obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40), pari a 18000 µg/m³ è stato superato in tutte le stazioni di misura.

Stazioni Rete CIPA: Villasmundo, Melilli, Belvedere

IDROCARBURI NON METANICI

Per questa classe di sostanze il decreto legislativo 155/2010 non indica valori di riferimento, né sono presenti valori di riferimento di autorevoli istituzioni internazionali. Sono, altresì, monitorati perché precursori dell'ozono e perché possono essere legati, quando in concentrazione elevata, ad alcuni fenomeni di offese olfattive. Dai dati misurati si evince che gli idrocarburi non metanici si mantengono più o meno costanti nell'ultimo decennio (media 2007-2016: 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dopo aver subito una riduzione rispetto al decennio precedente (media 1997-2006: 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Prendendo in considerazione le ore con concentrazioni di idrocarburi non metanici maggiori o uguali a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (173 ore in un anno) è stata calcolata la composizione percentuale media rispetto ad ogni composto misurato dagli analizzatori di COV:

Composizione percentuale media NMHC nel 2016

Propano	n-butano	Etano	Isobutano	Cis-2-butene	2,3-dimetilbutano	Etilene	n-pentano	Altri
17%	16%	16%	14%	8%	7%	6%	5%	10%

Stazioni Rete CIPA: Belvedere, Villasmundo, Melilli

BENZENE

I dati raccolti indicano che:

- Il limite annuale di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato ampiamente rispettato in tutte le stazioni, con valori tra 0,3 e 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ed una media di zona pari a 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, un decimo del limite annuo, in diminuzione rispetto al 2015 ed agli anni precedenti: basti pensare che in un decennio le medie annuali di benzene di sono ridotte di circa il 60%.

Stazioni Rete CIPA: S.Focà, Belvedere, Melilli, Augusta

ACIDO SOLFIDRICO

Per questa sostanza non sono presenti limiti nel decreto legislativo 155/2010, ma l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha stilato dei valori di riferimento per la protezione della salute umana, che sono stati utilizzati per la valutazione di questo parametro.

I dati raccolti indicano che:

- Il valore limite sulle 24h di 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ non è mai stato raggiunto o superato dal momento che la media oraria maggiore è stata pari a 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di Melilli.
- Gli altri indici di esposizione di medio periodo (fino a 90 giorni) non sono mai stati raggiunti, dal momento che il 50° percentile delle medie orarie è inferiore alla soglia olfattiva umana, mentre il 98° percentile delle medie orarie ha valori paragonabili alla stessa. Si assiste, dunque, ad una diminuzione complessiva dell'esposizione all'acido solfidrico.

Stazioni Rete CIPA: Melilli, Farodromo, S. Focà



I dati sin qui raccolti dimostrano che la situazione sugli inquinanti primari è senza dubbio incoraggiante: la concentrazione media di biossido di zolfo si è ridotta di quasi il 90% dalla fine degli anni '80 ad oggi, né, da anni, si misurano transitorie concentrazioni di picco che possono rappresentare un problema per la salute; i livelli medi annui degli ossidi di azoto mostrano una tendenza di riduzione di circa il 10% negli ultimi 5 anni, grazie anche all'utilizzo di più efficienti tecnologie di combustione nel settore industriale; le polveri sottili PM₁₀ nei siti di Priolo e Belvedere, dove già venivano rispettati largamente i limiti normativi, si sono ridotte di circa il 25% nell'ultimo quinquennio, attestandosi intorno ad una media annuale di circa 20 µg/m³, come nelle altre stazioni della rete, rispetto ad un limite annuale di 40 µg/m³; il PM_{2.5} già da anni si mantiene costante a circa metà del valore obiettivo; i metalli ed il benzo(a)pirene sono presenti, nel particolato atmosferico, in concentrazioni estremamente basse; infine il benzene, e questo è un risultato importantissimo, si è ridotto di circa il 60% negli ultimi dieci anni arrivando ad una concentrazione media annuale di 0,5 µg/m³ rispetto al limite di 5 µg/m³.

Fin qui gli inquinanti primari sui quali è possibile avere un intervento diretto di governance locale, ad eccezione in parte delle polveri sottili che risentono anche di "produzioni" primarie (e secondarie per reazioni fotochimiche) su scala geografica più ampia.

Le concentrazioni di ozono, inquinante secondario per eccellenza, rimangono più o meno costanti ma, nonostante il fatto che non si siano misurati livelli orari superiori ai limiti del d.lgs 155/2010 (se non per due ore in un anno), l'indice AOT40 per la protezione della vegetazione superiore ai limiti mostra che viviamo all'interno di un hot-spot dell'ozono. Certo, a livello locale, le concentrazioni sono in parte sostenute dalla presenza di precursori, ma non a livelli superiori a quelli che si registrano in città densamente popolate, dove ossidi di azoto ed idrocarburi derivanti dal trasporto su ruote formano lo smog fotochimico. È un'evidenza scientifica che in Europa esiste un gradiente da Nord a Sud nelle concentrazioni di ozono misurate, con valori più elevati nel Mediterraneo. Questa regione è un'area critica per la formazione dei foto-ossidanti. È una zona densamente popolata (abbondano pertanto i precursori dell'ozono) e l'intensa radiazione solare, le alte temperature ed i processi di ricircolo delle masse d'aria, favoriscono la formazione di questa sostanza. Al contrario, nel Nord Europa, i fronti atlantici rinnovano l'aria con maggior frequenza, eliminando o spostando l'ozono verso altre regioni (anche del sud Europa).

Per ridurre le concentrazioni di ozono a livello locale è opportuno ridurre i precursori e la diminuzione degli ossidi di azoto è un importante passo in questa direzione; ma le azioni che possiamo compiere si fermano qui, dal momento che non possiamo governare l'intensa radiazione solare cui siamo soggetti per latitudine nei mesi caldi e non possiamo fermare la circolazione di masse d'aria ricche di ozono formatosi in altre regioni: l'ozono troposferico è una materia da affrontare su scala nazionale e sovranazionale.

Questi risultati sono il frutto di un' importante sinergia che si è sviluppata negli anni tra le attività produttive e le istituzioni nazionali, in risposta ad una maggiore sensibilità nella popolazione sui temi ambientali e ad evidenze scientifiche che imponevano una riduzione di queste sostanze nell'aria che respiriamo.



Il nostro lavoro può dirsi concluso? Certamente no! È indispensabile continuare a svolgere la nostra funzione con ancora più impegno e orientarci verso nuove sfide, come gli odori, perché la misura delle immissioni è il primo passo di un lungo e complesso percorso interdisciplinare che deve portare, basandosi sulle evidenze scientifiche di causa-effetto, al miglioramento della qualità della salute e, quindi, della vita della collettività. In questo ambito è necessario, dunque, abbandonare la via ampia e semplice che attribuisce correlazioni dirette ed immediate con l'ambiente che ci circonda, ma seguire la via stretta ed ardua del rigore scientifico.

Prof. Salvatore Sciacca, Presidente C.I.P.A.

Dott. Giovanni Arena, Coordinatore C.I.P.A.

Sig. Alessandro Di Mauro, elaborazione dati C.I.P.A.