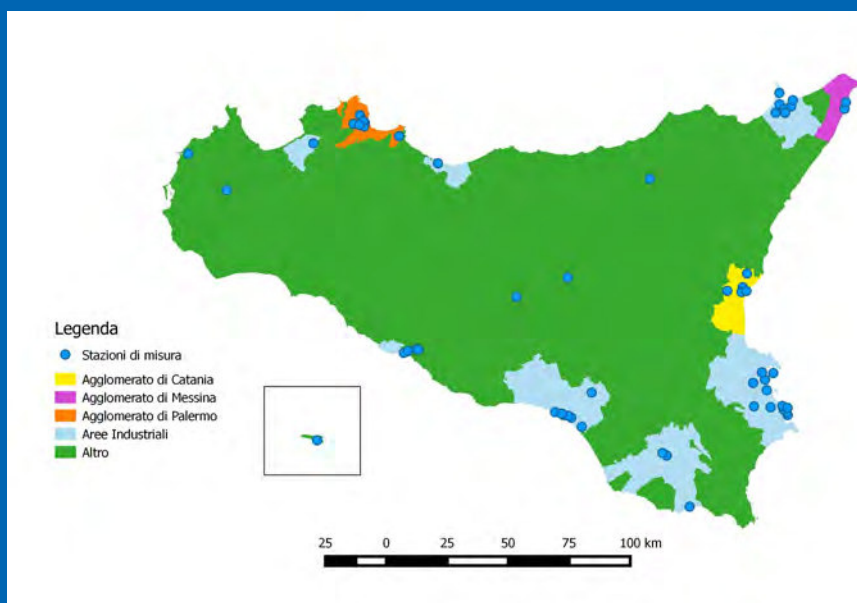




REGIONE SICILIA



PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITA' DELL'ARIA IN SICILIA



Luglio 2018

Prefazione

Il Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'Aria è uno strumento di pianificazione e coordinamento delle strategie d'intervento volte a garantire il mantenimento della qualità dell'aria ambiente in Sicilia, laddove è buona, e il suo miglioramento, nei casi in cui siano stati individuati elementi di criticità. Il Piano, redatto in conformità alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria (Direttiva 2008/50/CE), al relativo Decreto Legislativo di recepimento (D.Lgs. 155/2010) e alle Linee Guida per la redazione dei Piani di QA approvate il 29/11/2016 dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, costituisce un riferimento per lo sviluppo delle linee strategiche delle differenti politiche settoriali (trasporti, energia, attività produttive, agricoltura) e per l'armonizzazione dei relativi atti di programmazione e pianificazione.

Il Piano viene quindi definito con l'obiettivo di predisporre il quadro conoscitivo e di intervento che riguarderà le politiche per la qualità dell'aria dei prossimi anni.

Il Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'Aria in Sicilia è stato predisposto dal sottoscritto Commissario ad acta, nominato dall'Assessore Regionale del Territorio e dell'Ambiente con nota prot. n. 780 del 12/02/2015 e con Decreto dell'Assessore Regionale del Territorio e dell'Ambiente n. 78/Gab. del 23/02/2016, modificato con successivo Decreto dell'Assessore Regionale del Territorio e dell'Ambiente n. 208/Gab. del 17/05/2016, con il supporto tecnico di ARPA Sicilia.

Gli scenari e le strategie di riduzione delle emissioni degli inquinanti in aria sono stati individuati anche grazie alle elaborazioni modellistiche di dispersione degli inquinanti in atmosfera effettuate tramite un servizio affidato alla TechneConsulting, società di consulenza leader nel settore dell'ambiente e dell'energia.

Partendo dalla valutazione dei dati di qualità dell'aria registrati dalle stazioni delle reti di monitoraggio, gestite dagli Enti pubblici in tutto il territorio regionale, dall'analisi dei trend nel periodo 2012-2015, dalla stima sul contributo delle diverse sorgenti emissive, così come identificate nell'Inventario Regionale anno 2012, nonché dalle proiezioni degli scenari emissivi a breve, medio e lungo tempo e dalle elaborazioni modellistiche, atte a valutare le misure più efficaci per la riduzione del carico emissivo nel territorio regionale, sono state individuate le azioni più idonee affinché la qualità dell'aria nel territorio regionale possa nei prossimi anni essere conforme ai limiti previsti nel D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii..

Il presente documento, insieme all'Inventario delle Emissioni ed ai Focus sugli agglomerati di Palermo e Catania e sulla zona Aree Industriali, già elaborati nel corso del 2015 e del 2016 ed allegati al presente Piano, è lo strumento base, che se condiviso dall'Assessore Regionale del Territorio e dell'Ambiente, dovrà essere sottoposto alla procedura di VAS, come previsto al comma 12 dell'art. 9 del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., che costituisce parte integrante del procedimento di approvazione, ai sensi del comma 5 dell'art. 11 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., e quindi adottato dalla giunta di governo, affinché possa diventare il Piano di intervento delle politiche per la qualità dell'aria dei prossimi dieci anni.

L'elaborazione di questo Piano è quindi un passaggio fondamentale ma non conclusivo nell'azione di tutela della qualità dell'aria che necessita inoltre di uno sguardo attento e continuo, sia



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



a quanto prescritto dalla normativa di settore, che richiede un periodico aggiornamento dei dati dell'inventario delle emissioni, sia per garantire una gestione univoca e qualificata della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, oggi in fase di realizzazione.

La promozione di ulteriori approfondimenti in settori specifici, quali le attività portuali e l'agricoltura, come proposto nel presente documento, consentirà altresì una migliore conoscenza delle sorgenti emissive e permetterà l'adozione di misure sempre più efficaci, in un processo di continuo miglioramento degli strumenti a tutela della qualità dell'aria, in coerenza con la direttiva europea. L'integrazione infine con gli altri strumenti di pianificazione del territorio, che hanno una ricaduta sulla qualità dell'aria, ed un'attenta valutazione dell'impatto ambientale degli impianti da realizzare permetterà di prevenire la necessità di azioni di riduzione del carico emissivo sul territorio regionale.

L'applicazione di tutte le azioni proposte nel presente Piano necessita quindi di una decisa e continua volontà politica, senza la quale questo lavoro resterà un esercizio scientifico per tutti coloro che hanno contribuito alla sua elaborazione, e di una visione strategica di ampio respiro che abbia la tutela della qualità dell'aria e quindi la tutela della salute dei cittadini come obiettivo prioritario.

Palermo, gennaio 2017

Commissario ad acta
Francesco Licata di Baucina



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Autori:

ARPA Sicilia

Anna Abita, Riccardo Antero, Giuseppe Ballarino, Salvatore Caldara, Roberta Calzolari, Michele Condò, Giuseppe Cuffari, Giuseppe Madonia, Isabella Ferrara* e Cristian Sabatino*

* collaboratori esterni a contratto

Riferimento: Anna Abita
e-mail: abita@arpa.sicilia.it

INDICE

1	QUADRO CONOSCITIVO.....	28
1.1	CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO''	28
1.1.1	ASSETTO OROGRAFICO	29
1.1.2	MORFOLOGIA	30
1.1.3	SUPERFICIE TERRITORIALE E POPOLAZIONE PER ZONA ALTIMETRICA	31
1.1.4	ANTROPIZZAZIONE E GRADO DI URBANIZZAZIONE	32
1.1.5	TRASPORTI.....	33
1.1.5.1	Rete aeroportuale	33
1.1.5.2	Rete Stradale.....	34
1.1.5.3	Trasporti - Parco autoveicoli	35
1.1.5.4	Rete portuale.....	37
1.1.5.5	Rete ferroviaria.....	38
1.1.5.6	Popolazione residente e spostamenti	39
1.1.5.7	Trasporti - tipologia di mezzi di trasporto utilizzati	41
1.1.6	SISTEMA PRODUTTIVO	41
1.1.7	ENERGIA	43
1.1.8	RIFIUTI.....	47
1.1.9	USO DEL SUOLO	49
1.1.10	SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZATA (SAU) PER TIPO DI UTILIZZAZIONE DEL TERRENO E PROVINCIA.....	51
1.1.11	AREE NATURALI PROTETTE	52
1.1.12	SUPERFICIE MEDIA PERCORSO DAL FUOCO.....	53
1.1.13	IDROLOGIA.....	53
1.2	CONDIZIONI CLIMATICHE E SITUAZIONI METEOROLOGICHE RICORRENTI.....	55
1.2.1	IL QUADRO CLIMATICO IN SICILIA	56
1.2.2	TEMPERATURA.....	65
1.2.3	VENTI	67
1.3	QUADRO NORMATIVO.....	70
1.3.1	NORME IN MATERIA DI QUALITÀ DELL'ARIA	70
1.3.1.1	Normativa Internazionale	70
1.3.1.2	Normativa Comunitaria	71
1.3.1.3	Normativa nazionale.....	73
1.3.1.4	Procedura di VAS.....	77
1.3.1.5	Provvedimenti regionali in materia di qualità dell'aria	78
1.3.2	NORME IN MATERIA DI EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA.....	85
1.4	LE FONTI DI EMISSIONI DEGLI INQUINANTI IN ARIA: INVENTARIO DELLE EMISSIONI ANNO 2012	88
1.4.1	ASPETTI GENERALI.....	88
1.4.2	CONTRIBUTO DELLE SORGENTI EMISSIVE PER INQUINANTE A LIVELLO REGIONALE	96
1.4.2.1	Biossido di azoto.....	96
1.4.2.2	Particolato fine PM10	98
1.4.2.3	Particolato fine PM2,5	102



REGIONE SICILIA

1.4.2.4	Biossido di zolfo.....	104
1.4.2.5	Monossido di carbonio	106
1.4.2.6	Benzene	109
1.4.2.7	Composti Organici Volatili.....	109
1.4.2.8	Ammoniaca	112
1.4.2.9	Metalli.....	114
1.4.2.10	Idrocarburi Policiclici Aromatici.....	118
1.4.2.11	Microinquinanti.....	118
1.4.2.12	Gas Serra	119
1.4.3	CONTRIBUTO DELLE SORGENTI EMISSIVE NELL' AGGLOMERATO DI PALERMO (IT911)	122
1.4.4	CONTRIBUTO DELLE SORGENTI EMISSIVE NELL' AGGLOMERATO DI CATANIA (IT912).....	126
1.4.5	CONTRIBUTO DELLE SORGENTI EMISSIVE NELLA ZONA AREE INDUSTRIALI (IT914).....	131
1.4.5.1	Analisi delle sorgenti emissive per macrosettore	132
1.4.5.2	Analisi delle sorgenti emissive per singolo stabilimento	135
1.4.6	VALUTAZIONE DELL' INCERTEZZA	148
2	LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	149
2.1	RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	149
2.1.1	STAZIONI DI MISURAZIONE FISSE	149
2.1.2	LABORATORI MOBILI.....	163
2.1.3	ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE ORDINARIA E PROGRAMMATA	165
2.1.4	VALIDAZIONE DEI DATI	168
2.2	RISULTATI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PER L'ANNO 2015	170
2.2.1	BIOSSIDO DI AZOTO	177
2.2.2	PARTICOLATO FINE PM10 E PM2,5.....	179
2.2.3	OZONO	182
2.2.4	BIOSSIDO DI ZOLFO	188
2.2.5	MONOSSIDO DI CARBONIO	188
2.2.6	BENZENE.....	188
2.2.7	METALLI PESANTI E BENZO(A)PIRENE.....	192
2.2.8	INQUINANTI NON NORMATI: IDROCARBURI NON METANICI ED IDROGENO SOLFORATO.....	195
2.3	ANALISI DEL TREND DEGLI INDICATORI PREVISTI DAL D.LGS. 155/2010 NEL PERIODO 2012-2015.....	202
2.3.1	BIOSSIDO DI AZOTO	202
2.3.2	PARTICOLATO FINE PM10.....	205
2.3.3	OZONO	209
2.3.4	BIOSSIDO DI ZOLFO	216
2.3.5	MONOSSIDO DI CARBONIO	217
2.3.6	BENZENE.....	217
2.3.7	METALLI PESANTI E BENZO(A)PIRENE.....	219
2.4	MODELLISTICA DEL TRASPORTO, DIFFUSIONE E TRASFORMAZIONE DEGLI INQUINANTI DELL'ARIA.....	222
2.4.1	BREVE INTRODUZIONE AI PROCESSI DI GENERAZIONE, TRASPORTO E TRASFORMAZIONE DEGLI INQUINANTI.....	222
2.4.1.1	Dispersione di inquinanti in atmosfera.....	222
2.4.1.2	La formazione dell'ozono.....	224
2.4.1.3	La produzione di aerosol da inquinanti primari	226
2.4.1.4	Deposizione secca ed umida	228



REGIONE SICILIA

2.4.2	STRUTTURA MODELLISTICA APPLICATA.....	229
2.4.3	IL MODELLO METEOROLOGICO A MESOSCALA MM5	230
2.4.4	IL MODELLO DI DISPERSIONE FOTOCHIMICO CHIMERE	231
2.4.5	GLI INDICI DI VALUTAZIONE DELL'APPLICAZIONE MODELLISTICA	234
2.4.5.1	Indice legislativo	234
2.4.5.2	Altri indici statistici	234
2.4.6	QUADRO METEOROLOGICO E SCENARIO EMISSIVO	235
2.4.6.1	I domini geografici e le caratteristiche del suolo	235
2.4.6.2	La meteorologia dell'area	237
2.4.6.3	Localizzazione spaziale delle emissioni.....	239
2.4.6.4	Disaggregazione temporale	241
2.4.7	CALIBRAZIONE DEL MODELLO.....	244
2.4.7.1	Valutazione degli indici legislativi.....	245
2.4.7.2	Valutazione degli altri indici statistici	246
2.4.7.3	Conclusioni sulla calibrazione	248
2.5	ELABORAZIONE DEI RISULTATI DEL MODELLO AI FINI DELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA ALLO STATO ATTUALE (ANNO 2012)	250
2.5.1	RISULTATI DEL MODELLO CHIMERE PER IL BIOSSIDO DI AZOTO (ANNO 2012).....	252
2.5.2	RISULTATI DEL MODELLO CHIMERE PER IL PARTICOLATO FINE PM10 (ANNO 2012)	255
2.5.3	RISULTATI DEL MODELLO CHIMERE PER IL PARTICOLATO FINE PM2,5 (ANNO 2012)	258
2.5.4	RISULTATI DEL MODELLO CHIMERE PER L'OZONO (ANNO 2012)	260
2.5.5	RISULTATI DEL MODELLO CHIMERE PER IL BIOSSIDO DI ZOLFO (ANNO 2012)	261
3	<u>EFFETTI SULLA SALUTE</u>	<u>264</u>
4	<u>FASE PROPOSITIVA: ANALISI DEGLI SCENARI</u>	<u>275</u>
4.1	METODOLOGIA PER LE PROIEZIONI DELLE EMISSIONI	275
4.2	SCENARIO TENDENZIALE REGIONALE.....	277
4.2.1	PROVVEDIMENTI DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE	277
4.2.2	PIANIFICAZIONE ENERGETICA.....	277
4.2.3	PROGRAMMAZIONE REGIONALE E COMUNALE IN MATERIA DI TRASPORTI	278
4.2.4	PIANO REGIONALE DEI MATERIALI DA CAVA.....	280
4.2.5	PIANO REGIONALE PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI	281
4.2.6	PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE	282
4.2.7	PIANO REGIONALE PER LA PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI PREVISIONE, PREVENZIONE E LOTTA ATTIVA CONTRO GLI INCENDI BOSCHIVI	283
4.2.8	LO SVILUPPO PORTUALE.....	283
4.2.9	LO SVILUPPO AEROPORTUALE	286
4.2.10	RISULTATI DELLO SCENARIO TENDENZIALE REGIONALE	286
4.2.10.1	Agglomerato di Palermo	292
4.2.10.2	Agglomerato di Catania	294
4.2.10.3	Agglomerato di Messina	295
4.2.10.4	Zona Aree Industriali	296
4.2.10.5	Zona Altro territorio regionale	299
4.3	SCENARIO IPOTESI SEN/PIANI REGIONALI	301
4.3.1	AGGLOMERATO DI PALERMO	305



REGIONE SICILIA

4.3.2	AGGLOMERATO DI CATANIA	307
4.3.3	AGGLOMERATO DI MESSINA	308
4.3.4	ZONA AREE INDUSTRIALI	309
4.3.5	ZONA ALTRO TERRITORIO REGIONALE	311
4.4	SCENARIO DI PIANO.....	313
4.4.1	AGGLOMERATO DI PALERMO	322
4.4.2	AGGLOMERATO DI CATANIA	323
4.4.3	AGGLOMERATO DI MESSINA	324
4.4.4	ZONA AREE INDUSTRIALI	326
4.4.5	ZONA ALTRO TERRITORIO REGIONALE	329
4.5	CONFRONTO TRA GLI SCENARI	331
4.5.1	AGGLOMERATO DI PALERMO	341
4.5.2	AGGLOMERATO DI CATANIA	344
4.5.3	AGGLOMERATO DI MESSINA	347
4.5.4	ZONA AREE INDUSTRIALI	350
4.5.5	ZONA ALTRO TERRITORIO REGIONALE	356
4.6	LA VALUTAZIONE MODELLISTICA DEGLI SCENARI EMISSIVI	359
4.6.1	SCENARIO TENDENZIALE REGIONALE	359
4.6.1.1	Risultati modello Chimere NO ₂ – Scenario tendenziale regionale	360
4.6.1.2	Risultati modello Chimere PM ₁₀ – Scenario tendenziale regionale	362
4.6.1.3	Risultati modello Chimere PM _{2,5} – Scenario tendenziale regionale	366
4.6.1.4	Risultati modello Chimere O ₃ – Scenario tendenziale regionale.....	367
4.6.1.5	Risultati modello Chimere SO ₂ – Scenario tendenziale regionale.....	369
4.6.2	SCENARIO SEN/PIANIREGIONALI	371
4.6.2.1	Risultati modello Chimere NO ₂ – Scenario SEN/PianiRegionali.....	372
4.6.2.2	Risultati modello Chimere PM ₁₀ e PM _{2,5} – Scenario SEN/PianiRegionali	374
4.6.2.3	Risultati modello Chimere O ₃ – Scenario SEN/PianiRegionali	378
4.6.2.4	Risultati modello Chimere SO ₂ – Scenario SEN/PianiRegionali	380
4.6.3	SCENARIO DI PIANO.....	382
4.6.3.1	Risultati modello Chimere NO ₂ – Scenario tendenziale regionale	383
4.6.3.2	Risultati modello Chimere PM ₁₀ e PM _{2,5} – Scenario di Piano	387
4.6.3.3	Risultati modello Chimere O ₃ – Scenario di Piano.....	396
4.6.3.4	Risultati modello Chimere SO ₂ – Scenario di Piano.....	399
5	<u>SINTESI DELLE MISURE DI PIANO.....</u>	<u>404</u>
6	<u>MONITORAGGIO DEL PIANO</u>	<u>427</u>
6.1	MONITORAGGIO DI REALIZZAZIONE	427
6.2	MONITORAGGIO DI RISULTATO	435
6.3	MONITORAGGIO DI IMPATTO	437

INDICE DEGLI ALLEGATI

- Allegato 1: Zonizzazione del Territorio Regionale
- Allegato 2: Piani di Azione nelle Aree ad Elevato Rischio di Crisi Ambientale
- Allegato 3: Inventario delle Emissioni – Aggiornamento 2012
- Allegato 4: Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'Aria in Sicilia – Agglomerato di Palermo (prima parte)
- Allegato 5: Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'Aria in Sicilia – Agglomerato di Catania (prima parte)
- Allegato 6: Piano Regionale di Tutela della Qualità dell'Aria in Sicilia – Aree Industriali (prima parte)
- Allegato 7: Valutazione dell'Incertezza dell'Inventario delle Emissioni
- Allegato 8: Progetto di razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia ed il relativo programma di valutazione
- Allegato 9: Relazione qualità dell'aria anno 2015 Città Metropolitana di Messina
- Allegato 10: Dati di monitoraggio della qualità dell'aria anni 2012, 2013 e 2014
- Allegato 11: Modellistica del trasporto, diffusione e trasformazione degli inquinanti in aria
- Allegato 12: Scenari di proiezione delle emissioni di inquinanti in aria
- Allegato 13: Linee guida per la redazione dei Piani di Azione Comunali (PAC) – Regione Toscana

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Articolazione amministrativa del territorio regionale (ex Province).....	29
Figura 2: Carta d'uso e copertura del suolo della Sicilia	50
Figura 3: Superficie agricola utilizzata per tipo di utilizzazione del terreno (Sicilia/Italia).....	52
Figura 4: Strati dell'atmosfera terrestre	55
Figura 5: Profili della temperatura negli strati dell'atmosfera.....	56
Figura 6: Climogrammi di Peguy - Zone Costiere	57
Figura 7: Climogrammi di Peguy - Zone Collinari	58
Figura 8: Climogrammi di Peguy - Zone Montane	59
Figura 9: Precipitazioni medie annue periodo 1964 – 1995 (classi comprese fra < di 50 mm e > di 1.000.....	60
Figura 10: Carta delle isoiete: periodo 1921 – 2005.	61
Figura 11: Carta delle isoiete: periodo 1985 – 2005 (<i>Fonte: Regione Siciliana. Osservatorio delle Acque. “Piano di gestione del distretto idrografico della Sicilia”. 2010</i>).	61
Figura 12: Carta delle isoiete: periodo 2000 – 2005.	62
Figura 13: Carta delle Piogge - Anno 2012	63
Figura 14: Carta regionale dell'Indice di aridità (classi da arido a umido)	64
Figura 15: Carta della vulnerabilità al rischio desertificazione	65
Figura 16: Temperature minime annue periodo 1965 – 1994.....	66
Figura 17: Temperature medie annue periodo 1965 – 1994.....	66
Figura 18: Temperature massime annue periodo 1965 – 1994.....	67
Figura 19: Direzione dominante e velocità media dei venti (Anno 2012).....	68
Figura 20: Velocità media del vento a 25 metri dal suolo (anni '70 - 2006).....	69
Figura 21: Zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Siciliana	80
Figura 22: Classificazione delle zone (Tabella 1 del PdV).....	83
Figura 23: Confronto tra emissioni stimate (Mg) dall'inventario regionale (2012) e quelle stimate (Mg) a livello nazionale regionalizzato (2010)	95
Figura 24: Emissioni totali di NO _x (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario	97
Figura 25: Emissioni di Ossidi di Azoto nel 2012 per comune	98
Figura 26: Emissioni di Ossidi di Azoto nel 2012 per maglia 1km x 1km.....	98
Figura 27: Emissioni totali di PM ₁₀ (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	99
Figura 28: Andamento della superficie forestale percorso dal fuoco (ha).....	100
Figura 29: Emissioni di particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron nel 2012 per comune	100
Figura 30: Emissioni di particelle PM ₁₀ nell'anno 2012 per maglia 1km x 1km	101
Figura 31: Emissioni di PM ₁₀ (Mg) da processi industriali (2010).....	102
Figura 32: Emissioni totali di PM _{2,5} (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	103
Figura 33: Emissioni di SO ₂ nel 2012 per comune	104
Figura 34: Emissioni totali di SO ₂ (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	105
Figura 35: Emissioni di SO ₂ nel 2012 per maglia 1km x 1km.....	106
Figura 36: Emissioni totali di CO (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	107
Figura 37: Emissioni di CO nel 2012 per comune	108
Figura 38: Emissioni di CO nel 2012 per maglia 1km x 1km	108
Figura 39: Emissioni totali di COVNM (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario.....	110
Figura 40: Emissioni di Composti Organici Volatili nel 2012 per comune	111

Figura 41: Emissioni di Composti Organici Volatili nel 2012 per maglia 1km x 1km.....	111
Figura 42: Emissioni di COVNM da solventi e altri prodotti per l'anno 2010	112
Figura 43: Emissioni di NH ₃ da agricoltura per l'anno 2010	113
Figura 44: Emissioni di Ammoniaca del 2012 per comune.....	113
Figura 45: Emissioni totali di metalli negli anni di riferimento dell'inventario (kg)	115
Figura 46: Emissioni di Arsenico nel 2012 per comune.....	116
Figura 47: Emissioni di Cadmio nel 2012 per comune	116
Figura 48: Emissioni di Nichel nel 2012 per comune	117
Figura 49: Emissioni di Piombo nel 2012 per comune.....	117
Figura 50: Emissioni totali di CO ₂ (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario	120
Figura 51: Emissioni totali di N ₂ O (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario	121
Figura 52: Emissioni totali di CH ₄ (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario	121
Figura 53: Distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto e particolato (PM10 e PM2,5) tra i diversi macrosettori - Agglomerato di Palermo	124
Figura 54: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore civile – Agglomerato di Palermo	124
Figura 55: Distribuzione tra le differenti tipologie di strada delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Palermo	125
Figura 56: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Palermo	125
Figura 57: Distribuzione tra le differenti tipologie di veicolo delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Palermo	126
Figura 58: Distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto e particolato (PM10 e PM2,5).....	129
Figura 59: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore civile (impianti di combustione da utenza domestica e artigianale) nell'Agglomerato di Catania	129
Figura 60: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore civile (impianti di combustione da utenza domestica e artigianale) nell'Agglomerato di Catania	130
Figura 61: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Catania	130
Figura 62: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Catania	131
Figura 63: Distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto, particolato [PM10 e PM2,5], composti organici volatili non metanici ed ossidi di zolfo tra i differenti macrosettori nelle Aree Industriali	132
Figura 64: Distribuzione delle emissioni di inquinanti principali tra le tipologie di sorgenti nelle aree industriali	135
Figura 65: Ubicazione stazioni fisse previste nel Programma di Valutazione.....	153
Figura 66: Ubicazione stazioni fisse previste nel Programma di Valutazione – Dettaglio Agglomerati/Zone.....	154
Figura 67: Ubicazione laboratorio mobile presso la scuola Rizzo di Porto Empedocle (AG) ...	165
Figura 68: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati superamenti dei valori limite espressi come media annua e come media oraria per NO ₂ – anno 2015.....	177
Figura 69: Mappa degli Agglomerati/Zone per i quali si registrano superamenti dei valori limite espressi come media annua e come media oraria per NO ₂ – anno 2015	178

Figura 70: Box-plot concentrazioni medie annue NO ₂ per tipologia di stazione – anno 2015...	179
Figura 71: Box-plot concentrazioni medie annue NO ₂ per Agglomerato/Zona – anno 2015	179
Figura 72: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati dei superamenti del valore limite espresso come media annua e come media su 24 ore per PM10 – anno 2015.....	180
Figura 73: Mappa degli agglomerati/zone in cui si sono registrati superamenti del valore limite espresso media annua e come media su 24 ore per PM10 – anno 2015	181
Figura 74: Box-plot concentrazioni medie annua di PM10 per tipologia di stazione – anno 2015	182
Figura 75: Box-plot concentrazioni medie annua di PM10 per agglomerato/zona – anno 2015	182
Figura 76: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati superamenti per l'ozono O ₃ del valore obiettivo per la protezione della salute	183
Figura 77: Box-plot n. superamenti concentrazioni medie su 8 ore ozono per tipologia di stazione – anno 2015	184
Figura 78: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati superamenti per l'ozono O ₃ del valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40).....	186
Figura 79: Concentrazioni medie orarie di benzene (µg/m ³) nelle stazioni da traffico urbano (Di Blasi (Palermo), V.le Veneto (Catania)) e nelle stazioni dell'area industriale di Siracusa (San Cusmano e Megara) e di Milazzo (C.da Gabbia)	190
Figura 80: Box Plot concentrazioni medie orarie benzene - anno 2015.....	191
Figura 81: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori a 200 µg/m ³ di NMHC nelle stazioni dell'AERCA di Siracusa	197
Figura 82: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori a 200 µg /m ³ di NMHC nelle stazioni dell'AERCA di Caltanissetta-Gela	198
Figura 83: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori a 200 µg/m ³ di NMHC nelle stazioni del comune di Ragusa	199
Figura 84: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori alla soglia olfattiva (7 µg/m ³) di H ₂ S nelle stazioni dell'AERCA di Siracusa	201
Figura 85: Box plot dati concentrazione media annua NO ₂ per tipo di stazione periodo 2012-2015	202
Figura 86: Box plot dati concentrazione media annua NO ₂ per agglomerato/zona periodo 2012- 2015.....	203
Figura 87: Trend della media annuale dell'NO ₂ per zona/agglomerato	204
Figura 88: Box plot dati concentrazione media annua PM10 per tipo di stazione periodo 2012- 2015.....	206
Figura 89: Box plot dati concentrazione media annua PM10 per zona/agglomerato periodo 2012- 2015.....	206
Figura 90: Trend della media annuale del PM10 per Zona	207
Figura 91: Trend dei superamenti del valore obiettivo del O ₃ per zona.....	211
Figura 92: Mappa delle zone in cui si sono registrati superamenti per l'ozono O ₃ del valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40).....	214
Figura 93: Andamento del SOMO35 nelle aree urbane di Palermo, Catania e Siracusa anni 2008- 2015.....	215
Figura 94: Trend della media annuale dell'SO ₂ per zona.....	216
Figura 95: Trend delle concentrazioni medie annue del benzene per Zona	217
Figura 96: Trend delle concentrazioni medie annue dei metalli	219
Figura 97: Trend delle concentrazioni medie annue del benzo(a)pirene.....	221

Figura 98: Diffusione di sostanze emesse da una sorgente puntuale	223
Figura 99: Efficienza nella formazione di ozono a concentrazione costante di Composti Organici Volatili.....	225
Figura 100: Concentrazioni di ozono (mg/Nm^3) in funzione degli Ossidi di Azoto e dei Composti Organici Volatili	226
Figura 101: Trasformazione di SO_2 in aerosol.....	227
Figura 102: Trasformazione di NO_x in aerosol	228
Figura 103: Schema del sistema modellistico MM5-Chimere.....	230
Figura 104: Domini geografici scelti per l'applicazione del modello MM5	236
Figura 105: Mappa dell'uso del suolo di dettaglio (Fonte Corine Land Cover 2012)	237
Figura 106: Mappe di vento medio al suolo per la Regione	238
Figura 107: Distribuzione delle classi di stabilità atmosferica	239
Figura 108: Localizzazione delle principali sorgenti emissive	240
Figura 109: Localizzazione della postazione di rilevamento Catania Misterbianco.....	246
Figura 110: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012.....	253
Figura 111: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012 con riferimento alle soglie legislative ..	254
Figura 112: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite stabilite per la media oraria del biossido di azoto valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012	254
Figura 113: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM_{10} totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012	255
Figura 114: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM_{10} totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012 con riferimento alle soglie legislative	256
Figura 115: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM_{10} valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012	256
Figura 116: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM_{10} antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012	257
Figura 117: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM_{10} antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012 con riferimento alle soglie legislative.....	257
Figura 118: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM_{10} antropico valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012.....	258
Figura 119: Stima della media annuale delle concentrazioni di $\text{PM}_{2,5}$ valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012.....	259
Figura 120: Stima della media annuale delle concentrazioni di $\text{PM}_{2,5}$ valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012 con riferimento alle soglie legislative.....	259
Figura 121: Stima della media annuale delle concentrazioni di ozono valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012.....	260
Figura 122: Stima dei superamenti del valore obiettivo per la media di otto ore dell'ozono valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012	261
Figura 123: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012.....	262
Figura 124: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012.....	262

Figura 125: Stima dei superamenti del valore limite per la media oraria degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2012	263
Figura 126: Percentuali di risposta alla domanda QA2 – EUROBAROMETRO 2014	265
Figura 127: Morti attribuibili all'inquinamento dell'aria (outdoor) nel 2012 (distribuite per malattia).....	267
Figura 128: Air pollution health pyramid	268
Figura 129: Risultati specifici per città e metanalitici per le 25 città in studio, relativi all'associazione tra inquinamento atmosferico e mortalità per cause naturali, per inquinante: incrementi percentuali di rischio e intervalli di confidenza al 95%, corrispondenti a variazioni di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell'inquinante, 2006-2010 (periodo Aprile-Settembre per l'ozono)	270
Figura 130: Risultati specifici per città e metanalitici per le 25 città in studio, relativi all'associazione tra ricoveri per malattie respiratorie e inquinamento atmosferico, per inquinante: incrementi percentuali di rischio e intervalli di confidenza al 95%, corrispondenti a variazioni di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell'inquinante, 2006-2010 (periodo Aprile-Settembre per l'ozono).....	271
Figura 131: Schema per la valutazione dell'evoluzione delle emissioni di inquinanti dell'aria	276
Figura 132: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di ossidi di azoto (NO_x) nei differenti scenari	332
Figura 133: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di ossidi di azoto (NO_x) per macrosettore nei differenti scenari	332
Figura 134: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM_{10}) nei differenti scenari.....	333
Figura 135: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM_{10}) per macrosettore nei differenti scenari	333
Figura 136: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 2,5 micron ($\text{PM}_{2.5}$) nei differenti scenari.....	334
Figura 137: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 2,5 micron ($\text{PM}_{2.5}$) per macrosettore nei differenti scenari	334
Figura 138: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di ossidi di zolfo (SO_x) nei differenti scenari	335
Figura 139: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di ossidi di zolfo (SO_x) per macrosettore nei differenti scenari	335
Figura 140: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di composti organici volatili non metanici (COVNM) nei differenti scenari.....	336
Figura 141: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di composti organici volatili non metanici (COVNM) per macrosettore nei differenti scenari	336
Figura 142: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di ammoniaca (NH_3) nei differenti scenari	337
Figura 143: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di ammoniaca (NH_3) per macrosettore nei differenti scenari	337
Figura 144: Andamento delle emissioni regionali (kg) di benzene (C_6H_6) nei differenti scenari	338
Figura 145: Andamento delle emissioni regionali (kg) di benzene (C_6H_6) per macrosettore nei differenti scenari	338

Figura 146: Andamento delle emissioni regionali (kg) di benzo(a)pirene (BAP) nei differenti scenari	339
Figura 147: Andamento delle emissioni regionali (kg) di benzo(a)pirene (BAP) per macrosettore nei differenti scenari	339
Figura 148: Andamento delle emissioni regionali (kg) di metalli pesanti nei differenti scenari	340
Figura 149: Andamento delle emissioni regionali (kg) di metalli pesanti per macrosettore nei differenti scenari	340
Figura 150: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nei differenti scenari per l'agglomerato di Palermo	342
Figura 151: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) per macrosettore nei differenti scenari per l'agglomerato di Palermo	342
Figura 152: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nei differenti scenari per l'agglomerato di Palermo	343
Figura 153: Andamento delle emissioni (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) per macrosettore nei differenti scenari per l'agglomerato di Palermo	343
Figura 154: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nei differenti scenari per l'agglomerato di Catania	345
Figura 155: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) per macrosettore nei differenti scenari per l'agglomerato di Catania	345
Figura 156: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nei differenti scenari per l'agglomerato di Catania	346
Figura 157: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) per macrosettore nei differenti scenari per l'agglomerato di Catania	346
Figura 158: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nei differenti scenari per l'agglomerato di Messina	348
Figura 159: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) per macrosettore nei differenti scenari per l'agglomerato di Messina	348
Figura 160: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nei differenti scenari per l'agglomerato di Messina	349
Figura 161: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) per macrosettore nei differenti scenari per l'agglomerato di Messina	349
Figura 162: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nei differenti scenari per la zona Aree industriali	351
Figura 163: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) per macrosettore nei differenti scenari per la zona Aree industriali	351
Figura 164: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nei differenti scenari per la zona Aree industriali	352
Figura 165: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) per macrosettore nei differenti scenari per la zona Aree industriali	352
Figura 166: Andamento delle emissioni (kg) di composti organici volatili non metanici nei differenti scenari per la zona Aree industriali	353
Figura 167: Andamento delle emissioni (kg) di composti organici volatili non metanici per macrosettore nei differenti scenari per la zona Aree industriali	353
Figura 168: Andamento delle emissioni (kg) di benzene nei differenti scenari per la zona Aree industriali	354

Figura 169: Andamento delle emissioni (kg) di benzene per macrosettore nei differenti scenari per la zona Aree industriali	354
Figura 170: Andamento delle emissioni (kg) di metalli pesanti nei differenti scenari per la zona Aree industriali	355
Figura 171: Andamento delle emissioni (kg) di metalli pesanti per macrosettore nei differenti scenari per la zona Aree industriali.....	355
Figura 172: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nei differenti scenari per la zona Altro territorio regionale	357
Figura 173: Andamento delle emissioni (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) per macrosettore nei differenti scenari per la zona Altro territorio regionale	357
Figura 174: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nei differenti scenari per la zona Altro territorio regionale.....	358
Figura 175: Andamento delle emissioni regionali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) per macrosettore nei differenti scenari per la zona Altro territorio regionale	358
Figura 176: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO ₂) valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i> ...	361
Figura 177: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO ₂) valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	361
Figura 178: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite stabilite per la media oraria del biossido di azoto valutati con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	362
Figura 179: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	363
Figura 180: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	363
Figura 181: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	364
Figura 182: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	364
Figura 183: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 valutati con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	365
Figura 184: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 antropico valutati con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	365
Figura 185: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	366
Figura 186: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere (µg/m ³) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	367

Figura 187: Stima della media annuale delle concentrazioni di ozono valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	368
Figura 188: Stima dei superamenti del valore obiettivo per la media di otto ore dell'ozono valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	368
Figura 189: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i> ...	369
Figura 190: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	370
Figura 191: Stima dei superamenti del valore limite per la media oraria degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario tendenziale regionale</i>	370
Figura 192: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	372
Figura 193: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	373
Figura 194: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite stabilite per la media oraria del biossido di azoto valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	373
Figura 195: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	374
Figura 196: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	375
Figura 197: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	375
Figura 198: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	376
Figura 199: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	376
Figura 200: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 antropico valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	377
Figura 201: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	377
Figura 202: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	378
Figura 203: Stima della media annuale delle concentrazioni di ozono valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	379

Figura 204: Stima dei superamenti del valore obiettivo per la media di otto ore dell'ozono valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	379
Figura 205: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	380
Figura 206: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	381
Figura 207: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media oraria degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali</i>	381
Figura 208: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario di Piano</i>	384
Figura 209: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello <i>Scenario di Piano</i>	384
Figura 210: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario di Piano</i>	385
Figura 211: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario di Piano</i>	385
Figura 212: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite stabilite per la media oraria del biossido di azoto valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario di Piano</i>	386
Figura 213: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite stabilite per la media oraria del biossido di azoto valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello <i>Scenario di Piano</i>	386
Figura 214: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario di Piano</i>	388
Figura 215: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello <i>Scenario di Piano</i>	388
Figura 216: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario di Piano</i>	389
Figura 217: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 totale valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario di Piano</i>	389
Figura 218: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello <i>Scenario di Piano</i>	390
Figura 219: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello <i>Scenario di Piano</i>	390
Figura 220: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello <i>Scenario di Piano</i>	391

Figura 221: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM10 antropico valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 con riferimento alle soglie legislative nello Scenario di Piano.....	391
Figura 222: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario.....	392
Figura 223: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano.....	392
Figura 224: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 antropico valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario di Piano.....	393
Figura 225: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera del PM10 antropico valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano.....	393
Figura 226: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario di Piano.....	394
Figura 227: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano.....	394
Figura 228: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 con riferimento alle soglie legislative nello Scenario di Piano.....	395
Figura 229: Stima della media annuale delle concentrazioni di PM2,5 valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 con riferimento alle soglie legislative nello Scenario di Piano.....	395
Figura 230: Stima della media annuale delle concentrazioni di ozono valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario di Piano.....	397
Figura 231: Stima della media annuale delle concentrazioni di ozono valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano.....	397
Figura 232: Stima dei superamenti del valore obiettivo per la media di otto ore dell'ozono valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario di Piano.....	398
Figura 233: Stima dei superamenti del valore obiettivo per la media di otto ore dell'ozono valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano.....	398
Figura 234: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario di Piano.....	400
Figura 235: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano.....	400
Figura 236: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario di Piano.....	401
Figura 237: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media giornaliera degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano.....	401

Figura 238: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media oraria degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2022 nello Scenario di Piano	402
Figura 239: Stima dei superamenti di soglie di valutazione e valore limite per la media oraria degli ossidi di zolfo valutati con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano	402
Figura 240: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano in area industriale Augusta - Priolo Gargallo	403
Figura 241: Stima della media annuale delle concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) valutate con il modello Chimere ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'anno 2027 nello Scenario di Piano in area industriale Milazzo.....	403
Figura 242: Confronto tra il carico emissivo a livello regionale al 2012, in assenza di piano e con l'attuazione delle misure di piano per i principali inquinanti.....	413
Figura 243: Confronto tra il carico emissivo per l'Agglomerato di Palermo al 2012, in assenza di piano e con l'attuazione delle misure di piano per i principali inquinanti.....	413
Figura 244: Confronto tra il carico emissivo per l'Agglomerato di Catania al 2012, in assenza di piano e con l'attuazione delle misure di piano per i principali inquinanti.....	414
Figura 245: Confronto tra il carico emissivo per l'Agglomerato di Messina al 2012, in assenza di piano e con l'attuazione delle misure di piano per i principali inquinanti.....	414
Figura 246: Confronto tra il carico emissivo per le Aree Industriali al 2012, in assenza di piano e con l'attuazione delle misure di piano per i principali inquinanti.....	415
Figura 247: Confronto tra il carico emissivo per la Zona Altro al 2012, in assenza di piano e con l'attuazione delle misure di piano per i principali inquinanti.....	415
Figura 248: Riduzioni delle emissioni di NO_x a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	416
Figura 249: Riduzioni delle emissioni di NO_x per l'Agglomerato di Palermo rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027).....	416
Figura 250: Riduzioni delle emissioni di NO_x per l'Agglomerato di Catania rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027).....	417
Figura 251: Riduzioni delle emissioni di NO_x per l'Agglomerato di Messina rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027).....	417
Figura 252: Riduzioni delle emissioni di NO_x per le Aree Industriali rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	418
Figura 253: Riduzioni delle emissioni di NO_x per la Zona Altro rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	418
Figura 254: Riduzioni delle emissioni di PM_{10} a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	419
Figura 255: Riduzioni delle emissioni di PM_{10} Agglomerato di Palermo rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	419
Figura 256: Riduzioni delle emissioni di PM_{10} Agglomerato di Catania rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	420
Figura 257: Riduzioni delle emissioni di PM_{10} Agglomerato di Messina rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	420
Figura 258: Riduzioni delle emissioni di PM_{10} Aree Industriali rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	421



REGIONE SICILIA

Figura 259: Riduzioni delle emissioni di PM10 Zona Altro rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	421
Figura 260: Riduzioni delle emissioni di SO ₂ a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	422
Figura 261: Riduzioni delle emissioni di COV a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	422
Figura 262: Riduzioni delle emissioni di NH ₃ a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	423
Figura 263: Riduzioni delle emissioni di C ₆ H ₆ a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	423
Figura 264: Mappa delle riduzioni percentuali delle emissioni di NO _x a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	425
Figura 265: Mappa delle riduzioni percentuali delle emissioni di particolato fine PM10 di origine antropica a livello regionale rispetto al tendenziale regionale per effetto delle misure di piano (anno 2027)	426

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Articolazione Amministrativa della Sicilia, popolazione, superficie e densità delle articolazioni (ex Province)	29
Tabella 2: Classificazione territorio	31
Tabella 3: Classificazione popolazione per zona altimetrica.....	31
Tabella 4: Classificazione comuni per aree litoranee e non.....	32
Tabella 5: Grado di urbanizzazione di comuni e regione (anno 2014)	32
Tabella 6: Grado di urbanizzazione – Cintura urbana	33
Tabella 7: Trasporti – Traffico aereo - passeggeri	34
Tabella 8: Trasporti – Traffico aereo - merci.....	34
Tabella 9: Parco Autoveicoli.....	35
Tabella 10: Parco Autoveicoli – Età media auto.....	36
Tabella 11: Trasporti – merci trasportate su strada	36
Tabella 12: Trasporti – Navigazione / merci.....	37
Tabella 13: Trasporti – Navigazione / passeggeri	38
Tabella 14: Trasporti – Ferrovie – Tipologia di trazione.....	39
Tabella 15: Trasporti – Ferrovie – Doppio binario	39
Tabella 16: Popolazione residente in famiglia che si sposta giornalmente per motivi di studio o lavoro	40
Tabella 17: Popolazione residente in famiglia che si sposta giornalmente per motivi di studio o lavoro per luogo di destinazione	40
Tabella 18: Popolazione Densità di piste ciclabili nei comuni capoluogo di provincia.....	40
Tabella 19: Persone di 14 anni e oltre che utilizzano i vari mezzi di trasporto	41
Tabella 20: Imprese manifatturiere a livello regionale 2010 - 2014	42
Tabella 21: Imprese manifatturiere a livello provinciale - anno 2014	42
Tabella 22: Dipendenti per settore produttivo (anno 2011) - Sicilia (ISTAT)	43
Tabella 23: Consumi di energia elettrica delle imprese dell'industria ^(a) ^(b) (GWh)	43
Tabella 24: Consumi Gasolio per autotrazione e Benzina (Mg).....	44
Tabella 25: Vendite (su base provinciale) di benzina, gasolio e olio combustibile (Mg)	44
Tabella 26: Vendite (su base provinciale) di benzina, gasolio e olio combustibile 2015 (Mg)....	45
Tabella 27: Produzione Energia Elettrica a livello regionale da fonti rinnovabili 2010-2014	46
Tabella 28: Consumi di energia elettrica coperti da fonti rinnovabili (escluso idro).....	46
Tabella 29: Consumi di energia elettrica coperti con produzione da bioenergie	47
Tabella 30: Produzione totale di rifiuti urbani per regione, anni 2011 – 2015	47
Tabella 31: Rifiuti differenziati (%) su totale Rifiuti Urbani.....	48
Tabella 32: Discariche in esercizio sul territorio regionale	48
Tabella 33: Distribuzione percentuale dell'uso del suolo per classi di primo livello CLC (2012).....	50
Tabella 34: Superficie agricola utilizzata per tipo di utilizzazione del terreno.....	51
Tabella 35: Aree Natura 2000 per regione.....	52
Tabella 36: Superficie media percorsa dal fuoco	53
Tabella 37: Limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010 per la qualità dell'aria.....	74
Tabella 38: Comuni ricompresi negli Agglomerati di Palermo, Catania e Messina).....	80
Tabella 39: Comuni ricompresi nella Zona IT1914 “Aree Industriali”	81
Tabella 40: Macrosettori classificazione SNAP2007	90

Tabella 41: Valori emissivi regionali stimati dall'Inventario delle emissioni - anni 2005 - 2007 - 2012.....	93
Tabella 42: Confronto tra il valore emissivo nazionale e regionale anno 2012.....	94
Tabella 43: Emissioni di metalli nel 2012 per macrosettore (kg)	114
Tabella 44: Emissioni di metalli, espresse come percentuali, nel 2012 per macrosettore.....	114
Tabella 45: Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2012 – Agglomerato di Palermo.....	123
Tabella 46: Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2012 Agglomerato Catania.....	128
Tabella 47: Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2012 – Zona IT1914 Aree Industriali	133
Tabella 48: Emissioni totali [Mg] inquinanti principali per Strutture Puntuali – Anno 2012 – aree industriali.....	137
Tabella 49: Emissioni totali metalli pesanti e benzene [kg] per Strutture Puntuali – Anno 2012 – aree industriali	141
Tabella 50: Impianti presenti nelle Aree Industriali che superano per almeno uno dei parametri la soglia individuata.....	146
Tabella 51: Impianti presenti sul territorio regionale che superano per almeno uno dei parametri la soglia individuata	147
Tabella 52: Punti di misura fissi per inquinanti e per agglomerato individuati nel PdV.....	150
Tabella 53: Consistenza della rete di rilevamento e relativa strumentazione attiva per il 2015 come da PdV.....	151
Tabella 54: Rete qualità dell'aria ARPA Sicilia – Stazioni attive e parametri misurati	158
Tabella 55: Rete qualità dell'aria altri gestori pubblici - Stazioni attive e parametri misurati ...	159
Tabella 56: Dotazione strumentale stazioni fisse rete regionale di monitoraggio	161
Tabella 57: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.....	171
Tabella 58: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dal laboratorio mobile ubicato a Porto Empedocle.....	176
Tabella 59: Valori calcolati del parametro AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) anno 2015.....	185
Tabella 60: Valori calcolati del parametro SOMO35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in ambiente urbano per il 2015 .	187
Tabella 61: Valori calcolati del parametro SOMO35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni delle Aree Industriali AERCA per il 2015.....	187
Tabella 62: Valori calcolati del parametro SOMO35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni delle Aree Industriali non-AERCA per il 2015.....	188
Tabella 63: Tabella riassuntiva dei dati di benzene rilevati nell'anno 2015 dalle stazioni non comprese nel PdV	189
Tabella 64: Numero dei episodi di picco della concentrazione medie orarie registrate nelle stazioni delle aree industriali – anno 2015.....	191
Tabella 65: Percentuali di campionamento e concentrazioni degli inquinanti espresse come media annuale per il 2015	194
Tabella 66: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (NMHC) dell'AERCA di Siracusa	196
Tabella 67: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (NMHC) dell'AERCA di Caltanissetta - Gela	196

Tabella 68: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (NMHC) del comune di Ragusa	196
Tabella 69: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (H ₂ S) dell'AERCA di Siracusa	200
Tabella 70: Numero di superamenti del valore obiettivo per l'O ₃ e media su 3 anni	210
Tabella 71: Numero superamenti della soglia di informazione limite orario di 180 µg/m ³	210
Tabella 72: Numero superamenti della soglia di allarme di 240 µg/m ³	211
Tabella 73: Valori calcolati del parametro AOT40 (µg/m ³ *h) periodo 2011-2015.....	213
Tabella 74: Andamento del SOMO35 nel periodo 2008-2015	216
Tabella 75: Principali specie chimiche e polveri trattate dal meccanismo chimico Melchior....	233
Tabella 76: Variabili utilizzate per la disaggregazione delle emissioni su reticolo	241
Tabella 77: Variabili per la disaggregazione temporale	244
Tabella 78: Risultati degli indici obiettivi di qualità per la modellazione.....	245
Tabella 79: Indici statistici per la media oraria di NO ₂ (modello Chimere).....	247
Tabella 80: Indici statistici per la media oraria di O ₃ (modello Chimere).....	247
Tabella 81: Indici statistici per la media oraria di SO ₂ (modello Chimere).....	248
Tabella 82: Indici statistici per la media giornaliera di PM10 (modello Chimere).....	248
Tabella 83: Valori di riferimento per il biossido di zolfo	251
Tabella 84: Valori di riferimento per gli ossidi di azoto.....	251
Tabella 85: Valori di riferimento per le particelle sospese con diametro inferiore a 10 µm (PM10)	251
Tabella 86: Valore di riferimento per le particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 µm (PM2,5)	252
Tabella 87: Valori di riferimento previsti dal D.Lgs. 155/2010 per l'ozono.....	252
Tabella 88: Confronto valori limite	265
Tabella 89: Morti attribuibili all'inquinamento dell'aria (outdoor) nel 2012 (distribuite per malattia, età e sesso)	267
Tabella 90: Morti premature attribuibili all'esposizione a PM2,5, ad NO ₂ e ad O ₃ in 41 paesi europei e in EU-28 nel 2013.....	273
Tabella 91: Anni di vita persi attribuibili all'esposizione a PM2,5, ad NO ₂ e ad O ₃ in 41 paesi europei e in EU-28 nel 2013.....	274
Tabella 92: Previsioni di traffico (milioni di passeggeri) negli aeroporti siciliani maggiori.....	286
Tabella 93: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario tendenziale regionale.....	287
Tabella 94: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario tendenziale regionale	287
Tabella 95: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 2,5 micron (PM2.5) nello scenario tendenziale regionale	287
Tabella 96: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di zolfo (SO _x) nello scenario tendenziale regionale.....	288
Tabella 97: Andamento delle emissioni totali (Mg) di composti organici volatili non metanici (COVNM) nello scenario tendenziale regionale	288
Tabella 98: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ammoniaca (NH ₃) nello scenario tendenziale regionale.....	289
Tabella 99: Andamento delle emissioni totali (kg) di benzene (C ₆ H ₆) nello scenario tendenziale regionale	289

Tabella 100: Andamento delle emissioni totali (kg) di benzo(a)pirene (BAP) nello scenario tendenziale regionale.....	289
Tabella 101: Andamento delle emissioni totali (kg) dei metalli pesanti (°) nello scenario tendenziale regionale.....	290
Tabella 102: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario tendenziale regionale per l'agglomerato di Palermo	293
Tabella 103: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario tendenziale regionale per l'agglomerato di Palermo	293
Tabella 104: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario tendenziale regionale per l'agglomerato di Catania	294
Tabella 105: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario tendenziale regionale per l'agglomerato di Catania	294
Tabella 106: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario tendenziale regionale per l'agglomerato di Messina	295
Tabella 107: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario tendenziale regionale per l'agglomerato di Messina	296
Tabella 108: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario tendenziale regionale per la zona Aree industriali.....	296
Tabella 109: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario tendenziale regionale per la zona Aree industriali	297
Tabella 110: Andamento delle emissioni totali (Mg) dei composti organici volatili nello scenario tendenziale regionale per la zona Aree industriali.....	297
Tabella 111: Andamento delle emissioni totali (kg) del benzene nello scenario tendenziale regionale per la zona Aree industriali	298
Tabella 112: Andamento delle emissioni totali (kg) dei metalli pesanti (°) nello scenario tendenziale regionale per la zona Aree industriali.....	298
Tabella 113: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario tendenziale regionale per la zona Altro territorio regionale.....	299
Tabella 114: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario tendenziale regionale per la zona Altro territorio regionale	300
Tabella 115: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello Scenario ipotesi SEN/PianiRegionali	301
Tabella 116: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali.....	302
Tabella 117: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 2,5 micron (PM2.5) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali.....	302
Tabella 118: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di zolfo (SO _x) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali	303
Tabella 119: Andamento delle emissioni totali (Mg) di composti organici volatili non metanici (COVNM) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali.....	303
Tabella 120: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per l'agglomerato di Palermo.....	305
Tabella 121: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per l'agglomerato di Palermo	306

Tabella 122: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per l'agglomerato di Catania.....	307
Tabella 123: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario ipotesi SEN/Piani Regionali per l'agglomerato di Catania	307
Tabella 124: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per l'agglomerato di Messina.....	308
Tabella 125: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per l'agglomerato di Messina	308
Tabella 126: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per la zona Aree industriali	309
Tabella 127: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per la zona Aree industriali...	310
Tabella 128: Andamento delle emissioni totali (kg) dei composti organici volatili nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per la zona Aree industriali	310
Tabella 129: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per la zona Altro territorio regionale	311
Tabella 130: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario ipotesi SEN/PianiRegionali per la zona Altro territorio regionale.....	312
Tabella 131: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello Scenario di Piano.....	316
Tabella 132: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario di Piano	316
Tabella 133: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 2,5 micron (PM2.5) nello scenario di Piano	317
Tabella 134: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di zolfo (SO _x) nello scenario di Piano.....	317
Tabella 135: Andamento delle emissioni totali (Mg) di composti organici volatili non metanici (COVNM) nello scenario di Piano	317
Tabella 136: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ammoniaca (NH ₃) nello scenario di Piano	318
Tabella 137: Andamento delle emissioni totali (kg) di benzene (C ₆ H ₆) nello scenario di Piano	318
Tabella 138: Andamento delle emissioni totali (kg) di benzo(a)pirene (BAP) nello scenario di Piano.....	319
Tabella 139: Andamento delle emissioni totali (kg) dei metalli pesanti (°) nello scenario di Piano	319
Tabella 140: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario di Piano per l'agglomerato di Palermo	322
Tabella 141: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario di Piano per l'agglomerato di Palermo	322
Tabella 142: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario di Piano per l'agglomerato di Catania	323
Tabella 143: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario di Piano per l'agglomerato di Catania	324
Tabella 144: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario di Piano per l'agglomerato di Messina	325



REGIONE SICILIA

Tabella 145: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario di Piano per l'agglomerato di Messina	325
Tabella 146: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario di Piano per la zona Aree industriali.....	326
Tabella 147: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario di Piano per la zona Aree industriali.....	326
Tabella 148: Andamento delle emissioni totali (Mg) dei composti organici volatili nello scenario di Piano per la zona Aree industriali.....	327
Tabella 149: Andamento delle emissioni totali (kg) del benzene nello scenario di Piano per la zona Aree industriali	327
Tabella 150: Andamento delle emissioni totali (kg) dei metalli pesanti nello scenario di Piano per la zona Aree industriali	327
Tabella 151: Andamento delle emissioni totali (Mg) di ossidi di azoto (NO _x) nello scenario di Piano per la zona Altro territorio regionale.....	329
Tabella 152: Andamento delle emissioni totali (Mg) di particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM10) nello scenario di Piano per la zona Altro territorio regionale.....	329
Tabella 153: Riduzione del carico emissivo connessa all'adozione delle misure di piano - Confronto con lo scenario tendenziale regionale (TR) e con lo scenario SEN/PianiRegionali (SEN)	405
Tabella 154: Sintesi misure di Piano con individuazione dei responsabili ed un'indicazione preliminare dei costi.....	408
Tabella 155: Correlazione tra misure di Piano e fattori di pressione antropica per la qualità dell'aria	412
Tabella 156: Indicatori di processo/di attuazione.....	428
Tabella 157: Indicatori evoluzione scenario di riferimento	435
Tabella 158: Indicatori di risultato	436
Tabella 159: Indicatori qualità dell'aria.....	438

1 QUADRO CONOSCITIVO

1.1 CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO^{1,2,3}

La Sicilia è la regione più estesa di Italia (25.832,39 kmq, circa l'8,5% del totale nazionale) oltre ad essere l'isola più grande del Mediterraneo. La Regione comprende anche una serie di arcipelaghi e isole minori (Eolie, Egadi, Pelagie, Ustica e Pantelleria). Lo sviluppo costiero rappresenta oltre il 20% di quello italiano (circa 1600 km rispetto a 7500 km). E' separata dalla penisola italiana dallo Stretto di Messina (circa 3,4 km) e dal continente africano dal Canale di Sicilia (larghezza circa di 140 km).

L'articolazione amministrativa (*cfr.* Tabella 1) è quella derivante dall'istituzione delle Province, oggi ripartita in Città Metropolitane (Catania, Messina, Palermo) e Consorzi Comunali (Agrigento, Caltanissetta, Enna, Ragusa, Siracusa, Trapani), anche se tale articolazione è tuttora in fase di consolidamento⁴.

È una delle cinque regioni a statuto speciale e due città (Palermo e Catania) rientrano tra le dieci più popolose d'Italia.

Nel territorio regionale insistono ben sette siti (patrimonio materiale) Unesco⁵: Villa Romana del Casale (EN), area archeologica e la Valle dei Templi di Agrigento, Isole Eolie (ME), città tardo barocche della Val di Noto (RG), Siracusa e la Necropoli Rupestre di Pantalica (SR), Monte Etna (CT), Palermo arabo-normanna e le cattedrali di Cefalù e Monreale (PA).

¹La Sicilia, un territorio che cambia profili demografici e contesto sociale - ISTAT 2015 ISBN 978-88-458-1870-7

²Annuario statistico italiano 2015

³<http://www.istat.it/it/files/2015/12/T01.zip>

⁴Legge 24 marzo 2014, n. 8. Istituzione dei liberi Consorzi comunali e delle Città metropolitane e ss.mm.ii.

⁵http://unescosicilia.it/wp/patrimonio_materiale/

Tabella 1: Articolazione Amministrativa della Sicilia, popolazione, superficie e densità delle articolazioni (ex Province)

Articolazione (ex provincia)	Comuni	Popolazione	Superficie (Km ²)	Densità (abitanti/Km ²)
Agrigento*	43	448.831	3.052,59	147
Caltanissetta*	22	274.731	2.138,37	128
Catania^	58	1.115.704	3.573,68	312
Enna*	20	172.456	2.574,70	67
Messina^	108	648.371	3.266,12	199
Palermo^	82	1.275.598	5.009,28	255
Ragusa*	12	318.249	1.623,89	196
Siracusa*	21	404.847	2.124,13	191
Trapani*	24	436.150	2.469,62	177
Totale	390	5.094.937	25.832	197

*Oggi Consorzi Comunali

^Oggi Città Metropolitane



Figura 1: Articolazione amministrativa del territorio regionale (ex Province)

1.1.1 Assetto orografico

La Sicilia è caratterizzata da:

- una zona prevalentemente montuosa relativa al territorio nord-settentrionale;
- zone tipicamente collinare relative ai territori centromeridionale e sud-occidentale;

- una zona con presenza di altopiano relativa al territorio sud-orientale;
- una zona vulcanica relativa al territorio orientale.

Le limitate zone pianeggianti si concentrano maggiormente nelle aree costiere.

Per la sua forma il sistema montuoso può suddividersi in tre distinte zone:

- Versante tirrenico o settentrionale (da Capo Peloro a Capo Boeo, superficie circa 6.630 Km²)
- Versante mediterraneo o meridionale (da Capo Boeo a Capo Passero, superficie circa 10.754 Km²)
- Versante ionico o orientale (da Capo Passero a Capo Peloro, superficie circa 8.072 Km²)

1.1.2 Morfologia⁶

Gran parte del territorio settentrionale della Sicilia presenta caratteri morfologici che derivano dalla tettonica traslativa che ha dato origine ad una struttura a falde di ricoprimento messe in posto in diverse fasi *oro geniche*, mentre per il resto del territorio i caratteri derivano da una tettonica a pieghe e faglie dovute a fasi *post-orogeniche*. Nel dettaglio, pertanto, avremo⁷:

- *nei Peloritani, dove le rocce metamorfiche paleozoiche costituiscono il litotipo più frequente, in associazione o sovrapposizione con terreni sedimentari, prevalgono morfotipi chiaramente riconducibili alla resistenza delle rocce interessate e caratterizzati da pendii ripidi, valli strette, crinali con picchi e spuntori e fenomeni di erosione selettiva in relazione al grado di tettonizzazione di gneiss e filladi;*
- *nei Nebrodi il litotipo più esteso è costituito dalle alternanze pelitico-arenacee del Flysch Numidico e del Flysch di monte Soro per cui in generale si notano lineamenti morfologici meno accentuati rispetto ai Peloritani, pur presentando talora valli incise, versanti parecchio acclivi e fenomeni di erosione selettiva;*
- *nelle Madonie, nei monti di Palermo, di Trapani e di Castellammare del Golfo, emergono morfotipi dovuti alla presenza di masse calcaree e calcareo-dolomitiche resistenti all'erosione, in risalto rispetto ai terreni argillosi confinanti. Tali blocchi calcarei, spesso delimitati da faglie, danno luogo a rilievi più o meno isolati con pareti subverticali e pendii ripidi. La presenza di valli allargate con pendii poco accentuati e forme tipiche collinari tra i vari blocchi carbonatici è dovuta a vasti affioramenti di terreni argillosi principalmente flyschoidi;*
- *nei monti Sicani si notano morfologie simili alle precedenti;*
- *sull'altopiano Ibleo la morfologia tabulare della zona più alta è dovuta sia alla struttura geologica sia agli affioramenti di litotipi calcarei e calcarenitici resistenti all'erosione; ai lati dell'altopiano si hanno brusche rotture di pendenza con strutture di faglie a gradinata, mentre nella zona centrale si notano profonde incisioni;*

⁶ Linee guida per la Piano Forestale Regionale - *Suppl. ord.* alla GAZZETTA UFFICIALE DELLA REGIONE SICILIANA (p. I) n. 50 del 19-11-2004 (n. 34)

⁷ Estratto da Linee guida per la Piano Forestale Regionale - *Suppl. ord.* alla GAZZETTA UFFICIALE DELLA REGIONE SICILIANA (p. I) n. 50 del 19-11-2004 (n. 34), pag. 10;

- la Sicilia centrale, in cui terreni plastici e arenacei erodibili sono spesso associati con i termini della serie gessoso-solfifera, è caratterizzata da blande forme collinari e valli ampie su cui emergono piccoli rilievi calcarei, gessosi e conglomeratici-arenacei.

Per ulteriori approfondimenti sulla geologia del territorio siciliano è possibile consultare <http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/sicilia.html> e <http://www.isprambiente.gov.it/it/servizi-per-lambiente/sistema-carta-della-natura/carta-della-natura-alla-scala-1-50.000/sicilia>.

1.1.3 Superficie territoriale e popolazione per zona altimetrica

Il territorio regionale è classificato per oltre il 60% della superficie come “collina”. Limitata è la presenza di pianure. La distribuzione collina/montagna/pianura è sostanzialmente diversa da quella italiana, dove la differenziazione tra le tre tipologie è meno accentuata (cfr. Tabella 2).

Tabella 2: Classificazione territorio

SICILIA	Superficie (ha)	%	ITALIA	Superficie (ha)	%
collina	1.578.637	62	collina	10.611.010	35
montagna	628.402	24	montagna	12.541.895	42
pianura	364.101	14	pianura	6.980.639	23
totale	2.571.140	100	totale	30.133.544	100

Fonte: ISTAT Annuario statistico italiano 2015

La Tabella 3 mostra la distribuzione della popolazione per zona altimetrica confrontata con la distribuzione media italiana. Si evidenzia come la popolazione è concentrata per circa il 50% in zone collinari e circa il 40% in pianura, pur quest'ultima costituendo soltanto il 14% del territorio regionale.

Tabella 3: Classificazione popolazione per zona altimetrica

SICILIA	popolazione	%	ITALIA	popolazione	%
collina	2.436.630	49%	collina	23.313.062	39%
montagna	648.926	13%	montagna	7.489.359	13%
pianura	1.919.042	38%	pianura	28.768.160	48%
totale	5.004.598	100%	totale	59.570.581	100%

Fonte: ISTAT Annuario statistico italiano 2015

In Tabella 4 è riportata la ripartizione dei comuni per aree litoranee e non. Oltre il 30% dei

comuni è ricompreso in un'area litoranea. Il dato regionale siciliano si discosta molto dal valore medio nazionale, pari a circa l'8%. Tale situazione è indicativa di una notevole urbanizzazione nell'area costiera.

Tabella 4: Classificazione comuni per aree litoranee e non

Anno 2014	Aree litoranee	Aree non litoranee	Totale
Sicilia	122	268	390
Sicilia (%)	31,28%	68,72%	100,00%
Italia	644	7.413	8.057
Italia (%)	7,99%	92,01%	100,00%

Fonte: ISTAT Annuario statistico italiano 2015

1.1.4 Antropizzazione e grado di urbanizzazione

Secondo la classificazione del grado di urbanizzazione (alta, media e bassa) introdotta dall'Eurostat nel 2011, i comuni vengono valutati sulla base della densità demografica e del numero di abitanti entro griglie con celle di un chilometro quadrato.

Sulla base di tale sistema classificatorio, il 67,9% dei comuni italiani ha un grado di urbanizzazione bassa (area prevalentemente rurale), rappresentando il 72,5% del territorio e ospitando il 24,3% della popolazione. Soltanto il 3,3% dei comuni presenta un grado di urbanizzazione alto (superficie territoriale complessiva del 4,8%, con il 33,3% della popolazione italiana). Il grado medio di urbanizzazione riguarda il 28,7% dei comuni che occupano il 22,7% del territorio ed ospitano il 42,4% della popolazione. Il grado di urbanizzazione della Sicilia (*cfr.* Tabella 5), pur avendo un andamento simile a quello italiano, si differenzia in particolare per valori inferiori nella classe "alta" e maggiori in quella "media".

Tabella 5: Grado di urbanizzazione di comuni e regione (anno 2014)

Comuni, superficie territoriale, popolazione residente e densità per grado di urbanizzazione di comuni e regione (anno 2014)												
	Grado di urbanizzazione 2014											
	Basso				Medio				Alto			
	Comuni (%)	Superficie (%)	Popolazione (%)	Densità (a)	Comuni (%)	Superficie (%)	Popolazione (%)	Densità (a)	Comuni (%)	Superficie (%)	Popolazione (%)	Densità (a)
Sicilia	62,3	68,3	23,1	67	36,4	28,6	49,2	339	1,3	3,1	27,7	1.750
Italia	67,9	72,5	24,2	67	28,7	22,7	42,4	377	3,4	4,8	33,3	1.391

Fonte: ISTAT - <http://www.istat.it/it/archivio/137001>

In presenza di un elevato grado di urbanizzazione è interessante investigare sulla distribuzione

della popolazione nella cintura urbana. Il fenomeno in Sicilia è riferibile alle città di Catania e Palermo. Vengono valutate due cinture urbane. Si può vedere come nel caso di Catania esiste un notevole gradiente di densità tra le due cinture e nel caso di Palermo tale gradiente è praticamente nullo (cfr. Tabella 6).

Tabella 6: Grado di urbanizzazione – Cintura urbana

Comuni e popolazione di alcuni comuni capoluogo di provincia per cintura urbana (Anni 2001, 2011 e 2014)							
COMUNI CAPOLUOGO	Comuni	2001	Popolazione		Variazioni percentuali		Densità 2014
			2011	2014	2011/2001	2014/2011	
COMUNI CAPOLUOGO							
Catania	1	306.464	293.902	315.601	-4,1	7,4	1.726
Palermo	1	686.722	657.561	678.492	-4,2	3,2	4.225
I CINTURA URBANA							
Catania	12	230.523	251.679	257.829	9,2	2,4	386
Palermo	8	111.147	129.547	134.889	16,6	4,1	192
II CINTURA URBANA							
Catania	26	399.082	417.929	425.377	4,7	1,8	203
Palermo	25	261.287	283.532	290.074	8,5	2,3	201

Fonte: ISTAT - <http://www.istat.it/it/archivio/137001>

1.1.5 Trasporti

Nelle tabelle che seguono vengono riportate una serie di informazioni relative alla Sicilia, che consentono di delineare un quadro in merito alla situazione dei trasporti, in termini di infrastrutture, merci ed utenza, ivi compreso il confronto con il territorio nazionale.

1.1.5.1 Rete aeroportuale

I principali aeroporti che costituiscono il sistema aeroportuale siciliano sono quelli di Catania - Fontanarossa e Palermo - Punta Raisi (Falcone e Borsellino) individuati dal “*Regolamento recante l'individuazione degli aeroporti di interesse nazionale, a norma dell'articolo 698 del codice della navigazione*”⁸ tra i 12 scali strategici a livello nazionale. Negli ultimi anni notevole sviluppo ha avuto quello di Trapani - Birgi. Inoltre è in fase di crescita l'aeroporto di Comiso. Aeroporti caratterizzati da traffico stagionale sono quelli di Pantelleria e Lampedusa (cfr. Tabella 7 e Tabella 8).

⁸ adottato con D.P.R. n. 201 del 17/09/2015

Tabella 7: Trasporti – Traffico aereo - passeggeri

Traffico nazionale e internazionale di passeggeri (anno 2013 e confronto 2012)					
AEROPORTI	Passeggeri 2013			Totale passeggeri 2012	Incremento passeggeri % 2013/2012
	Traffico nazionale	Traffico internazionale	Totale		
Catania-Fontanarossa	4.824.656	1.542.837	6.367.493	6.250.000	1,88%
Lampedusa	194.209	161	194.370	--	--
Palermo-Punta Raisi	3.390.081	943.162	4.333.243	4.600.000	-5,80%
Pantelleria	125.819	872	126.691	--	--
Trapani-Birgi	1.285.637	591.163	1.876.800	1.600.000	17,30%

Fonte: Istat, Indagine sul trasporto aereo

Tabella 8: Trasporti – Traffico aereo - merci

Traffico aereo in servizio di linea, merci e posta per aeroporto		
Anno 2013, merci e posta in tonnellate	Merci e posta	
	Sbarcate	Imbarcate
Catania-Fontanarossa	4.185	1.932
Palermo-Punta Raisi	797	734
Pantelleria	41	-
Trapani-Birgi	8	31

Fonte: Istat, Indagine sul trasporto aereo

1.1.5.2 Rete Stradale

Per il sistema della rete stradale si riportano due indicatori:

- il confronto dell'estensione stradale rispetto alla superficie regionale;
- il confronto dell'estensione stradale rispetto alla popolazione.

I valori, confrontati con quelli medi nazionali, risultano particolarmente critici per il primo indicatore ma positivi per il secondo indicatore.

Il sistema della rete stradale della Regione è caratterizzato da 600 km di rete stradale per 1.000 km² di superficie territoriale rispetto ai 1.000 km / 1.000 km² della media nazionale. Tale carenza, associata a quella qualitativa, contribuisce a spiegare gli elevati livelli di incidentalità e la difficoltà di accesso al sistema, in particolare verso le aree particolarmente urbanizzate (caratterizzate da notevole congestione e bassa velocità).

Autostrade - Il sistema autostrade, pari a circa il 9% di quello nazionale, è così articolato:

- A18 Messina – Catania (con una percorrenza di 86 km) gestita dal Consorzio per le Autostrade siciliane (CAS) e con un recente prolungamento fino ad Augusta (SR);

- A20 Messina – Palermo (con una percorrenza di 215 km) gestita dal CAS;
- A19 Palermo – Catania (con una percorrenza di 193 km) gestita dall'Azienda Nazionale Strade e Autostrade (ANAS);
- A29 Palermo – Mazara del Vallo (con una percorrenza di 114 km) gestita dall'ANAS.

Il parametro “Km di autostrade per 1000 abitante” è pari a 1,2 simile a quello nazionale pari a 1.1

Sistema stradale ordinario - Per quanto riguarda il sistema stradale ordinario (sviluppo complessivo di 2.137,148 km), il confronto con il sistema nazionale è sostanzialmente positivo se prendiamo in considerazione il dato km di strade statali per 1000 abitanti, in particolare in Sicilia si hanno 7,6 km di strade statali per 1000 abitanti, valore vicino a quello nazionale pari ad 8. Per le strade provinciali il valore risulta di 25,6 km per 1000 abitanti superiore ai 19,6 km nazionali.

Principali direttrici del sistema stradale ordinario (strade statali):

- S.S. 113 - Settentrionale Sicula, di 381 km, da Partinico a Trapani;
- S.S. 114 - Orientale Sicula, di 153 km, che unisce Messina a Siracusa;
- S.S. 115 - Sud Occidentale Sicula, di 409 km, da Trapani, attraverso Marsala e Gela, fino a Siracusa;
- S.S. 117 bis - Centrale Sicula, di 93 km, da Enna a Gela.

1.1.5.3 Trasporti - Parco autoveicoli

Si riporta la consistenza del parco autoveicolare siciliano, in particolare la variazione dal 2010 al 2014 (che mostra un segno positivo dovuto ad un aumento di autovetture, autocarri e motocicli) e il dato del 2012 e del 2014 rispetto al parco autoveicolare nazionale che indica come la Sicilia contribuisca per quasi il 9% (cfr. Tabella 9).

Tabella 9: Parco Autoveicoli

Sicilia Anno	autovetture	autobus e filobus	autocarri	motrici	rimorchi	motocicli	motocarri	altri veicoli	totale
2010	3113289	7762	361539	12129	26876	624862	45205	43	4191705
2014	3146197	7530	377286	11966	28997	642122	43826	4	4257928

Anno 2012	autovetture	autobus e filobus	autocarri	motrici	rimorchi	motocicli	motocarri	altri veicoli	totale
Sicilia	3142254	7691	372526	12202	28369	641453	44631	4	4249130
Italia	37078274	99537	4667418	154757	351665	6482796	358768	27	49193242
% Sicilia	8,5%	7,7%	8,0%	7,9%	8,1%	9,9%	12,4%	14,8%	8,6%

Anno 2014	autovetture	autobus e filobus	autocarri	motrici	rimorchi	motocicli	motocarri	altri veicoli	totale
Sicilia	3146197	7530	377286	11966	28997	642122	43826	4	4257928
Italia	37080753	97914	4617167	150086	348007	6505620	350892	27	49150466
% Sicilia	8,5%	7,7%	8,2%	8,0%	8,3%	9,9%	12,5%	14,8%	8,7%

Fonte: ISTAT e Pubblico Registro Automobilistico (PRA)

In Tabella 10 viene evidenziato come l'età media del parco circolante in Sicilia (anno 2014), pari a 9,7 anni, è più alta del valore medio italiano, pari a 8,8 anni. Il dato è confermato anche nel 2016,

anno nel quale l'età media è cresciuta a 10,6 anni per la Sicilia e 9,7 per l'Italia⁹, dati in linea con l'attuale recessione economica.

Tabella 10: Parco Autoveicoli – Età media auto

Anno 2014	Età media auto (anni)
Agrigento	9,58
Caltanissetta	9,64
Catania	9,81
Enna	10,43
Messina	9,36
Palermo	9,06
Ragusa	9,73
Siracusa	9,04
Trapani	9,73
Sicilia	9,7
Italia	8,77

Fonte: Osservatorio RC Auto www.assicurazione.it, www.facile.it

In merito al trasporto su gomme di merci si riportano in Tabella 11 le tonnellate di merci trasportate, confrontate col dato italiano. Il dato complessivo della Sicilia rappresenta circa il 3% del dato globale nazionale.

Tabella 11: Trasporti – merci trasportate su strada

Merci trasportate su strada per titolo di trasporto, regione di origine, regione di destinazione e classe chilometrica di percorrenza ^(a) ^(b) Anno 2013						
CLASSI DI PERCORRENZA	Conto proprio		Conto terzi		Totale	
	Tonnellate	Tonn-km (migliaia)	Tonnellate	Tonn-km (migliaia)	Tonnellate	Tonn-km (migliaia)
REGIONI DI ORIGINE						
Sicilia	9.931.518	615.518	20.159.657	3.178.676	30.091.175	3.794.195
Sicilia %	4,31%		2,58%		2,97%	
ITALIA	230.515.236	10.142.516	781.828.987	110.018.816	1.012.344.223	120.161.332
REGIONI DI DESTINAZIONE						
Sicilia	9.914.959	617.366	20.091.446	3.358.599	30.006.405	3.975.965
Sicilia %	4,32%		2,58%		2,98%	
ITALIA	229.729.471	10.015.653	778.372.770	108.305.322	1.008.102.241	118.320.975

(a) I dati si riferiscono ai veicoli di portata utile non inferiore ai 35 quintali

(b) Eventuali incongruenze nei totali sono da attribuirsi alla procedura di arrotondamento

Fonte: Istat, Indagine sul trasporto merci su strada

⁹ Dati dell'Osservatorio RC Auto www.assicurazione.it, www.facile.it

1.1.5.4 Rete portuale

Anche in relazione alla natura insulare, la Sicilia è caratterizzata da un sistema portuale particolarmente sviluppato e diversificato. I porti sono classificati in base al traffico merci: porti monoprodotto, polivalenti e generici.

I porti di Palermo e Catania sono della tipologia polivalenti.

I porti di Augusta, Gela e Milazzo sono essenzialmente monoprodotto ed in particolare “petrolchimico”.

Il trasporto merci vede come principali porti quelli di Augusta e Milazzo (a seguito dell’attività riconducibile alle aree industriali) e quello di Palermo (*cfr.* Tabella 12).

Il trasporto passeggeri è concentrato nei porti di Messina, Palermo e Trapani e stagionalmente nei porti che collegano le isole minori (*cfr.* Tabella 13).

Tabella 12: Trasporti – Navigazione / merci

Merce nel complesso della navigazione per porto di sbarco e imbarco ^{(a) (b)}							
Anno 2013, 2012, migliaia di tonnellate							
PORTI	Navigazione nel complesso 2013			Navigazione nel complesso 2012			Variazione % 2013/2012
	Sbarchi	Imbarchi	Totale	Sbarchi	Imbarchi	Totale	
Augusta	12.802	11.506	24.308	13.738	11.146	24.884	-2,3%
Catania	1.294	1.518	2.812	1.253	1.451	2.704	4,0%
Gela	1.057	1.441	2.498	1.579	2.328	3.907	-36,1%
Lipari	1.680	78	1.758	1.596	202	1.798	-2,2%
Messina	4.813	4.331	9.144	4.695	4.360	9.055	1,0%
Milazzo	5.399	9.118	14.517	6.442	8.587	15.029	-3,4%
Palermo	3.908	3.705	7.613	3.698	3.875	7.573	0,5%
Porto Empedocle	154	988	1.142	255	1.078	1.333	-14,3%
Pozzallo	761	338	1.099	556	571	1.127	-2,5%
Totale ^(c)	31.868	33.023	64.891	33.812	33.598	67.410	-3,7%

(a) La navigazione nel complesso è data dalla somma di navigazione internazionale e navigazione di cabotaggio.

(b) Porti che trattano annualmente, nel complesso della navigazione, più di 1.000.000 di tonnellate di merce (direttiva comunitaria 42/2009).

(c) Eventuali incongruenze nei totali sono da attribuirsi alla procedura di arrotondamento.

Fonte: Istat, Indagine sul trasporto marittimo

Tabella 13: Trasporti – Navigazione / passeggeri

Passeggeri nel complesso della navigazione per porto di sbarco e imbarco ^{(a) (b)}							
Anno 2013/2012, in migliaia							
PORTI	Navigazione nel complesso 2013			Navigazione nel complesso 2012			Variazione % 2013/2012
	Sbarchi	Imbarchi	Totale	Sbarchi	Imbarchi	Totale	
Catania	97	127	224	89	110	199	12,6%
Favignana	420	442	862	370	380	750	14,9%
Lipari	258	247	505	296	315	611	-17,3%
Messina	3.614	3.642	7.256	4173	3953	8126	-10,7%
Milazzo	323	325	648	319	342	661	-2,0%
Palermo	632	722	1.354	714	656	1370	-1,2%
Pozzallo	125	108	233	113	117	229	1,7%
Trapani	532	516	1.048	402	384	786	33,3%
Vulcano Porto	179	180	359	155	160	315	14,0%
Totale ^(c)	6.180	6.309	12.489	6.631	6.417	13047	-4,3%

(a) La navigazione nel complesso è data dalla somma di navigazione internazionale e navigazione di cabotaggio.

(b) Porti che trattano annualmente, nel complesso della navigazione, più di 200.000 passeggeri (direttiva comunitaria n. 42/2009).

(c) Eventuali incongruenze nei totali sono da attribuirsi alla procedura di arrotondamento.

Fonte: Istat, Indagine sul trasporto marittimo

Secondo quanto previsto dal “Piano Strategico Nazionale della Portualità e della Logistica”¹⁰, alcuni porti siciliani saranno oggetto di sviluppo, in particolare per quanto concerne il traffico delle navi traghetto (traffico Ro-Ro) petrolifero/energetico del porto di Augusta, il cabotaggio nazionale (es. Ravenna–Catania, le linee sul Tirreno ed i collegamenti con le isole) e quello internazionale. Il piano strategico individua una serie di interventi per le infrastrutture intermodali finalizzate principalmente all'integrazione ferrovie – sistema portuale. Tale scelta è fondamentale per gli effetti positivi sulla qualità dell'aria relativa alle zone portuali e alle aree urbane attualmente interessate dal conseguente trasporto su gomma.

1.1.5.5 Rete ferroviaria

L'offerta di mobilità ferroviaria delle Regione Sicilia è particolarmente carente per via delle limitate infrastrutture. Tale situazione determina una scarsa qualità sia per il trasporto passeggeri sia per quello merci (cfr. Tabella 14 e 15).

L'estensione della rete è pari a circa 1.400 km, dei quali circa il 12% è formata da tratte di percorrenza a doppio binario. Inoltre risulta elettrificata poco più del 50% della rete. Le principali direttrici, caratterizzate da un traffico intenso, sono:

- Palermo - Messina lungo il litorale tirrenico

¹⁰Fonte “Piano Strategico Nazionale della Portualità e della Logistica” www.mit.gov.it/mit/

- Messina – Catania - Siracusa lungo la costa ionica
- Palermo - Agrigento attraversando l'interno dell'isola.

Tabella 14: Trasporti – Ferrovie – Tipologia di trazione

Anno 2011	Linee elettrificate		Linee non elettrificate		Totale
	doppio binario	binario semplice	doppio binario	binario semplice	
Sicilia	178	623		578	1.379
Italia	7.437	4.489	77	4.724	16.727
Sicilia (% rispetto al dato nazionale)	2,4%	13,9%	0,0%	12,2%	8,2%

Fonte ISTAT – Annuario Statistico Italiano 2012

Tabella 15: Trasporti – Ferrovie – Doppio binario

Anno 2011	Doppio binario sul totale della rete	Binario semplice sul totale della rete
Sicilia	12,9%	87,1%
Italia	44,9%	55,1%

Fonte ISTAT – Annuario Statistico Italiano 2012

Da evidenziare che non risultano avviate politiche di integrazione nel trasporto pubblico locale.

Il recente Piano Industriale 2017 - 2026 delle Ferrovie dello Stato¹¹ prevede investimenti nel settore del trasporto ferroviario siciliano, in particolare per migliorare capacità e riduzione dei tempi di percorrenza della direttrice Palermo – Catania – Messina. Tale miglioramento consentirà un incremento dei cittadini che sceglieranno come mezzo di spostamento il trasporto ferroviario anziché quello su gomme (si veda la sezione Popolazione residente e spostamenti)

1.1.5.6 Popolazione residente e spostamenti

I dati che seguono servono a delineare le modalità e le motivazioni di spostamento della popolazione residente. In particolare risulta che quasi una persona su due ogni giorno si sposta per motivi di studio o di lavoro (cfr. Tabella 16). Quasi il 75% di tali spostamenti avviene nell'ambito del comune di residenza e poco più del 22% verso altro comune della stessa provincia di residenza (cfr. Tabella 17). I dati sono rispettivamente più alto e più basso di quelli nazionali.

¹¹<http://www.fsitaliane.it/fsi/Investor-relations/Piano-Industriale/Piano-Industriale-2017-2026>

Tabella 16: Popolazione residente in famiglia che si sposta giornalmente per motivi di studio o lavoro

Censimento 2011, valori percentuali	
ITALIA	48,8%
Sicilia	41,4%

Fonte: Istat, 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni al 9 ottobre 2011

Tabella 17: Popolazione residente in famiglia che si sposta giornalmente per motivi di studio o lavoro per luogo di destinazione

REGIONI	Italia					Esteri	Totale
	Totale	Stesso comune di dimora abituale	Altro comune della stessa provincia	Altra provincia della stessa regione	Province di altre regioni		
VALORI ASSOLUTI							
Sicilia	2.066.605	1.548.265	460.888	55.307	2.145	-	2.066.605
ITALIA	28.786.759	17.482.280	9.090.677	1.856.688	357.114	65.962	28.852.721
VALORI PERCENTUALI							
Sicilia	100,0%	74,9%	22,3	2,7	0,1	-	100,0%
ITALIA	99,8%	60,6	31,5	6,4	1,2	0,2%	100,0%

Fonte: Istat, 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni al 9 ottobre 2011

A fronte della domanda di spostamento all'interno del comune di dimora abituale (75%), in un'ottica di miglioramento della qualità dell'aria, diventa strategico incentivare il trasporto pubblico comunale. In tale contesto si inseriscono le azioni che consentono di incentivare la realizzazione di piste ciclabili e l'attivazione di servizi tipo car-sharing e bike-sharing. Secondo un recente studio del "Centro Ricerche Continental Autocarro" su dati Istat, il dato relativo alle piste ciclabili in Sicilia è passato da una lunghezza di 26,9 km nel 2008 a 48,8 km nel 2015¹².

Un altro studio (ISTAT¹³), limitato ai soli capoluoghi di provincia, indica un modesto miglioramento dal 2008 al 2012, della densità di piste ciclabili (km per 100 km² di superficie comunale), tuttavia inferiore al dato medio nazionale (cfr. Tabella 18).

Tabella 18: Popolazione Densità di piste ciclabili nei comuni capoluoghi di provincia

Anni 2008-2012 (km per 100 km ² di superficie comunale)					
COMUNI	2008	2009	2010	2011	2012 (a)
Trapani	-	-	-	-	-
Palermo	11,6	13,1	13,1	13,1	13,1
Messina	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8
Agrigento	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Caltanissetta	-	-	-	-	-

¹² Centro Ricerche Continental Autocarro su dati Istat

¹³ Dati ambientali nelle città - Mobilità urbana - <http://www.istat.it/it/archivio/123878>

Anni 2008-2012 (km per 100 km² di superficie comunale)

Enna	-	-	-	-	-
Catania	-	-	-	-	-
Ragusa	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4
Siracusa	-	-	3,2	3,7	3,7
Italia (b)	12,9	13,8	15,6	16,6	17,4

(a) Valore 2012 dell'indicatore stimato.

(b) La dicitura Italia si riferisce al complesso dei comuni capoluogo di provincia.

Fonte Istat, Dati ambientali nelle città

Il medesimo studio dell'Istat riporta una serie di dati relativi all'attivazione di sistemi di car-sharing e bike-sharing. Il dato 2012 indica per la Sicilia, che soltanto nella città di Palermo era stato attivato un servizio di car-sharing¹⁴.

1.1.5.7 Trasporti - tipologia di mezzi di trasporto utilizzati

L'indagine multiscopo di ISTAT "Aspetti della Vita Quotidiana", consente di valutare la tipologia di trasporto utilizzata dai cittadini quando si spostano nella "stessa zona". Il dato che emerge e che differenzia le abitudini dei siciliani rispetto al resto dell'Italia è quello riguardante il ricorso al treno come mezzo di trasporto (cfr. Tabella 19): tale dato, per la Sicilia, è particolarmente basso sia rispetto a quello medio italiano sia a quello dell'area sud e conferma la carenza del sistema del trasporto ferroviario, che in Sicilia non è stato destinatario delle innovazioni che hanno riguardato il sistema nazionale (elettrificazione, doppio binario, alta velocità, alta capacità, ecc.), innovazioni che dovrebbero essere realizzate nell'ambito del Piano Industriale 2017-2016. L'obiettivo di "spostare" l'utenza verso il trasporto pubblico, importante ai fini del miglioramento della qualità dell'aria, diventa particolarmente strategico nel caso specifico del trasporto ferroviario.

Tabella 19: Persone di 14 anni e oltre che utilizzano i vari mezzi di trasporto

Utenza - anno 2015, per 100 persone della stessa zona			
	Utenza autobus	Utenza pullman	Utenza treno
Sicilia	16,7	12,6	8,7
Sud	17	17,8	27,4
ITALIA	24	16,2	31,3

Fonte: Istat, Indagine multiscopo "Aspetti della vita quotidiana"

1.1.6 Sistema Produttivo¹⁵

Analizzando i dati delle Tabella 20 e 21, relativi al periodo 2010-2014, emerge che il tessuto produttivo siciliano vede un continuo peggioramento, in termini di imprese attive, per tutti i settori ad

¹⁴ Nel 2016 il servizio di car-sharing risultava attivato sia a Palermo che a Catania. Inoltre, secondo il sito <http://www.siciliabikesharing.it/> il servizio di bike-sharing risulta attivato, oltre che a Palermo anche in diversi centri.

¹⁵ ISTAT (<http://dati-censimentoindustriaeservizi.istat.it>) 9° Censimento generale dell'industria e dei servizi 2011

eccezione dell'*Alimentari ed Affini*. Tale dato è anche correlabile alla diminuzione dei consumi descritti nel presente documento per il settore “Energia”.

Tabella 20: Imprese manifatturiere a livello regionale 2010 - 2014

<i>Imprese manifatturiere attive iscritte nei registri CCIAA – Sicilia 2010-2014</i>										
	Alimentari e affini	Tessili abbigliamento e pelli	Carta, editoria	Petroli chimiche	Non metalliferi	Metallurgiche	Metalmecchaniche	Mezzi di trasporto	Legno e altre	Totale
2010	7.130	2.173	1.516	378	3.708	5.670	1.931	658	7.503	30.667
2011	7.052	2.041	1.500	352	3.604	5.566	1.863	650	7.303	29.931
2012	7.138	1.976	1.497	353	3.505	5.442	1.818	630	7.122	29.481
2013	7.307	1.898	1.478	349	3.378	5.271	1.735	616	6.938	28.970
2014	7.412	1.701	1.430	335	3.282	5.131	1.659	593	6.729	28.272
variazione % 2014-2010	4,0%	-21,7%	-5,7%	-11,4%	-11,5%	-9,5%	-14,1%	-9,9%	-10,3%	-7,8%

Fonte ISTAT su dati Movimprese

Tabella 21: Imprese manifatturiere a livello provinciale - anno 2014

<i>Imprese manifatturiere attive iscritte nei registri CCIAA – Province - 2014</i>										
	Alimentari e affini	Tessili abbigliamento e pelli	Carta, editoria	Petroli chimiche	Non metalliferi	Metallurgiche	Metalmecchaniche	Mezzi di trasporto	Legno e altre	Totale
Agrigento	664	72	105	20	250	409	106	34	459	2.119
Caltanissetta	462	115	75	17	198	408	99	22	291	1.687
Catania	1.580	325	392	97	751	1.134	449	91	1.720	6.539
Enna	267	80	46	7	127	177	55	2	222	983
Messina	975	257	194	50	459	717	214	135	983	3.984
Palermo	1.611	475	284	59	574	938	267	127	1.481	5.816
Ragusa	550	88	104	34	274	373	127	48	532	2.130
Siracusa	528	112	101	25	219	548	165	58	487	2.243
Trapani	775	96	129	26	430	427	177	76	635	2.771
<i>Ripartizioni - 2014</i>										
Italia	60.813	85.253	23.035	6.380	37.357	103.098	52.779	9.030	129.037	506.782
Italia = 100	12,2%	2%	6,2%	5,3%	8,8	5	3,1	6,6	5,2	5,6

Fonte ISTAT su dati Movimprese

Nella Tabella 22 si riportano i dati relativi agli addetti per tipologia di settore produttivo secondo la classificazione Ateco 2007. Emerge chiaramente come oltre un terzo degli addetti è concentrato nel settore del “commercio all'ingrosso e al dettaglio riparazione di autoveicoli e motocicli”.

Tabella 22: Dipendenti per settore produttivo (anno 2011) - Sicilia (ISTAT)

Settore (Classificazione Ateco 2007)	Dipendenti
Agricoltura, silvicoltura e pesca	2.185
Estrazione di minerali da cave e miniere	287
Attività manifatturiere	22.584
Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	332
Fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	827
Costruzioni	31.171
Commercio all'ingrosso e al dettaglio riparazione di autoveicoli e motocicli	93.092
Trasporto e magazzinaggio	7.417
Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	18.583
Servizi di informazione e comunicazione	4.033
Attività finanziarie e assicurative	5.598
Attività immobiliari	4.705
Attività professionali, scientifiche e tecniche	39.605
Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	7.535
Istruzione	1.509
Sanità e assistenza sociale	17.386
Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	3.115
Altre attività di servizi	11.750
Totale	271.714

Fonte: ISTAT

1.1.7 Energia

Il consumo di energia elettrica in Sicilia, nel corso del periodo 2010-2014 ha subito un notevole decremento (da circa 19.000 milioni di kWh si è passati a circa 17.300) imputabile ad una diminuzione dei consumi in diversi settori¹⁶. A titolo indicativo si riporta l'andamento del consumo di energia elettrica relativa al settore "Industria" (cfr. Tabella 23). Per quanto concerne i consumi di gasolio per autotrazione, e benzina, la Tabella 24 mostra, nel periodo 2010-2014, andamenti diversi ed in particolare, per il gasolio una sostanziale stabilità e una discreta diminuzione per la benzina.

 Tabella 23: Consumi di energia elettrica delle imprese dell'industria ^(a) ^(b) (GWh)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sicilia	7.604,1	7.529,5	7.560,3	7.440,2	7.253,3	6.724,9	7.157,5	7.208,9	6.694,4	6.288,1	5.959,5
	5,0%	4,9%	4,8%	4,8%	4,8%	5,2%	5,2%	5,1%	5,1%	5,0%	4,9%
Italia	153.155	153.727	156.150	155.804	151.366	130.505	138.439	140.039	130.800	124.871	122.505

(a) La pubblicazione "Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia" è redatta annualmente da Terna. Elaborata fino al 1998 dall'Enel e in seguito dal GRTN, raccoglie i dati relativi alle principali grandezze del settore elettrico nazionale.

(b) I consumi elettrici dell'industria comprendono: manifattura di base; manifattura non di base; costruzioni; energia ed acqua.

Fonte Dati TERNA Consumi Energia Elettrica

16 Dati TERNA Consumi Energia Elettrica - <https://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/statisticheeprevisiori/>

Tabella 24: Consumi Gasolio per autotrazione e Benzina (Mg)

Consumi in tonnellate	Gasolio per autotrazione	Benzina
2010	1.637.337	805.786
2011	1.630.385	779.821
2012	1.496.266	688.533
2013	1.596.881	648.747
2014	1.618.988	655.675

Fonte: Elaborazione ISTAT su dati Ministero dello Sviluppo Economico

Tabella 25: Vendite (su base provinciale) di benzina, gasolio e olio combustibile (Mg)

Gennaio Giugno 2016	Benzina	Gasolio motori	Gasolio altri usi			Olio combustibile
			Gasolio riscaldamento	Gasolio uso termoelettrico	Gasolio uso agricolo	
AGRIGENTO	18.985	51.646	234	0	5.593	519
CALTANISSETTA	9.914	29.980	115	0	1.044	0
CATANIA	63.073	147.186	2.391	0	13.346	919
ENNA	6.342	24.612	197	0	6.129	238
MESSINA	36.963	93.850	1.130	0	546	132.716
PALERMO	69.594	169.003	2.444	0	2.624	1.576
RAGUSA	28.177	84.500	3.903	0	7.047	105
SIRACUSA	28.500	76.971	16.278	0	4.777	27
TRAPANI	19.325	90.475	2.584	0	5.807	56
SICILIA	280.873	768.223	29.276	0	46.913	136.156
Sicilia %	7,6%	6,7%	5,2%	0,0%	5,7%	24,2%
TOTALE ITALIA	3.708.322	11.388.106	563.204	14.564	816.183	562.538

Gennaio Giugno 2015	Benzina	Gasolio motori	Gasolio altri usi			Olio combustibile
			Gasolio riscaldamento	Gasolio uso termoelettrico	Gasolio uso agricolo	
AGRIGENTO	18.846	47.692	236	77	5.809	4.579
CALTANISSETTA	10.722	29.833	194	0	1.915	186
CATANIA	75.737	189.381	3.693	0	9.058	1.515
ENNA	6.016	24.363	305	0	5.637	160
MESSINA	36.797	93.349	1.224	2.875	402	445.097
PALERMO	72.181	158.946	2.188	47	2.775	819
RAGUSA	28.669	86.574	4.551	0	6.496	186
SIRACUSA	24.267	63.484	983	253	4.739	7.207
TRAPANI	20.540	80.797	207	0	6.091	30
SICILIA	293.775	774.419	13.581	3.252	42.922	459.779
Sicilia %	7,8%	6,8%	2,4%	12,7%	5,2%	50,1%
TOTALE ITALIA	3.778.997	11.339.070	560.395	25.638	818.628	916.984

Variazione I semestre 2016/ I semestre 2015	-12.902	-6.196	15.695	-3.252	3.991	-323.623
--	---------	--------	--------	--------	-------	----------

Fonte MISE- Bollettino Petrolifero Gennaio-Giugno 2016

Tabella 26: Vendite (su base provinciale) di benzina, gasolio e olio combustibile 2015 (Mg)

2015	Benzina	Gasolio motori	Gasolio altri usi			Olio combustibile
			Gasolio riscaldamento	Gasolio uso termoelettrico	Gasolio uso agricolo	
AGRIGENTO	41.484	103.840	388	101	11.355	5.366
CALTANISSETTA	21.608	60.121	307	0	4.210	186
CATANIA	146.962	350.493	5.078	0	19.889	2.560
ENNA	12.343	49.426	591	0	15.124	873
MESSINA	79.237	197.668	2.160	7.102	1.098	957.266
PALERMO	152.783	339.822	2.944	70	6.860	1.054
RAGUSA	63.706	185.634	9.230	0	14.077	289
SIRACUSA	51.598	126.266	5.999	499	10.189	17.606
TRAPANI	44.201	170.028	307	0	13.105	30
Sicilia	613.922	1.583.298	27.004	7.772	95.907	985.230
Sicilia %	8%	7%	2%	15%	5%	51%
TOTALE ITALIA	7.820.508	23.249.037	1.174.468	50.850	1.897.356	1.938.608

Fonte MISE- Bollettino Petrolifero Anno 2015

I dati più recenti relativi alle vendite, su base provinciale, di benzina, gasolio e olio combustibile, relativi al semestre gennaio-giugno 2016 sono stati confrontati con quelli dello stesso periodo del 2015 (*cfr.* Tabella 25). Sono inoltre riportati i dati annuali relativi all'intero anno 2015 (*cfr.* Tabella 26). Come si evince dal confronto dei due semestri (2016/2015), si registra una notevole diminuzione del dato relativo all'olio combustibile e modeste flessioni per benzina e gasolio per autotrazione. In aumento, praticamente raddoppiato, il dato relativo al gasolio di riscaldamento. Inoltre il dato relativo all'olio combustibile, in percentuale rispetto al dato nazionale, è particolarmente elevato (oscilla nei due semestri confrontati tra il 24% e il 50%). Il dato è confermato anche sui valori annuali del 2015 (*cfr.* Tabella 26). Tale dato è verosimilmente dovuto alla presenza della Raffineria di Milazzo e quindi non indicativo del consumo regionale.

Sul fronte della produzione di energia elettrica, anche in Sicilia il contributo delle fonti rinnovabili (eolico e fotovoltaico) è in costante aumento come mostrato in Tabella 27, passando da 2.300 milioni di kWh nel 2001, a 4.816 nel 2014.

In particolare risulta positivo il dato relativo ai consumi di energia elettrica coperti da fonti rinnovabili (eolica, fotovoltaica, geotermoelettrica e biomasse inclusa la parte dei rifiuti non biodegradabili, escluso idro). Il dato regionale è superiore a quello nazionale (*cfr.* Tabella 28). Inoltre, il dato in continua crescita, dovrebbe indirizzare le politiche energetiche verso tali fonti, in particolare "eolica" e "fotovoltaica" in quanto contribuirebbero positivamente sulla qualità dell'aria.

Tabella 27: Produzione Energia Elettrica a livello regionale da fonti rinnovabili 2010-2014

<i>Produzione di energia elettrica (in milioni di kWh)</i>	<i>escluse fonti rinnovabili (eolico e fotovoltaico)</i>	<i>incluso fonti rinnovabili (eolico e fotovoltaico)</i>	<i>fonti rinnovabili (eolico e fotovoltaico)</i>
2010	22.009	24.309	2.300
2011	21.359	24.400	3.041
2012	19.622	24.129	4.507
2013	18.627	23.391	4.764
2014	17.720	22.536	4.816
<i>Sicilia (%) sulla produzione nazionale</i>	7,3	8,1	

Fonte Elaborazione su dati TERNA S.p.A. - Rete Elettrica Nazionale

Tabella 28: Consumi di energia elettrica coperti da fonti rinnovabili (escluso idro)

<i>Produzione lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili (escluso idro) in percentuale dei consumi interni lordi di energia elettrica misurati in GWh</i>			
	2008	2011	2014
Sicilia	4,74	13,37	24,12
Italia	5,04	10,66	19,20

(a) Sono state considerate come rinnovabili la fonte eolica, fotovoltaica, geotermoelettrica e biomasse (inclusa la parte dei rifiuti non biodegradabili).
 (b) Il consumo interno lordo di energia elettrica è uguale alla produzione lorda di energia elettrica più il saldo scambi con l'estero e con le altre regioni.
 (c) I Dati dal 2001 al 2010 sono stati rettificati rispetto alle precedenti edizioni dei bilanci in quanto, nella produzione di elettricità da fonte rinnovabile, è stata contabilizzata solo la quota biodegradabile dei rifiuti, pari al 50% del totale.
 (d) l'indicatore fa parte delle tavole di osservazione del QSN
 (e) L'indicatore fa parte del set di indicatori dell'Accordo di Partenariato 2014-2020

Fonte Istat, Terna SpA

Le fonti rinnovabili quali produzione di energia elettrica da biomasse solide, rifiuti solidi urbani biodegradabili, biogas e bioliquidi e le bioenergie prodotte da impianti, pur sostenibili, hanno comunque un impatto sulla qualità dell'aria negativo. Il consumo di energia elettrica prodotta da tali fonti, tuttavia, risulta per la Sicilia inferiore rispetto al valore nazionale (cfr. Tabella 29).

Per una disamina sui principali impianti che producono energia elettrica nel territorio siciliano si rimanda a quanto riportato nell'Inventario delle Emissioni in Atmosfera della Sicilia (2015)¹⁷.

La pianificazione energetica regionale (PEARS) in materia di energie rinnovabili è stata adottata con Delibera della Giunta Regionale 03/02/2009. Lo stato di attuazione della suddetta pianificazione è analizzato nel *Rapporto di Monitoraggio Ambientale – Monitoraggio PEARS 2012*¹⁸ e nel *Rapporto Energia 2015 - Monitoraggio sull'energia in Sicilia*¹⁹.

¹⁷www.arpa.sicilia.it/wp-content/uploads/2015/08/Relazione-Inventario-Emissioni.pdf

¹⁸Regione Siciliana, Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità – Dipartimento dell'Energia Servizio I - Pianificazione e Programmazione Energetica Regione Siciliana, Assessorato dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità

¹⁹Dipartimento dell'Energia, Osservatorio Regionale e Ufficio statistico per l'Energia

A livello nazionale la pianificazione energetica da fonti rinnovabili è regolamentata dai seguenti atti:

- *PAN – Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili* realizzato nel 2010;
- D.Lgs. 3 marzo 2011 n. 28 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE, attraverso il quale viene stabilito, quale obiettivo nazionale, che la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia da conseguire nel 2020 sia pari al 17% (l'obiettivo per la Sicilia è invece del 15,9%);
- Decreto 15 marzo 2012 del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Strategia energetica nazionale 2013.

Tabella 29: Consumi di energia elettrica coperti con produzione da bioenergie

Produzione lorda di energia elettrica da bioenergie in percentuale dei consumi interni lordi di energia elettrica misurati in GWh								
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Sicilia	0,24417	0,316773	0,485902	0,636485	0,466148	0,304239	0,872138	1,231711
Italia	1,5107	1,661221	2,238352	2,72654	3,110029	3,647033	5,148537	5,789705

(a) Il dato include la produzione elettrica da biomasse solide, rifiuti solidi urbani biodegradabili, biogas e bioliquidi e le bioenergie prodotte da impianti
 (b) Il dato sulla produzione è soggetto da Terna a revisioni annuali
 (c) Dall'anno 2009 all'interno delle biomasse è inclusa la sola quota biodegradabile dei rifiuti, pari al 50%
 (d) La classificazione dei bioliquidi è stata introdotta a partire dal 2008
 (e) Il consumo interno lordo di energia elettrica è uguale alla produzione lorda di energia elettrica più il saldo scambi con l'estero e con le altre regioni
 (f) L'indicatore fa parte del set di indicatori dell'Accordo di Partenariato 2014-2020

Fonte Istat, Terna Spa

1.1.8 Rifiuti

L'andamento della produzione dei rifiuti urbani in Sicilia, nel corso del periodo 2011-2015, ha subito una flessione come mostrano i dati della Tabella 30. Il contributo sulla produzione totale nazionale, sempre nel periodo 2011-2015, è essenzialmente costante e pari a circa l'8%.

Tabella 30: Produzione totale di rifiuti urbani per regione, anni 2011 – 2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Sicilia	2.579.754	2.426.019	2.380.046	2.340.935	2.350.191
Sicilia %	8,2%	8,1%	8,0%	7,9%	8,0%
Italia	31.386.220	29.993.528	29.572.506	29.651.721	29.524.263

Fonte ISPRA – Rapporto Rifiuti Urbani 2016

Per quanto concerne la raccolta differenziata, la percentuale rimane particolarmente bassa (pari

al 12,8% nel 2015) e risulta inferiore al valore nazionale (pari a 47,5% nel 2015), oltre a rappresentare il dato peggiore tra le regioni italiane (cfr. Tabella 31).

I rifiuti urbani smaltiti in discarica, nel 2015 in Sicilia, rappresentano ancora l'83% del totale dei rifiuti prodotti. Il valore pro-capite/annuo di rifiuti urbani smaltiti in discarica per abitante è pari 384 kg, oltre il triplo rispetto al dato nazionale, pari a 124 kg.

Il quadro impiantistico attuale, certamente non adeguato, è costituito da 11 discariche distribuite sul territorio regionale, come indicato nella Tabella 32.

Sulle politiche previste per migliorare il sistema della raccolta differenziata, si rimanda al "Piano di Gestione dei Rifiuti Urbani" della Regione Sicilia²⁰.

Tabella 31: Rifiuti differenziati (%) su totale Rifiuti Urbani

Anno	Rifiuti differenziati (%) su totale Rifiuti Urbani
2011	11,2%
2012	13,8%
2013	13,3%
2014	12,5%
2015	12,8%

Fonte ISPRA – Rapporto Rifiuti Urbani 2016

Tabella 32: Discariche in esercizio sul territorio regionale

PROVINCIA	COMUNE	CONTRADA	AUTORIZZAZIONE VIGENTE	RAGIONE SOCIALE
AG	Siculiana	Materano	DDG n°1946 del 10/11/2015	Catanzaro Costruzioni Srl
AG	Sciacca	Salinella	DDG n°96 del 10/02/2016	So.Ge.I.R. ATO AG 1 S.p.A.
CL	Gela	Timpazzo	DDS n°2523 del 23/12/2013	ATO Ambiente CL 2
CT	Motta S. Anastasia	Tiriti'	DDG n°1143 del 22/07/2014	OIKOS S.p.A.

²⁰http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_AssEnergia/PIR_DipartimentodeiRifiuti/PIR_PianoGestioneIntegratedeiRifiuti

PROVINCIA	COMUNE	CONTRADA	AUTORIZZAZIONE VIGENTE	RAGIONE SOCIALE
CT	Catania	Grotte S. Giorgio	DDG n°649/2012	Sicula Trasporti
EN	Enna	Cozzo Vuturo	D.A. n. 254 del 27/04/2014	Sicilia Ambiente
PA	Palermo	Bellolampo	D.D.S. n 1348 del 09/08/2013	R.A.P. S.p.A.
PA	Castellana Sicula	Balza di Cetta	DDG n°385 del 09/06/2011	Alte Madonie Ambiente
RG	Ragusa	Cava dei Modicani	DRS n°203 del 22/04/2010	ATO RG Ambiente S.p.A.
TP	Campobello di Mazara	Campana Misiddi	DRS n°366 del 29/06/2010	Belice Ambiente S.p.A.
TP	Trapani	Borranea	DDG n°1391 del 15/09/2014	Comune di Trapani

Inoltre con D.P.C.M. del 10/08/2016 *“Individuazione della capacità complessiva di trattamento degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani e assimilabili in esercizio o autorizzati a livello nazionale, nonché individuazione del fabbisogno residuo da coprire mediante la realizzazione di impianti di incenerimento con recupero di rifiuti urbani e assimilati”* è stato individuato per la Regione Sicilia un fabbisogno residuo di incenerimento pari a 685.099 tonnellate/anno da coprire con la realizzazione di 2 o più impianti sul territorio regionale. La Giunta Regionale con Deliberazione n. 325 del 03/10/2016 ha approvato il *“Piano Stralcio per la realizzazione degli impianti di valorizzazione della frazione residuale secca”* che prevede di coprire il fabbisogno impiantistico tramite la realizzazione di due impianti di 200.000 tonnellate/anno, da individuare tra Catania e Palermo, ed ipotizzando la costruzione di più impianti di minore portata per circa 300.000 tonnellate/anno nel resto dell’Isola.

1.1.9 Uso del Suolo

Nella Tabella 33 sono rappresentate le distribuzioni percentuali dell'uso del suolo per classi al primo livello CLC (2012)²¹. Il I livello di classificazione dell’uso del suolo, secondo il progetto Corine

²¹Il progetto Corine Land Cover (CLC) è nato a livello europeo specificamente per il rilevamento e il monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela ambientale - Il progetto ha previsto

Land Cover (CLC), è articolato in cinque classi. Rispetto ai valori medi nazionali, il territorio regionale siciliano presenta una maggiore incidenza della classe “*Superfici agricole utilizzate*” e un valore minore per la classe “*Territori boscati e ambienti semi-naturali*”.

Tabella 33: Distribuzione percentuale dell'uso del suolo per classi di primo livello CLC (2012)

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	
	Superfici artificiali	Superfici agricole utilizzate	Territori boscati e ambienti semi-naturali	Zone Umide	Corpi idrici	totale
Sicilia	5.0	67.7	26.8	0.1	0.4	25.705
ITALIA	5.3	52.2	41.3	0.2	1.0	301.281

Fonte ISPRA www.isprambiente.gov.it

Le classi 2 “*Superfici agricole utilizzate*” e 3 “*Territori boscati e ambienti semi-naturali*” sono quelle che contribuiscono, tramite il fogliame degli alberi, all’emissione nell’atmosfera di sostanze naturali quali monoterpeni e COV (emissioni biogeniche).

Per un approfondimento sull’impatto di tali emissioni sulla qualità dell’aria si rinvia all’Inventario delle Emissioni in Atmosfera della Sicilia (2015)²².

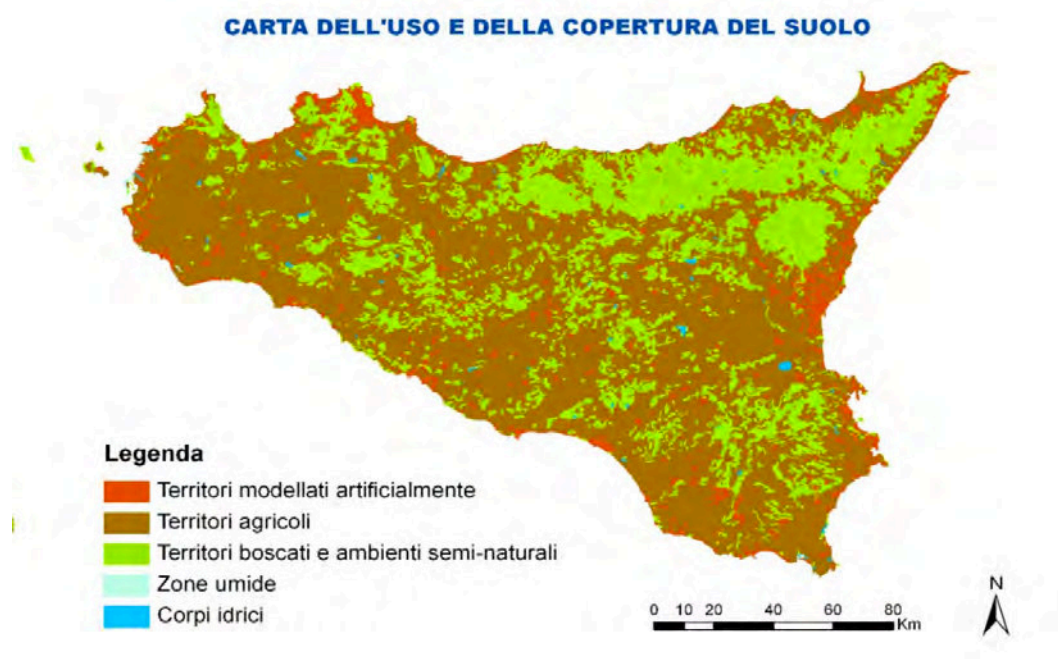


Figura 2: Carta d'uso e copertura del suolo della Sicilia

che la copertura del suolo sia articolata su 3 livelli gerarchici comprendente complessivamente 44 classi. CLC 2012 è un aggiornamento del 2006. www.isprambiente.gov.it
²²www.arpa.sicilia.it/wp-content/uploads/2015/08/Relazione-Inventario-Emissioni.pdf

1.1.10 Superficie agricola utilizzata (SAU) per tipo di utilizzazione del terreno e provincia

Nella Tabella 34 e nella Figura 3 è riportata la superficie agricola per utilizzazione del terreno su base provinciale e regionale, confrontata con quella italiana. Pur con una discreta differenza per le “coltivazioni legnose agrarie”, l’andamento è simile a quello nazionale, con prevalenza delle colture “seminativi”.

Il settore agricolo ha un notevole impatto sulla qualità dell’aria, in particolare per quanto concerne l’emissione di ammoniaca, *inquinante non normato* nel D.Lgs. 155/20120. I dati elaborati nell’ambito dell’Inventario delle Emissioni in Atmosfera della Sicilia (2015), mostrano come tale settore contribuisca per l’85% all’emissione di ammoniaca e, dal 2005 al 2012, il dato è aumentato del 20%, superiore rispetto all’aumento, pari all’1%, avuto nello stesso periodo a livello nazionale. Il territorio regionale che maggiormente contribuisce è localizzato nella provincia di Ragusa, dove insistono estese coltivazioni intensive.

Il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) Sicilia 2014-2020, approvato con Decisione CE C(2015)8403 del 24 novembre 2015, rappresenta lo strumento di finanziamento e attuazione del Fondo europeo agricolo di sviluppo rurale (FEASR) dell’Isola. La promozione di iniziative di sostegno alla formazione ed all’innovazione nel settore, prevista dalle Misure 1 e 2, se orientata anche a tale scopo può contribuire ad un miglioramento della situazione in relazione alle emissioni di ammoniaca. La sottolineatura fatta nella Priorità 2 della necessità di diminuzione dei fattori di costo fra cui concimi e fertilizzanti lascia supporre degli effetti positivi.

Tabella 34: Superficie agricola utilizzata per tipo di utilizzazione del terreno

Province	Cereali	Seminativi	Coltivazioni legnose agrarie	Vite	Olivo	Prati permanenti e pascoli
Trapani	12,4	33,2	61,0	45,1	14,5	5,5
Palermo	27,5	57,2	18,4	5,5	9,9	24,2
Messina	1,7	9,6	24,6	0,6	13,2	65,7
Agrigento	27,0	51,9	40,1	13,4	18,2	7,8
Caltanissetta	42,1	75,7	18,5	4,8	7,1	5,7
Enna	29,4	61,9	10,7	0,2	6,0	27,3
Catania	28,3	49,0	32,4	3,3	6,7	18,5
Ragusa	16,9	64,2	19,9	3,9	8,1	15,8
Siracusa	15,4	41,4	33,3	1,3	7,7	25,3
Sicilia	22,9	49,1	27,7	8,2	10,2	23,1
Italia	28,2	54,5	18,5	5,2	8,7	26,7

Fonte: 6° Censimento Generale dell’Agricoltura ATLANTE DELL’AGRICOLTURA ITALIANA – ISTAT

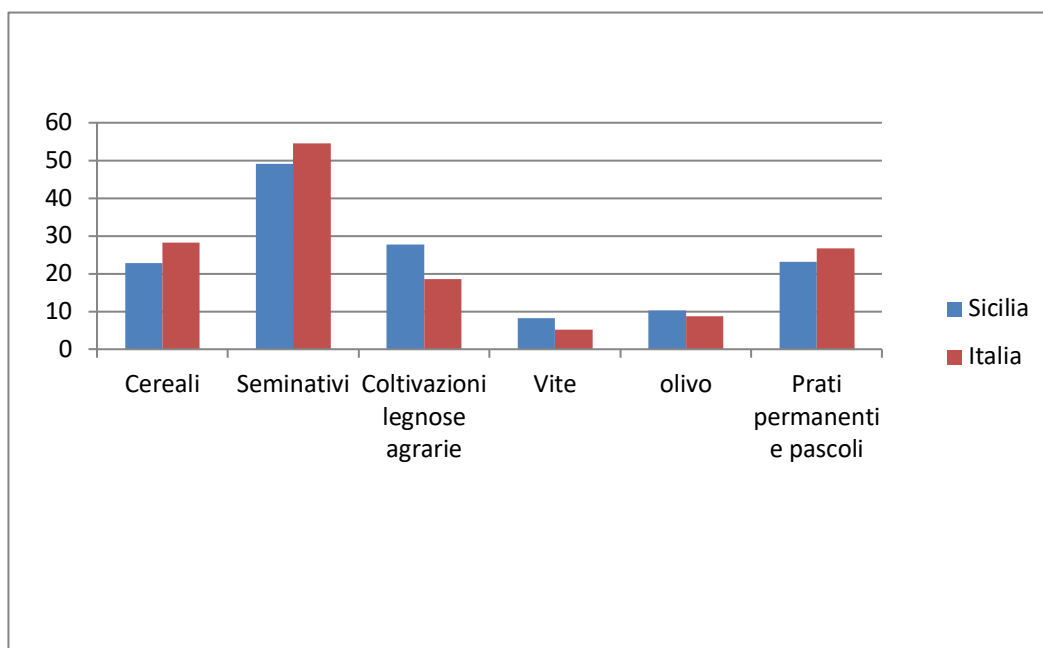


Figura 3: Superficie agricola utilizzata per tipo di utilizzazione del terreno (Sicilia/Italia)

1.1.11 Aree naturali protette

Le aree naturali protette della Sicilia (*cfr.* Tabella 35), costituiscono oltre il 18% del territorio regionale (4.698 Km²), in linea con i valori nazionali ma inferiore con quello relativo all'area del sud Italia dove rappresentano quasi il 24% del territorio.

Tabella 35: Aree Natura 2000 per regione

Anno 2014, numero e in percentuale della superficie ^(a) ^(b) ^(c)			
	Numero	Superficie	
		%	Km ²
Sicilia	238	18,2	4.698
Sud	596	23,6	17.419
Isole	362	18,5	9.222
ITALIA	2.589	19,3	58.176

(a) Il calcolo delle superfici è stato effettuato attribuendo a ciascuna regione la parte di sito effettivamente ricadente nel proprio territorio.

(b) Il numero e l'estensione dei siti Natura 2000 per regione è stato calcolato escludendo le sovrapposizioni fra i Sic-Zsc e le Zps.

(c) In percentuale della superficie territoriale al Censimento 2011.

Fonte Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

1.1.12 Superficie media percorsa dal fuoco

Il territorio siciliano è frequentemente soggetto a estesi fenomeni di incendi, spesso riconducibili a origine dolosa. L'andamento (*cfr.* Tabella 36), alquanto variabile negli anni, influenza notevolmente la qualità dell'aria. Per approfondimenti si rinvia ai documenti predisposti periodicamente dal Corpo Forestale dello Stato (<http://www.corpoforestale.it/>)²³. Il dato peggiore si è registrato nel 2012. Il rapporto superficie (ha) percorsa dal fuoco sul numero di incendi risulta tutti gli anni maggiore del dato medio italiano.

Il Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva per la difesa della vegetazione contro gli incendi – anno di revisione 2015, redatto quale aggiornamento del Piano AIB 2005 vigente, ha come obiettivo la Riduzione Attesa della Superficie Media Annuale Percorsa (RASMAP) più che il contenimento del numero totale di incendi, che tende a variare poco nel breve periodo.

Anche il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) Sicilia 2014-2020, approvato con Decisione CE C(2015)8403 del 24 novembre 2015, ha previsto diverse misure che direttamente o indirettamente possono produrre effetti positivi per la riduzione del rischio di incendi boschivi.

Tabella 36: Superficie media percorsa dal fuoco

SICILIA	Numero incendi	Superficie boscata	Superficie non boscata	Totale	Rapporto superficie/incendi
2012	1271	27326	28257	55583	43.7
2013	458	2083	3006	5089	11.1
2014	479	2670	4249	9619	21.9

ITALIA	Numero incendi	Superficie boscata	Superficie non boscata	Totale	Rapporto superficie/incendi
2012	8274	74532	56267	130799	15.8
2013	2936	13437	15639	29076	9.9
2014	3257	17320	18805	36125	11.1

Fonte Corpo Forestale dello Stato

1.1.13 Idrologia

Le caratteristiche del territorio conferiscono al sistema idrografico siciliano una notevole complessità e diversità. Per un approfondimento sull'argomento si rinvia ai seguenti documenti:

1. Aggiornamento del piano di gestione distretto idrografico della Sicilia²⁴. Tale piano costituisce lo strumento operativo previsto dalla Direttiva 2000/60/CE (recepita in Italia con il D.Lgs. 152/2006), al fine di integrare i diversi aspetti gestionali ed ecologici/ambientali.
2. Assessorato dell'Agricoltura e delle Foreste - Decreto 15 ottobre 2004 - Linee guida del Piano

²³<http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/6358>

²⁴http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_AssEnergia/PIR_DipartimentodeIlacquaedeirifiuti/PIR_Piano_Gestione_Distretto_Idrografico



REGIONE SICILIA

forestale regionale²⁵. In particolare tale documento contiene la descrizione dei principali corsi d'acqua e dei principali bacini idrografici ripartiti in:

- Principali bacini idrografici del versante settentrionale (da ovest ad est)
- Principali bacini idrografici del versante meridionale (da ovest ad est)
- Principali bacini idrografici del versante orientale (da nord a sud)

²⁵<http://www.gurs.regione.sicilia.it/Gazzette/g04-50/g04-50.htm>

1.2 CONDIZIONI CLIMATICHE E SITUAZIONI METEOROLOGICHE RICORRENTI

Il clima e la meteorologia sono due aspetti distinti del funzionamento dell'atmosfera terrestre ed entrambi descrivono più o meno variabilmente le condizioni meccaniche per la circolazione delle masse d'aria planetarie. I fenomeni che interessano la circolazione delle correnti d'aria su scala regionale e locale – tipici degli approcci di studio modellistici pertinenti ai Piani di Qualità dell'aria – sono governati da fattori la cui conoscenza è essenziale per garantire la comprensione ed il corretto uso del territorio.

Sebbene clima e meteorologia siano accomunati dal medesimo oggetto di studio, vige una distinzione netta tra i temi che riguardano il clima e quelli inerenti le condizioni fisiche della troposfera valutate in uno specifico dominio territoriale. Mentre il climatologo valuta meccaniche e tempi di ritorno dei fenomeni atmosferici su base pluriennale, il meteorologo ha quale riferimento un orizzonte temporale di appena pochi giorni.

Le condizioni meteorologiche hanno, altresì, un ruolo importante nel determinare lo stato di qualità dell'aria. Le concentrazioni degli inquinanti, a parità di modalità di emissione, sono fortemente influenzate dall'insieme delle condizioni fisiche del sistema in cui ha luogo l'emissione, il trasporto, la dispersione e la trasformazione chimica delle sostanze emesse.

La qualità dell'aria in un territorio, infatti, oltre che essere determinata dalla quantità e qualità delle sorgenti emissive e dalle caratteristiche topografiche e morfologiche della zona, risente anche e soprattutto dalle condizioni meteorologiche contingenti che si manifestano, in particolare, negli strati inferiori dell'atmosfera (*cfr.* Figura 4).

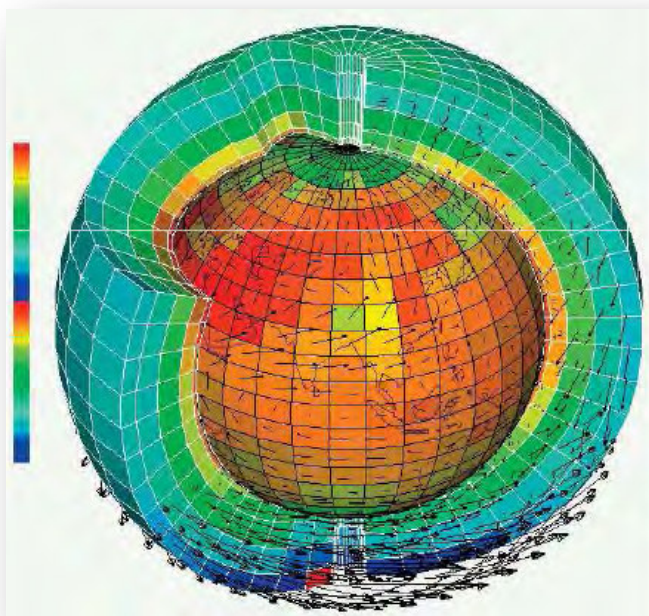


Figura 4: Strati dell'atmosfera terrestre

La quasi totalità dei fenomeni di inquinamento atmosferico avviene nella troposfera, ed in particolare nella porzione più bassa dell'atmosfera chiamata "*Planetary Boundary Layer*" (Strato Limite Planetario, o PBL).

Il PBL, che comprende la parte di troposfera nella quale la struttura del campo anemologico risente dell'influenza della superficie terrestre, si estende fino a oltre 1 km di altezza.

Il confine superiore dello Strato Limite Planetario costituisce una barriera difficilmente penetrabile da parte di ogni inquinante. Ad un suo minore spessore corrisponde una minore capacità diluente dell'atmosfera ed un aumento del pericolo d'inquinamento dell'aria. L'altezza limitata del PBL favorisce pertanto la concentrazione e il potenziale ristagno in aria di sostanze indesiderate.

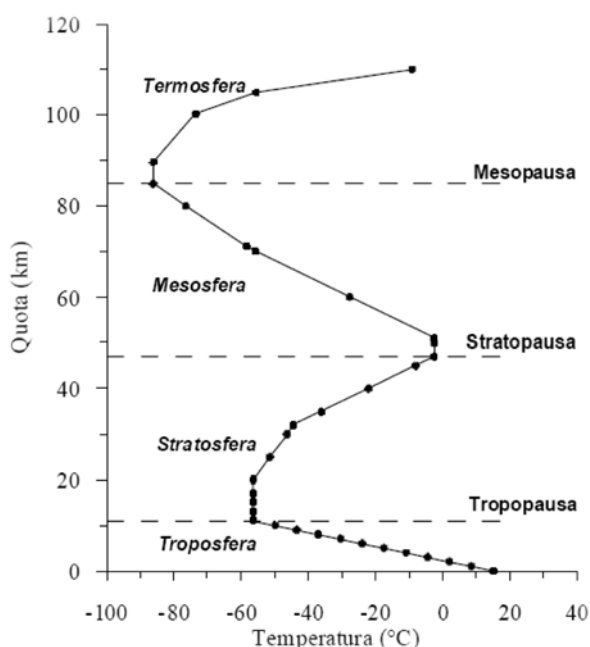


Figura 5: Profili della temperatura negli strati dell'atmosfera

La figura sopra riportata (*cfr.* Figura 5), che pone in risalto la distinzione tra gli strati dell'atmosfera, indica che nella Troposfera e Mesosfera – a causa principalmente del vento geostrofico – le caratteristiche dell'atmosfera sono generalmente instabili e cioè contraddistinte da fenomeni di tipo turbolento; la Stratosfera invece, a partire da una quota di circa 30 km diventa uno strato sostanzialmente stabile al pari della Termosfera. È interessante, altresì, notare che tra i 10 e 20 km di quota, generalmente, la Stratosfera presenta caratteristiche energetiche neutre.

1.2.1 Il quadro climatico in Sicilia

La Sicilia è caratterizzata da un clima temperato-umido con una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C ed un regime delle precipitazioni concentrato nel periodo autunno-

invernale (Tipo *Csa* della Classificazione Koppen-Geiger)²⁶.

Sebbene essa mostri un aspetto climatico temperato, nei suoi territori possono distinguersi varie sottorealtà microclimatiche, frutto principalmente della grande variabilità orografica dell'isola, ed in particolare caratteristiche del clima subtropicale, caldo, sublitoraneo, subcontinentale e temperato fresco²⁷.

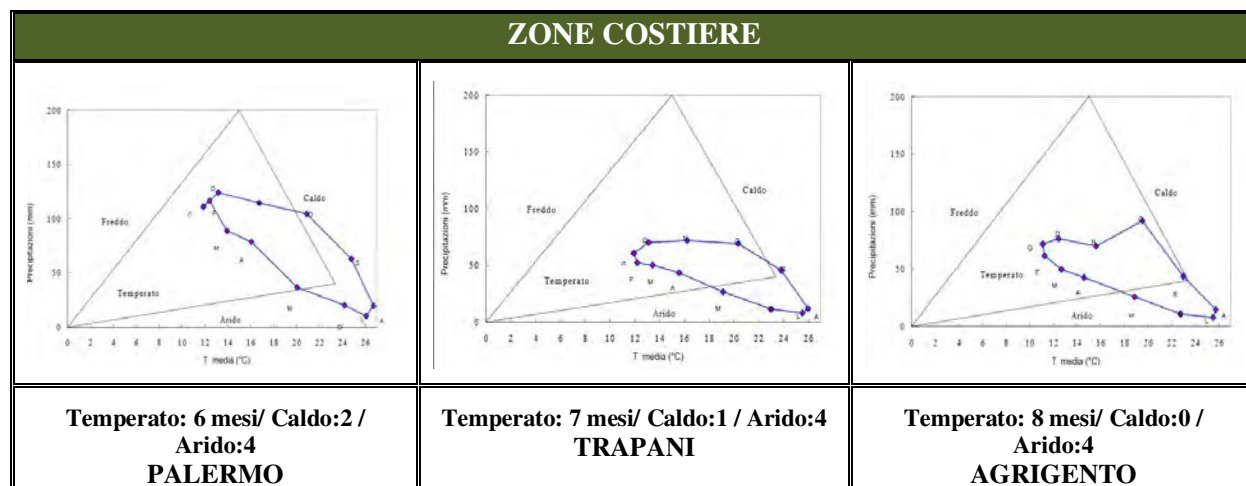
Sotto il profilo meteo climatico, e con riferimento ai principali fattori che caratterizzano la meccanica atmosferica (temperatura, regime dei venti, precipitazioni), il territorio siciliano può essere suddiviso in 3 zone generali caratterizzate dalle stesse temperature medie:

- zona costiera (18-20°C),
- zona collinare (15-18°C)
- zona montana (12-16°C).

Tali zone si contraddistinguono, anzitutto, a causa dei diversi regimi di precipitazione annua. Confrontando i numerosi climogrammi di Peguy elaborati dal Sistema Informativo Agrometeorologico della Regione siciliana, costruiti per tipologia di zona e sulla base delle indicazioni pervenute da varie stazioni di monitoraggio pluviometriche distribuite nel territorio regionale, possono identificarsi diversi regimi pluviometrici caratteristici delle differenti condizioni orografiche e meteorologiche del territorio siciliano.

Comparando i climogrammi delle zone costiere (*cfr.* Figura 6) si nota che nelle aree settentrionali e orientali la variabilità di clima è confrontabile con quella delle aree occidentali e sud-occidentali.

Figura 6: Climogrammi di Peguy - Zone Costiere



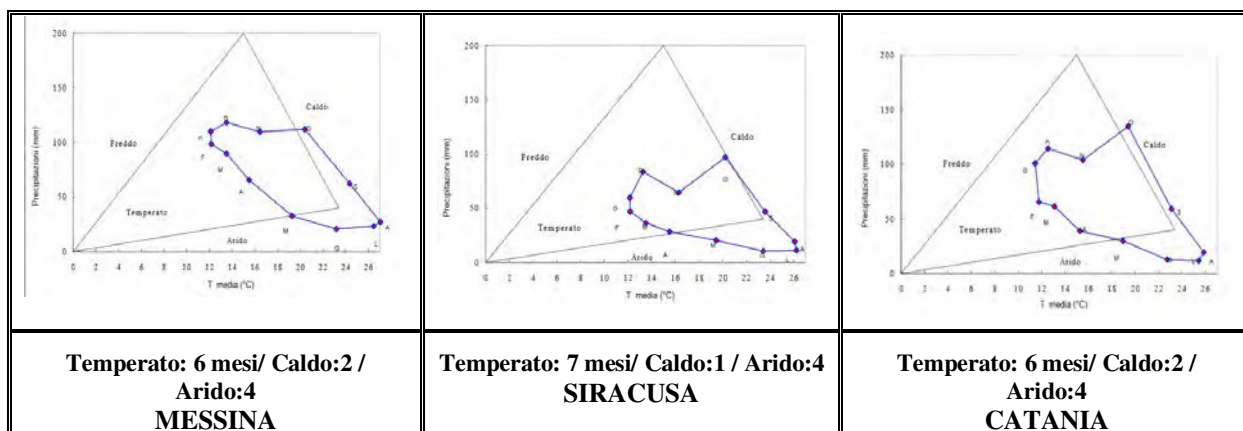
²⁶WladimirKöppen, Das geographische System der Klimate, in Handbuch der Klimatologie, vol. 1, Berlino, Borntraeger, 1936
²⁷Pinna M. - L'atmosfera e il clima - UTET Torino, 1978



REGIONE SICILIA

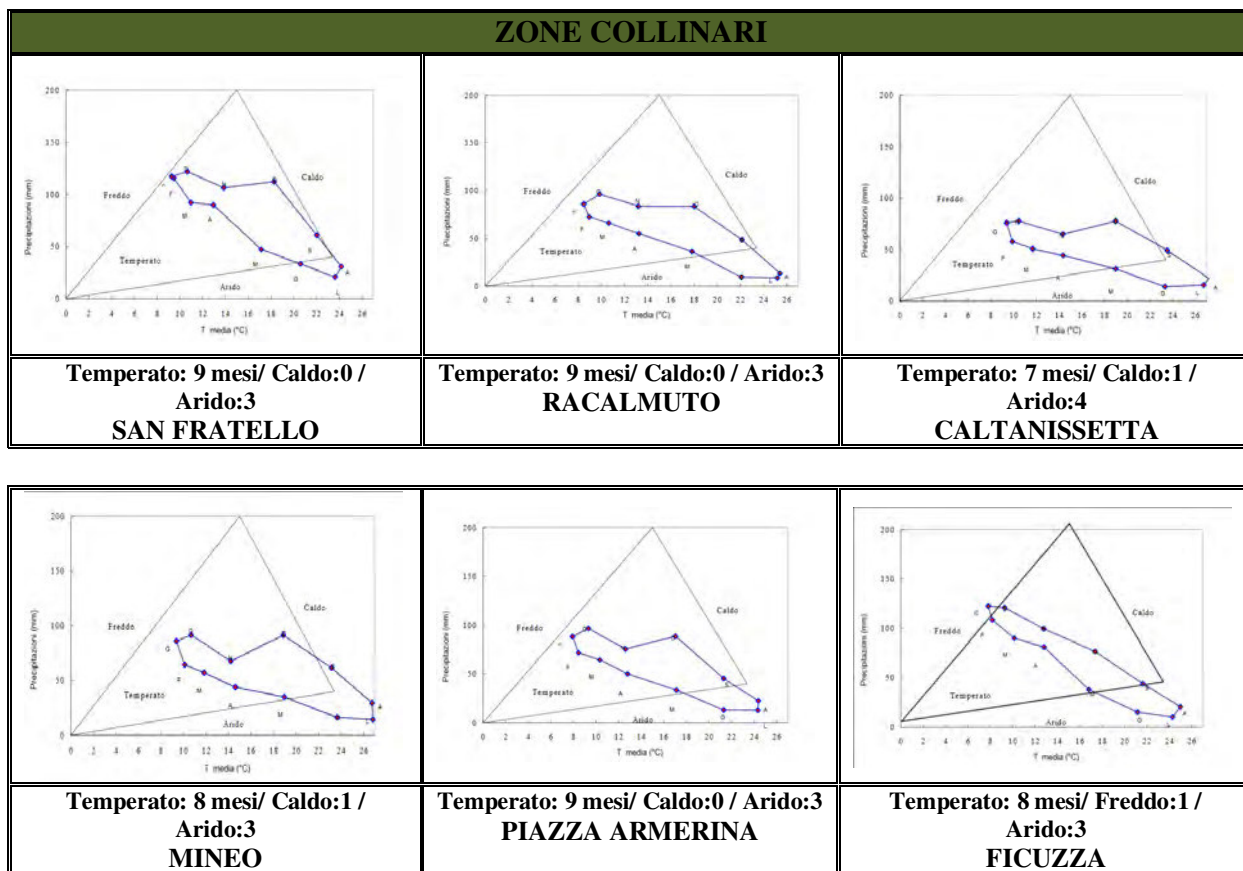
REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



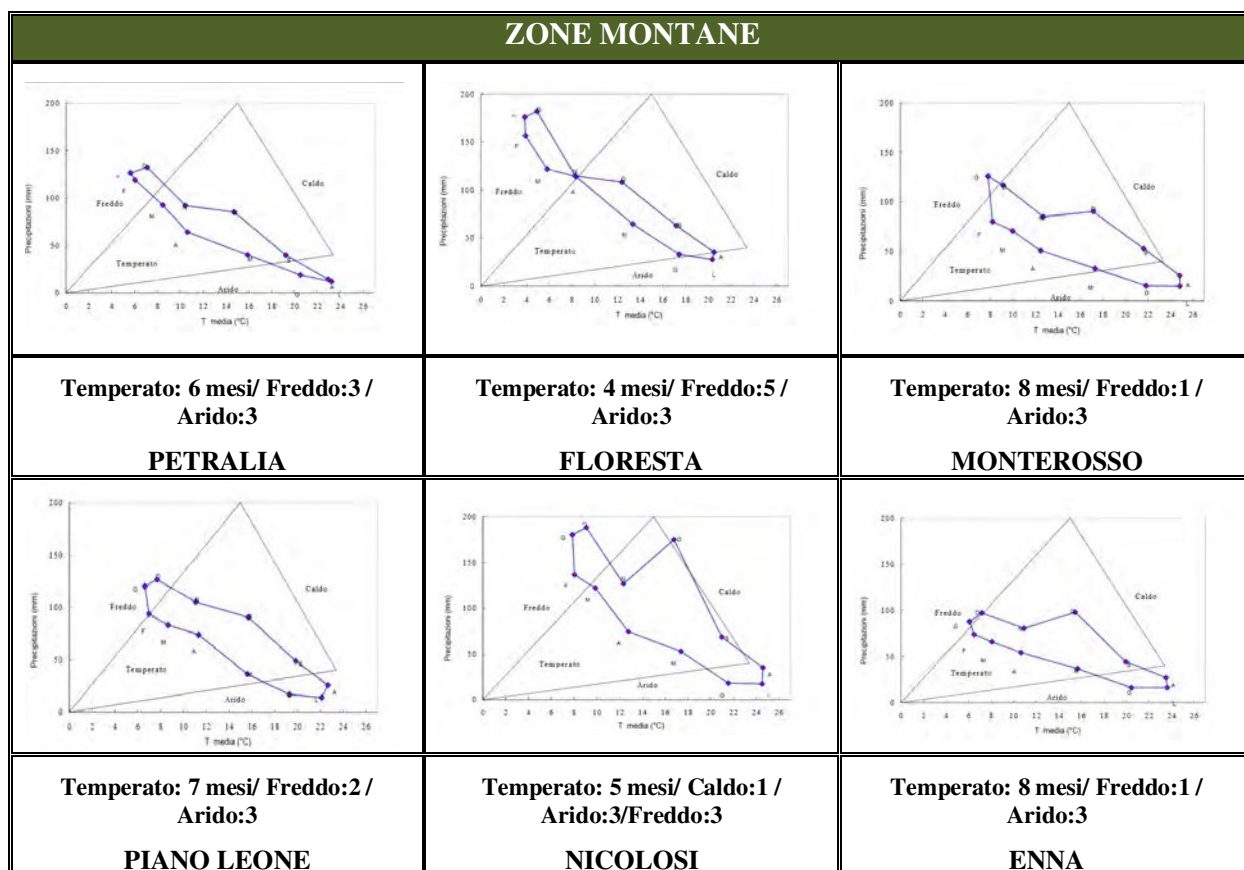
Le città di Trapani, Agrigento e Siracusa mostrano un regime di precipitazioni di minor rilievo rispetto a Palermo, Messina e Catania, dove si arriva a punte di circa 140 mm di pioggia mensile, addirittura nella stagione calda.

Figura 7: Climogrammi di Peguy - Zone Collinari



Nelle zone collinari risalta il brusco passaggio delle condizioni climatiche dal modello temperato a quello arido, di fatto, senza interposizione di un significativo periodo di transizione.

Figura 8: Climogrammi di Peguy - Zone Montane



Le zone montane della Sicilia sono contraddistinte da maggiori livelli di precipitazione mensile, in un range medio di variabilità che vede Enna al limite inferiore con appena 100 mm nel mese di dicembre e Floresta e Nicolosi collocarsi all'estremo superiore con circa 180 mm nello stesso mese. In generale, le temperature delle zone montane sono significativamente più basse rispetto a quelle rilevate nelle zone collinari e costiere (cfr. Figura 8).

La maggiore piovosità che si registra sull'Isola è dovuta al sollevamento orografico indotto dalle principali catene montuose e dal complesso dell'Etna; su quest'ultimo bisogna porre particolare attenzione in quanto esso determina variazioni di altezza di pioggia molto spiccate anche su brevi distanze. Passando da un versante all'altro, a soli 25 km di distanza in linea d'aria, Bronte, sul fronte occidentale, registra mediamente circa 550 mm di piogge cumulate, mentre Nicolosi, sul fronte orientale, registra mediamente circa 1050 mm di piogge cumulate.

Differenze evidenti si registrano anche tra il regime pluviometrico di Enna e le altre zone montane: per la particolare posizione interna della città, schermata dalle catene montuose sulle quali si scaricano le forti precipitazioni di carattere orografico, si registrano altezze di pioggia contenute, più simile a quelle di zone collinari.

Dalla carta delle precipitazioni medie annue dell'isola, riferite al periodo 1964 – 1995 (*cfr.* Figura 9), si evidenzia che le aree più piovose coincidono coi principali complessi montuosi, dove cadono in media da 600-700 mm fino a 1.400-1.600 mm di pioggia all'anno, con punte di 1.800-2.000 mm alle maggiori quote dell'Etna, sui Monti di Palermo (1.000-1.200 mm) e sugli Iblei (500-700 mm).

Nelle zone sudorientali e nelle aree dell'estremo limite occidentale e meridionale la quantità di pioggia può scendere al di sotto di 300 mm; per il resto dell'isola la piovosità media si attesta attorno a valori variabili da un minimo di 300-400 mm fino a un massimo di 700-800 mm annui²⁸.

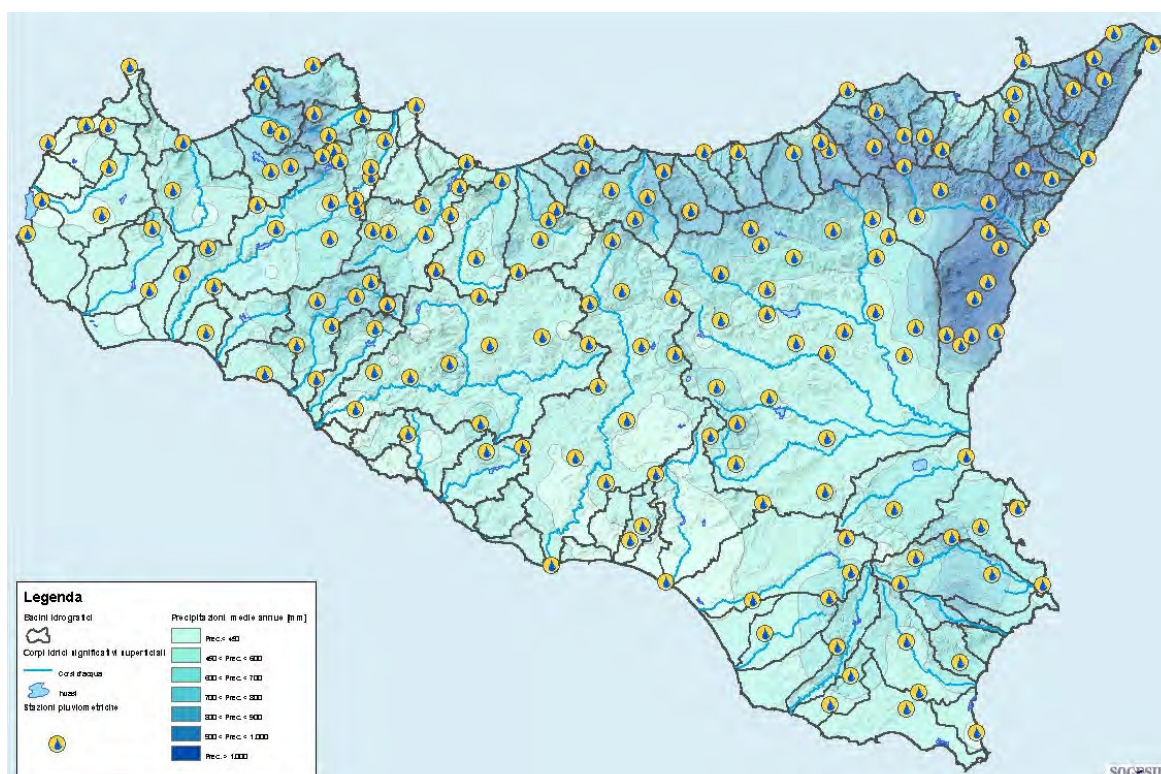


Figura 9: Precipitazioni medie annue periodo 1964 – 1995 (classi comprese fra < di 50 mm e > di 1.000

Le carte delle isoiete, cioè delle linee chiuse che indicano aree interessate dalla stessa quantità di precipitazioni (*cfr.* Figura 10, Figura 11, Figura 12), evidenziano un significativo arretramento verso l'entroterra della isoietta 500mm nella parte Centro Meridionale ed Occidentale della Sicilia con conseguenze negative e danni all'agricoltura: si nota il progressivo calo generale delle altezze cumulate di pioggia²⁹.

²⁸ Regione Siciliana. Dipartimento Regionale dell'Ambiente. "Piano di gestione del distretto idrografico della Sicilia". 2010.

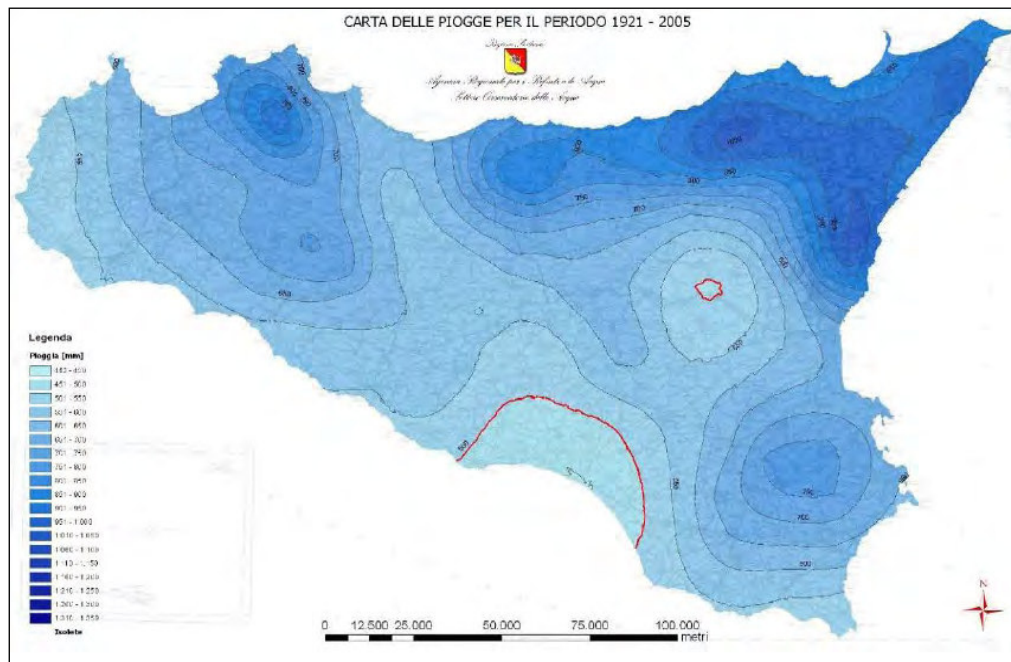


Figura 10: Carta delle isoiete: periodo 1921 - 2005.

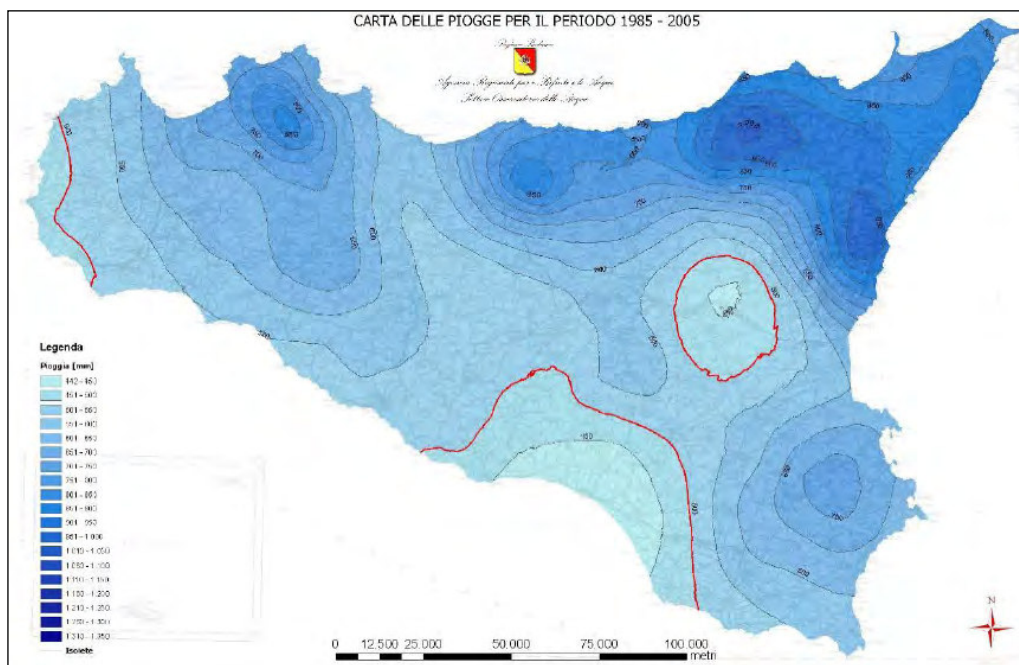


Figura 11: Carta delle isoiete: periodo 1985 - 2005 (Fonte: Regione Siciliana. Osservatorio delle Acque. "Piano di gestione del distretto idrografico della Sicilia". 2010).

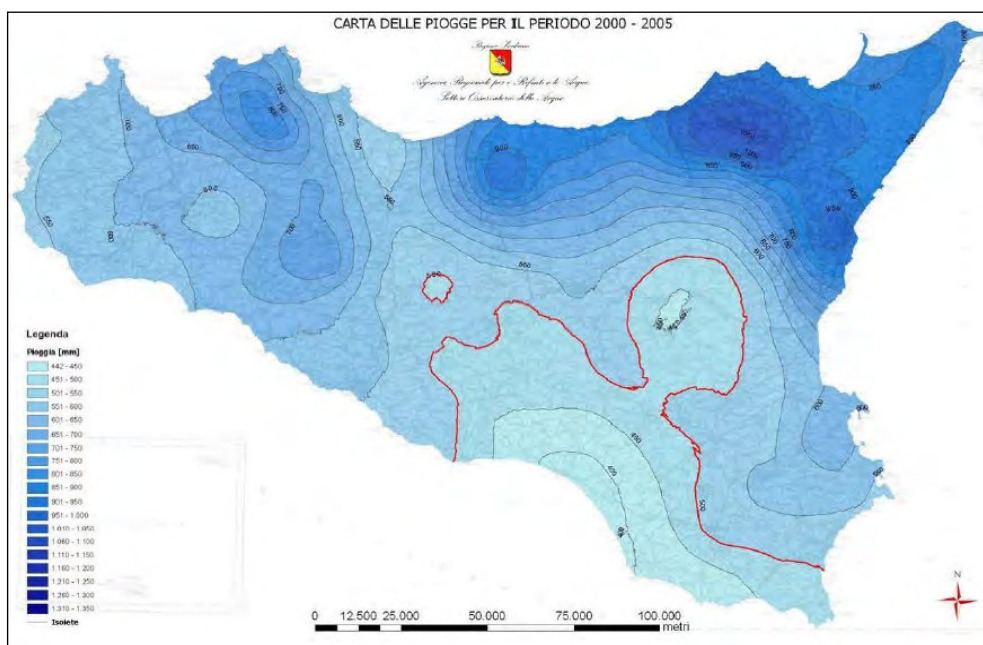


Figura 12: Carta delle isoiete: periodo 2000 – 2005.

Oltre alla diminuzione delle altezze medie di pioggia si è registrata nel tempo anche una concentrazione/estremizzazione degli eventi meteorici, così come descritto da Vento et al. (2003)²⁹. L'indagine effettuata da questi ultimi mostra una tendenza all'incremento dell'intervallo di tempo tra eventi successivi di precipitazioni.

Nel 2012 le precipitazioni cumulate annuali in Sicilia³⁰ (cfr. Figura 13) sono state complessivamente superiori del 20% circa rispetto al lungo periodo (1951-1980). Hanno contribuito maggiormente le precipitazioni registrate nei mesi di luglio e febbraio a far registrare una marcata anomalia soprattutto nei territori orientali e meridionali dell'isola³¹.

29 Vento D., Esposito S., Epifani E e Morelli R. (2003). Studio delle eventuali variazioni delle strutture meteorologiche e dei regimi pluviometrici italiani. Atti Workshop "CLIMAGRI – Cambiamenti climatici e agricoltura". Cagliari, 16-17 gennaio 2003, 7-14.

30 "Annali Idrologici – Anno 2012 Osservatorio delle Acque -Regione Siciliana

31 Gli Indicatori del Clima in Italia nel 2012 – ISPRA

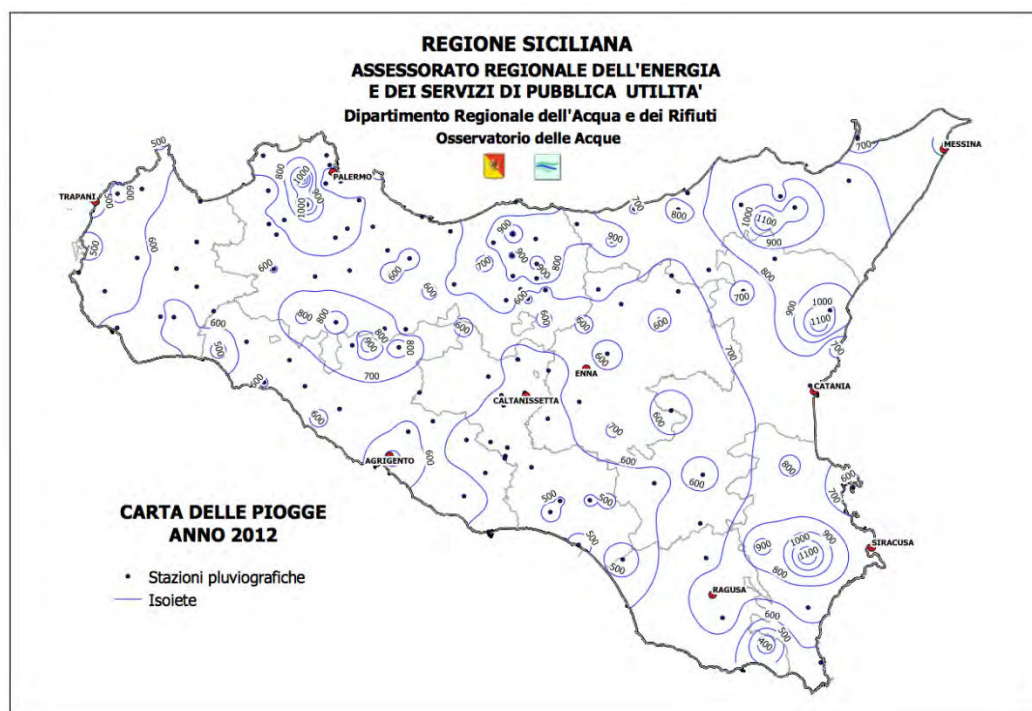


Figura 13: Carta delle Piogge - Anno 2012

Un ulteriore parametro che fornisce utili indicazioni riguardo all'assetto climatico della Sicilia consiste nell'indice di aridità (Ia), dato dal rapporto P/ETP , dove con P si indicano le precipitazioni medie annue e con ETP si indica l'evapotraspirazione potenziale media annua.

Il parametro evapotraspirazione stima la quantità massima di acqua, ipotizzata disponibile, che il suolo e le piante restituiscono all'atmosfera sotto forma di vapore per effetto della temperatura. Serve a individuare il tipo di vegetazione potenziale che in assenza di altri condizionamenti si potrebbe insediare in un determinato ambiente.

In Sicilia l'evapotraspirazione media assume valori prossimi a 800-900 mm di acqua, con punte di 900-1.000 nelle zone più calde e di 600-800 nei territori più freddi.

La Carta regionale dell'indice di aridità ³²(cfr. Figura 14), in scala 1:250.000, suddivide la Sicilia in tre classi:

- $Ia < 0,5$, clima semiarido-arido;
- $Ia 0,5 \div 0,65$, clima asciutto-subumido;
- $Ia > 0,65$, clima umido.

³² Regione Siciliana. Agenzia Regionale per i rifiuti e le acque. Piano di Tutela delle acque della Sicilia - Relazione generale (2007)

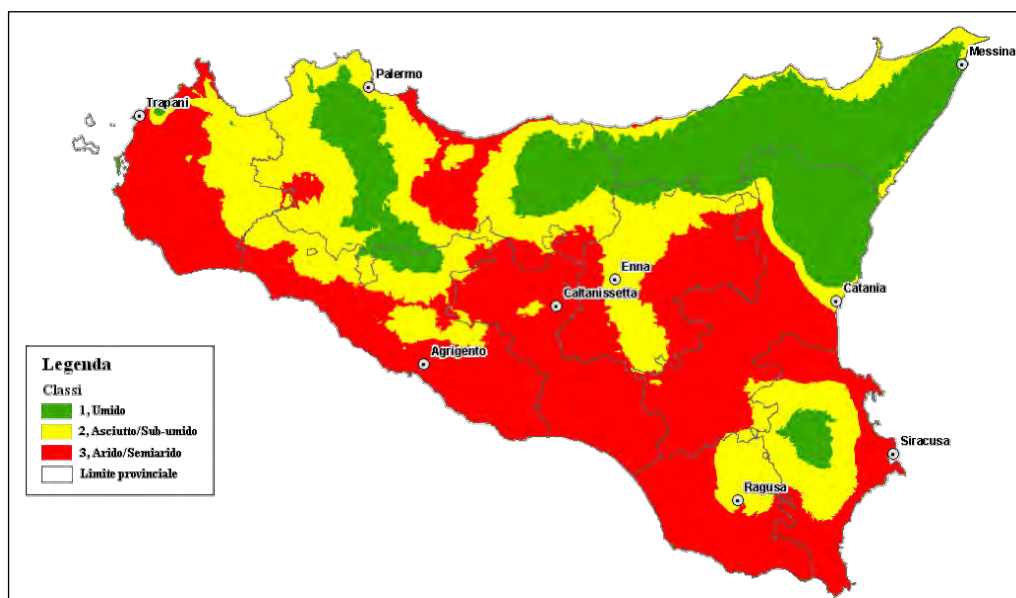


Figura 14: Carta regionale dell'Indice di aridità (classi da arido a umido)

Sulle principali catene montuose quali Nebrodi, Peloritani, Madonie, Sicani, Iblei e sui versanti nord-orientali dell'Etna si riscontra il clima umido che scaturisce dalla combinazione di alti valori di precipitazione e bassi valori di ETP. Mentre sui territori di pianura sud-orientali e sulle aree occidentali si riscontrano climi aridi o semi-aridi dovuti all'esiguo apporto meteorico caratteristico di queste zone legato agli alti livelli radiativi ed alle alte temperature. Le restanti aree, ossia le colline settentrionali, i rilievi centrali (Monti Erei) e le colline del complesso ibleo presentano condizioni intermedie di clima asciutto-subumido.

La Sicilia può essere considerata come regione a rischio idrogeologico, ed è quella con la più alta percentuale di territorio minacciato da processi di inaridimento e desertificazione. In alcune aree della Sicilia i processi di degrado del suolo sono in costante accelerazione con un trend negativo che ha assunto, oramai, il carattere di vera e propria calamità. Per rappresentare l'attuale situazione in Sicilia è stata elaborata la "Carta delle aree vulnerabili al rischio di desertificazione" (cfr. Figura 15), basata sull'uso di indicatori quali: indice di aridità, indice di siccità, indice di perdita di suolo (aggressività delle precipitazioni, copertura vegetale, erodibilità dei suoli, pendenza).

La desertificazione è definita dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione (UNCCD) come "degrado del territorio nelle zone aride, semi-aride e sub-umide secche causato da vari fattori incluse le variazioni climatiche e le attività umane".

Questa definizione, condivisa dai 182 Paesi che hanno aderito alla UNCCD, enfatizza il ruolo delle condizioni climatiche ma al tempo stesso sottolinea che le azioni umane possono essere la causa diretta o indiretta della rottura di un fragile equilibrio. La desertificazione interessa tutti i Paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo. Sebbene in maniera molto ridotta, il fenomeno della desertificazione interessa anche le nostre regioni meridionali. Circa il 5,5% del territorio italiano (pari a circa 16.577 km²) è infatti a rischio di desertificazione.

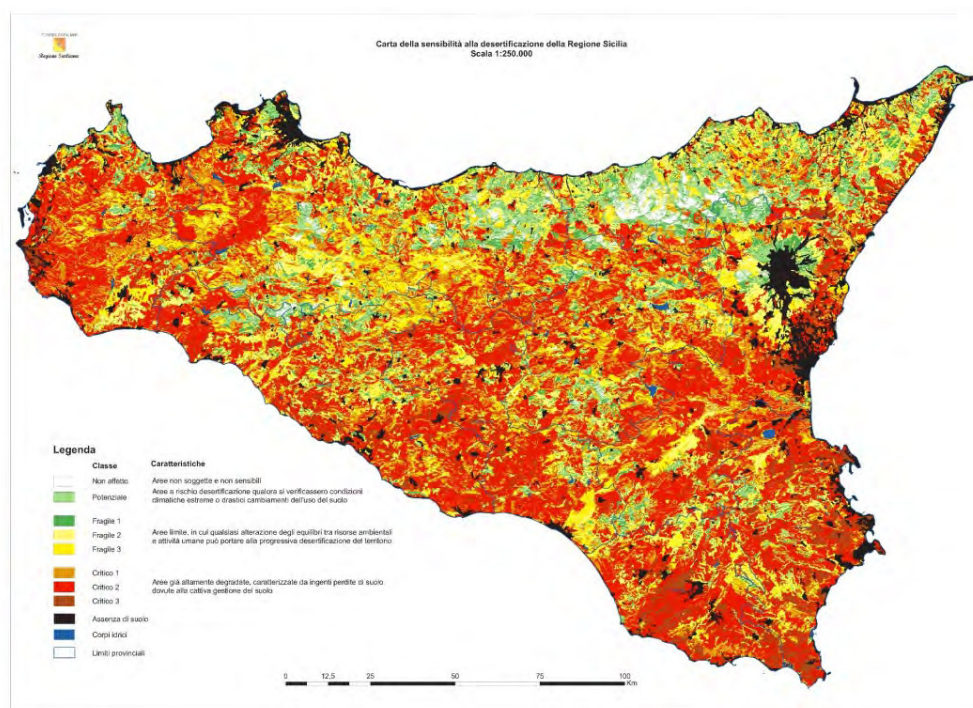


Figura 15: Carta della vulnerabilità al rischio desertificazione

1.2.2 Temperatura

La temperatura media annua in Sicilia (*cfr.* Figura 17) si attesta attorno ai valori di 14-15 °C. I valori più alti si registrano sulle Isole di Lampedusa e Linosa (19-20 °C), a seguire si registrano medie di 18-19 °C sulle fasce costiere, con ampia penetrazione verso l'interno in corrispondenza della Piana di Catania, della Piana di Gela, delle zone di Pachino e Siracusa e dell'estrema punta meridionale della Sicilia. Ai limiti inferiori si osservano i valori registrati sui maggiori rilievi montuosi: 12-13 °C su Peloritani, Erei e Monti di Palermo, fino agli 8-9 °C su Madonie, Nebrodi e medie pendici dell'Etna.

Gli andamenti delle temperature massime e minime (*cfr.* Figura 16 e Figura 18) presentano situazioni analoghe in funzione della latitudine, dell'altitudine e degli altri aspetti geomorfologici e vegetazionali che influenzano le rilevazioni. Le temperature massime nei mesi più caldi (luglio o agosto) toccano i 28-30 °C, nelle aree interne di media e bassa collina esse possono salire fino a 32-34 °C, e scendere in quelle settentrionali più elevate fino ai 18-20 °C, con valori minimi sull'Etna di circa 16-18 °C. Le variazioni delle temperature minime dei mesi più freddi (gennaio o febbraio) vanno da 8-10 °C dei litorali, ai 2-4 °C delle zone interne di collina, a qualche grado sotto lo zero sulle maggiori vette dei Nebrodi, dei Peloritani e sull'Etna³³.

33 Regione Siciliana. Agenzia Regionale per i rifiuti e le acque. Piano di Tutela delle acque della Sicilia - Relazione generale (2007)



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

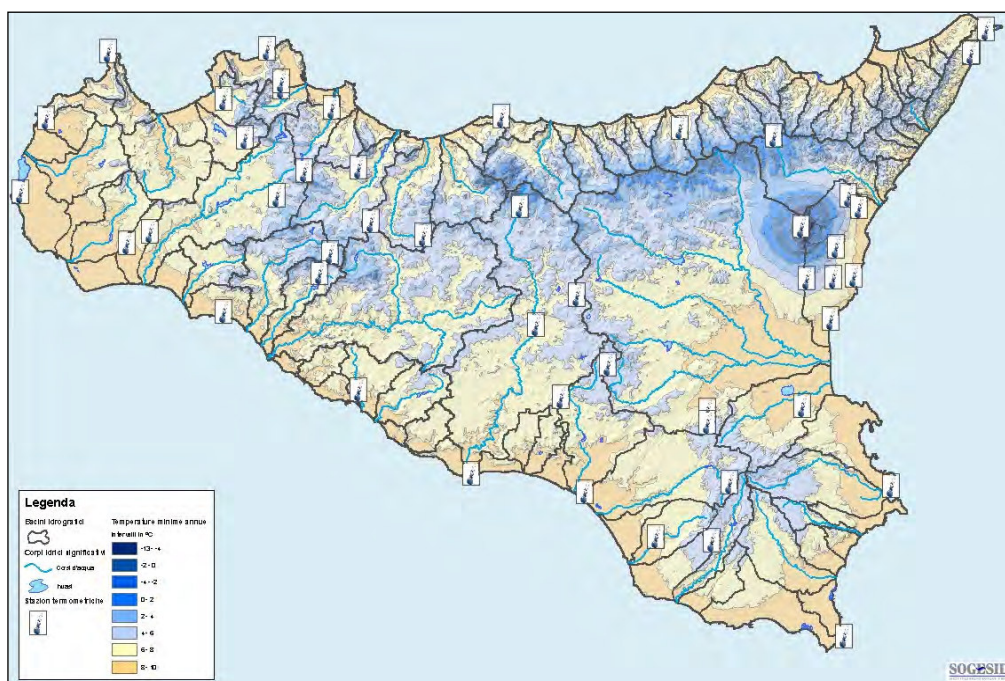


Figura 16: Temperature minime annue periodo 1965 – 1994

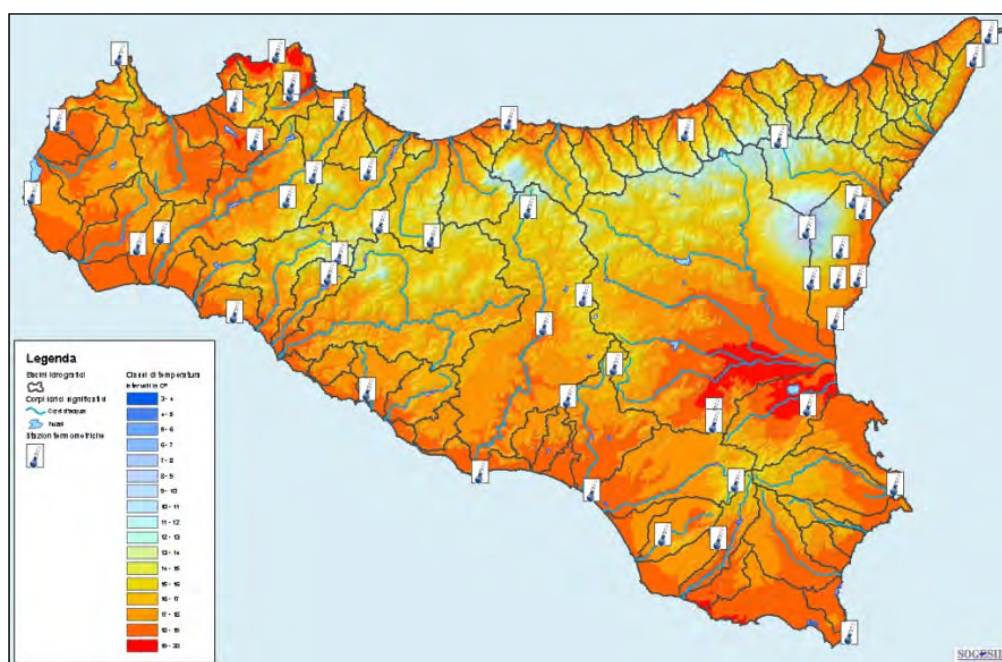


Figura 17: Temperature medie annue periodo 1965 – 1994

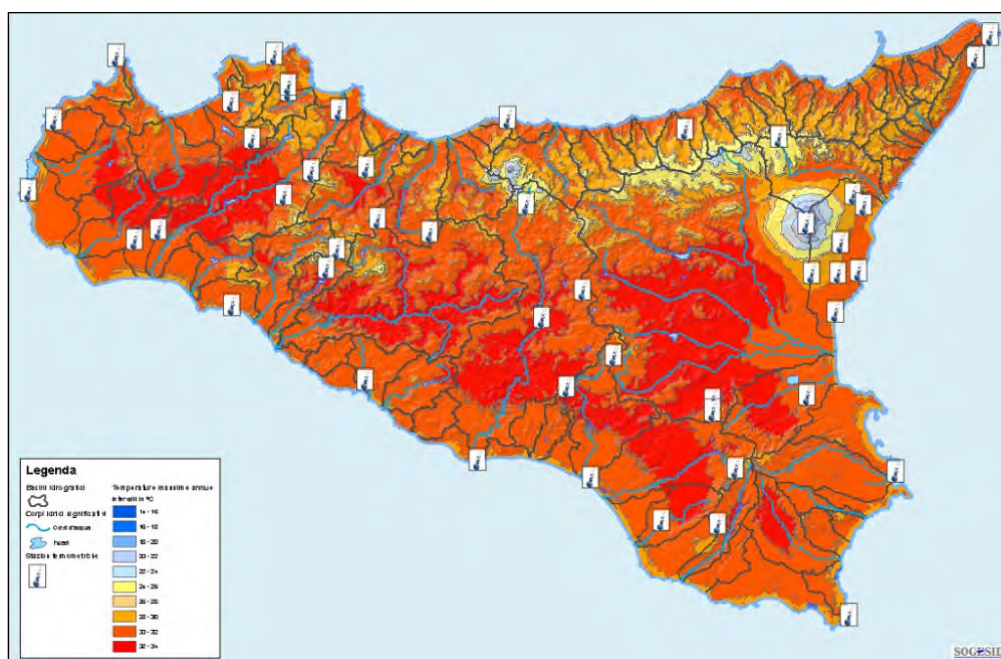


Figura 18: Temperature massime annue periodo 1965 – 1994

Il 2012 è stato un anno più caldo rispetto al lungo periodo 1961-1990. In media si è registrato un'anomalia di $+1.16^{\circ}\text{C}$ sul territorio regionale, con valori più marcati nelle zone nord-occidentali. I mesi con le più alte anomalie positive sono stati Giugno, Luglio, Agosto e Novembre, mentre temperature più basse della media mensile sono state registrate solo nei mesi di Gennaio, Febbraio e Dicembre.

Anche la Temperatura Massima e la Temperatura Minima sono state superiori alla media di lungo periodo rispettivamente di circa $+1.1^{\circ}\text{C}$ e 0.8°C ³⁴.

1.2.3 Venti

La posizione della Sicilia al centro di una vasta zona marittima come il mar Mediterraneo pone questo territorio frequentemente soggetto a regimi alternati di tipo ciclonico e anticiclonico particolarmente pronunciati.

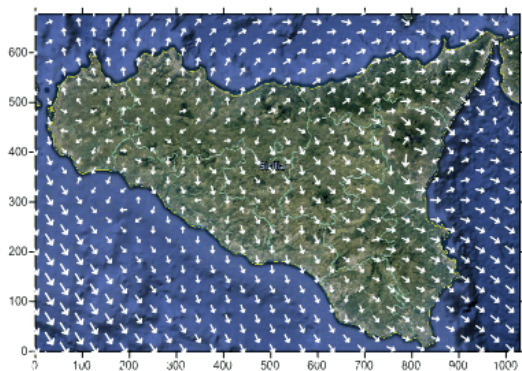
I venti predominanti che interessano il territorio siciliano sono il Maestrale e lo Scirocco, ma frequente è anche il Libeccio in primavera e in autunno e la Tramontana in inverno. Lo Scirocco, più frequente nel semestre caldo, causa improvvisi riscaldamenti; infatti mentre in inverno accompagna il transito di vortici di bassa pressione con temperature molto miti ma anche abbondanti piogge, in estate è causa di grandi ondate di caldo con cieli spesso arrossati dalla presenza di pulviscolo proveniente dai deserti Nord Africani. I venti Settentrionali sono invece causa di intense piogge sui versanti Nord ed Est dell'Isola specialmente in Inverno, quando le fredde correnti provenienti dal Nord Atlantico o anche dalla Russia, interagiscono con le acque tiepide del Tirreno Meridionale e dello Ionio, causando

³⁴ Gli Indicatori del Clima in Italia nel 2012 – ISPRA

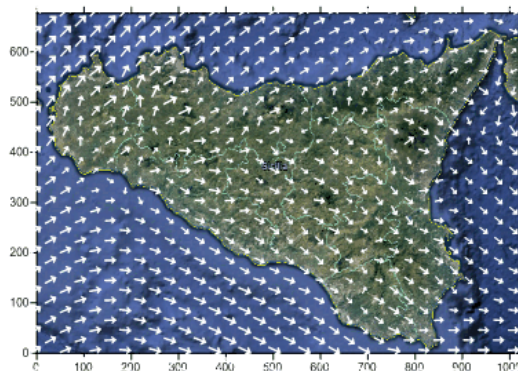
la formazione di attive celle temporalesche responsabili delle precipitazioni dei mesi invernali.

Nelle mappe della figura che segue (*cfr.* Figura 19) sono rappresentati la direzione dominante e la velocità media del vento suddivisi in 4 periodi dell'anno per il 2012, che insieme alle temperature sono stati utilizzati nella modellistica per la Valutazione della qualità dell'aria a scala regionale.

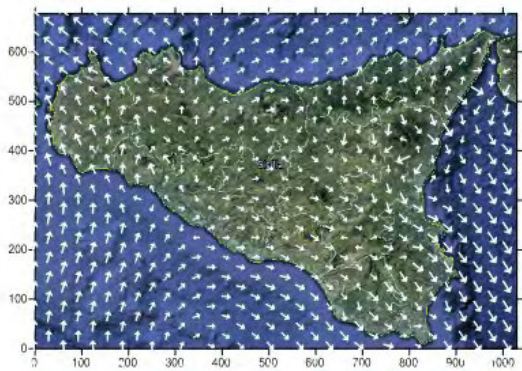
Direzione dominante e velocità media dei venti per la regione Sicilia
Mesi: Gennaio - Febbraio - Marzo 2012



Direzione dominante e velocità media dei venti per la regione Sicilia
Mesi: Aprile - Maggio - Giugno 2012



Direzione dominante e velocità media dei venti per la regione Sicilia
Mesi: Luglio - Agosto - Settembre 2012



Direzione dominante e velocità media dei venti per la regione Sicilia
Mesi: Ottobre - Novembre - Dicembre 2012

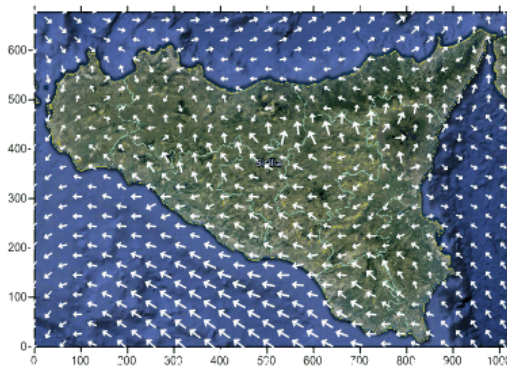


Figura 19: Direzione dominante e velocità media dei venti (Anno 2012).

La distribuzione delle velocità del vento registrate al suolo mettono in risalto condizioni territoriali molto diverse tra loro. Si registrano valori più elevati in corrispondenza dei maggiori complessi montuosi siciliani, oltre che sull'Etna e nella Val di Mazara; mentre risaltano per le basse velocità i territori pedemontani, quelli della Piana di Catania e quelli della Piana di Gela (*cfr.* Figura 20)³⁵.

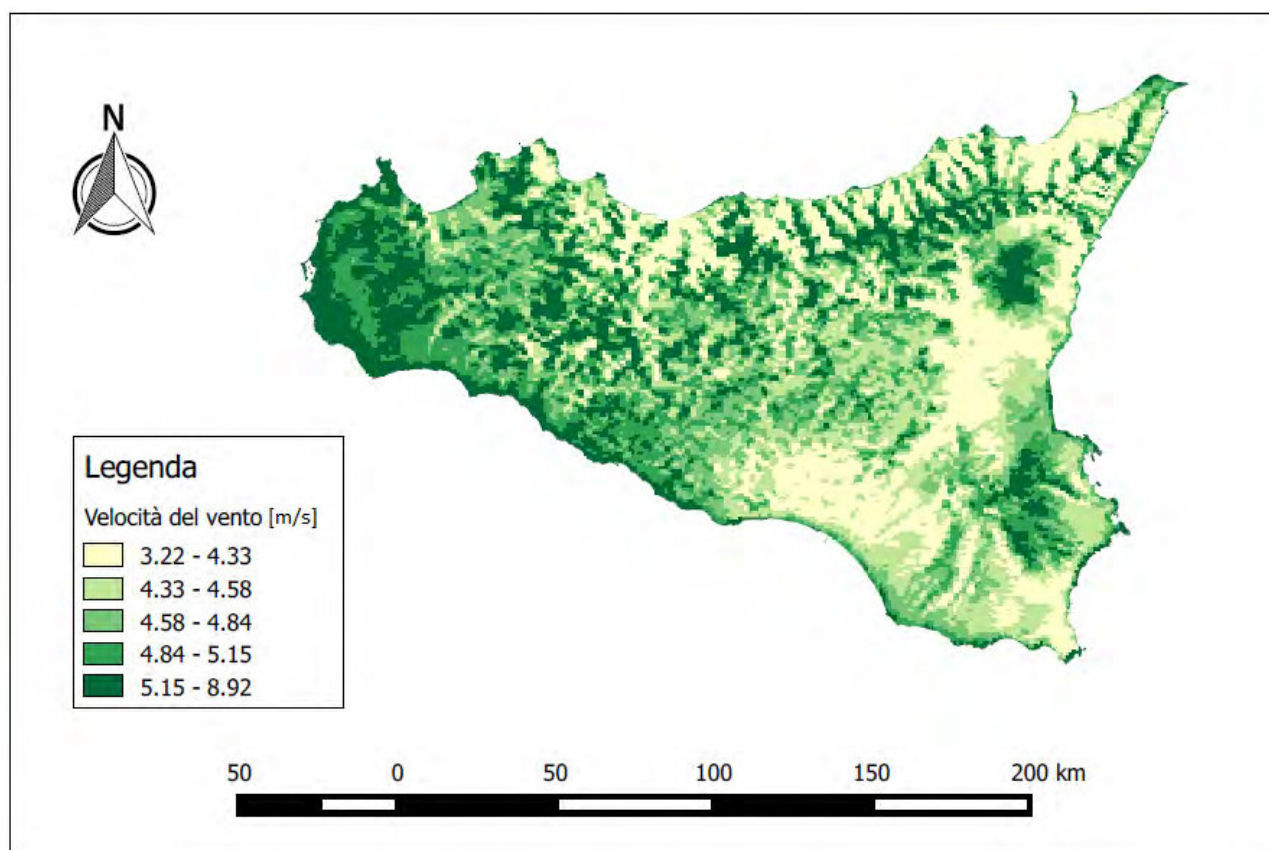


Figura 20: Velocità media del vento a 25 metri dal suolo (anni '70 - 2006)

Numerosi studi applicati all'analisi delle migrazioni di polveri provenienti dalle zone nord dell'Africa, ed in particolare dal deserto del Sahara, hanno messo in luce meccanismi di spostamento delle masse d'aria che, in linea a principi di ricorrenza, seguono corridoi d'ingresso preferenziali verso la Sicilia.

Studi modellistici hanno potuto evidenziare che l'emissione di polveri sahariane sebbene possa avere effetti positivi in tanti processi naturali (le polveri contengono ingenti quantità di nutrienti utili per i suoli e per le acque), a causa della capacità di riflettere la radiazione solare, influenzando la formazione di nubi e uragani potrebbe avere ripercussioni negative sul clima mediterraneo e del Nord Atlantico, dove il riscaldamento progressivo sta rendendo gli uragani più frequenti e di maggiore intensità.

L'importanza della valutazione di tale contributo è preso in considerazione anche dall'art. 15 del D.Lgs. 155/2010, in cui è prevista la possibilità di comunicare al Ministero i casi in cui i superamenti dei livelli massimi degli inquinanti siano dovuti al contributo di fonti naturali.

Ne discende che esiste una stretta relazione tra clima, suolo e mare e che tale interdipendenza, particolarmente evidente in Sicilia dove la variabilità tipologica del territorio è marcatamente spiccata a causa delle caratteristiche delle aree costiere e della presenza del vulcano attivo, costituisce un fattore da valutare attentamente negli studi di caratterizzazione territoriale.

1.3 QUADRO NORMATIVO

1.3.1 Norme in materia di qualità dell'aria

Il presente piano è stato redatto in coerenza con le norme vigenti in materia di Qualità dell'Aria. Di seguito si riporta una sintesi di tali norme, classificate in:

- normativa internazionale;
- normativa comunitaria;
- normativa nazionale;
- normativa regionale.

Le norme saranno citate o descritte anche in altre sezioni del piano, al fine di evidenziarne la correlazione con i temi trattati.

1.3.1.1 *Normativa Internazionale*

La convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC, adottata a Rio nel 1992), rappresenta il più importante atto normativo a livello internazionale in materia di qualità dell'aria. Scopo di tale accordo è perseguire la collaborazione tra paesi (attualmente 195) al fine di contenere l'aumento della temperatura e contrastare i cambiamenti climatici.

Recentemente, nel 2015, è stato ratificato dal Consiglio il cosiddetto “emendamento di Doha al Protocollo di Kyoto³⁶” che investe il periodo 2013-2020. Tale emendamento prevede una riduzione delle emissioni di almeno il 18% rispetto al 1990 (l'UE ha previsto una riduzione del 20%). L'Italia con D.M. Ambiente del 9 dicembre 2016 ha ratificato l'emendamento³⁷.

Il protocollo di Kyoto³⁸, siglato nel 1997, ha previsto una serie di obiettivi per ridurre le emissioni per i paesi sviluppati. Tale accordo presenta notevoli limitazioni per una reale riduzione delle emissioni globali, infatti è riferito ai paesi sviluppati e alcuni paesi, particolarmente impattanti, non hanno aderito (es. Stati Uniti), alcuni si sono ritirati (Canada) e altri non hanno aderito al secondo periodo previsto dall'emendamento Doha (Russia, Giappone e Nuova Zelanda). È evidente che gli aderenti all'accordo non rappresentano il livello emissivo mondiale (stime indicano che non superano nemmeno il 15% delle emissioni). Tuttavia, diversi paesi in via di sviluppo hanno avviato politiche, anche se non vincolanti, finalizzate a ridurre e/o contenere le emissioni.

Il Consiglio europeo con l'accordo quadro a orizzonte 2030³⁹ (23 ottobre 2014), ha individuato l'obiettivo di pervenire, entro il 2030, ad una riduzione interna delle emissioni di gas ad effetto serra di almeno il 40% rispetto al 1990.

Il 6 marzo 2015 l'Ue e gli Stati membri hanno presentato all'UNFCCC il contributo previsto stabilito a livello nazionale (*Intended Nationally Determined Contributions* INDC⁴⁰), per rispettare l'obiettivo entro il 2030.

Nell'ambito internazionale ed europeo si ricorda inoltre la convenzione di Ginevra del 1979

³⁶<http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10400-2014-REV-5/en/pdf>

³⁷GazzettaUfficiale Repubblica Italiana – SerieGenerale n.298 del 22-12-2016

³⁸https://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

³⁹<http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/it/pdf>

⁴⁰<http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Latvia/1/LV-03-06-EU%20INDC.pdf>

sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza (CLRTAP), ratificata dall'Italia con la Legge 27 aprile 1982, n. 289⁴¹. Si tratta del primo accordo quadro internazionale che ha fissato dei valori limite per gli inquinanti atmosferici pericolosi per l'ambiente (Stati membri dell'UE, il Canada, gli Stati Uniti e vari paesi dell'Asia centrale). Negli anni l'accordo è stato integrato da otto protocolli⁴², consentendo di perseguire ottimi risultati soprattutto per quanto concerne la riduzione delle emissioni di zolfo e di ossidi di azoto. In ordine temporale, l'ultimo protocollo emanato è quello relativo alla riduzione dell'acidificazione, dell'eutrofizzazione e dell'ozono troposferico (Protocollo di Göteborg⁴³, 1999). Tale protocollo è stato recepito dall'UE con:

- la Direttiva 2001/81/CE (national emission ceilings - NEC) a sua volta recepita in Italia con il D.Lgs. 171/2004;
- la Direttiva 2001/80/CE, recepita in Italia con il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 (parte quinta);

Attualmente sono in corso, da parte UE, delle modifiche sul protocollo di Göteborg, in particolare la nuova proposta di Direttiva⁴⁴, prevede “*nuovi impegni nazionali di riduzione delle emissioni, applicabili a partire dal 2020 e dal 2030, per i sei principali inquinanti atmosferici: anidride solforosa, ossidi di azoto, composti organici volatili, ammoniaca, particolato (polvere fine) e metano*”⁴⁵.

Per alcuni aspetti relativi all'applicazione del protocollo in Italia si rimanda al documento 'ENEA - ISPRA “*Lo scenario emissivo nazionale nella negoziazione internazionale*” (RT/2013/10/ENEA).

1.3.1.2 Normativa Comunitaria

La normativa comunitaria, come anche quella nazionale, delinea le strategie da perseguire per il miglioramento della qualità dell'aria, dotando i decisori politici degli strumenti atti a realizzare mirate politiche di prevenzione.

Gli strumenti relativi alla normativa comunitaria individuano, da un lato i limiti di concentrazione per gli inquinanti, coerenti con i livelli richiesti per la protezione della salute umana e a tutela dell'ambiente, dall'altro uno specifico piano che consenta al governo locale, tramite un'attività di verifica e monitoraggio dello stesso, di porre in essere le strategie e le scelte più adatte e funzionali agli obiettivi di qualità da perseguire.

La Decisione della Commissione UE 2011/850/UE “Qualità dell'aria ambiente - Attuazione delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE”, stabilisce le modalità di attuazione delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE per quanto riguarda:

- gli obblighi degli Stati membri di comunicare informazioni sulla valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente;
- lo scambio reciproco di informazioni tra gli Stati membri sulle reti, le stazioni e le misurazioni della qualità dell'aria fornite dalle stazioni da questi selezionate ai fini di

⁴¹Legge 27 aprile 1982, n. 289 - Ratifica ed esecuzione della Convenzione sull'inquinamento atmosferico attraverso le frontiere a lunga distanza, adottata a Ginevra il 13 novembre 1979 Gazzetta Ufficiale 27 maggio 1982, n. 144, S.O.

⁴²<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/aria/inquinamento-atmosferico-transfrontaliero/convenzione-di-ginevra-e-protocolli>

⁴³<http://www.isprambiente.gov.it/files/aria/goteborg-1999.pdf>

⁴⁴http://eur-lex.europa.eu/procedure/EN/2013_443

⁴⁵<http://www.consilium.europa.eu/it/policies/clean-air/national-emission-ceilings/>

scambio reciproco tra le stazioni esistenti.

In particolare prevede le seguenti tipologia di informazione, da inserire, a cura di ogni Stato membro e quindi di ogni regione a scala nazionale, nel sistema informativo nazionale InfoAria:

- dataset (B): Informazioni sulla delimitazione delle zone e degli agglomerati;
- dataset (C): Informazioni sui regimi di valutazione;
- dataset (D): Informazioni sui metodi di valutazione;
- dataset (E1a): Dati di monitoraggio validati;
- dataset (E2a): Dati di monitoraggio aggiornati forniti in tempi ragionevolmente brevi ('up-to-date');
- dataset (E1b): Dati risultanti da valutazioni modellistiche;
- dataset (G): Dichiarazioni sul conseguimento degli obiettivi ambientali (valori limite, valori obiettivo, etc.);
- dataset (H): Piani di qualità dell'aria;
- dataset (I): Source apportionment (informazioni sulla ripartizione delle fonti emissive);
- dataset (J): Informazioni sugli scenari;
- dataset (K): Misure;

La norma comunitaria che affronta globalmente il settore della qualità dell'aria è la "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 2008/50/CE⁴⁶, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Il quadro normativo comunitario, ridefinito da tale norma⁴⁷, è riconducibile a tre ambiti di azione:

1. Definire e fissare i limiti e gli obiettivi concernenti la qualità dell'aria ambiente - La direttiva ha fissato le soglie di valutazione della qualità dell'aria ambiente riferite a biossido di zolfo, al biossido di azoto e agli ossidi di azoto, al particolato PM10 e PM2,5, al piombo, al benzene e al monossido di carbonio e all'ozono e contestualmente fissa anche i criteri relativi al metodo di valutazione, i metodi di misurazione di riferimento, i valori limite ai fini della protezione della salute umana e dell'ambiente, l'obiettivo e l'obbligo di riduzione dell'esposizione della popolazione al PM2,5, le soglie di informazione e di allarme, i livelli critici per la protezione della vegetazione e l'elenco delle informazioni che devono figurare nei piani d'azione destinati a migliorare la qualità dell'aria. Vengono anche definiti gli obiettivi che gli Stati membri dovranno perseguire e dei quali si descriverà nella sezione della normativa nazionale.
2. Definire e stabilire i metodi e i sistemi comuni di valutazione della qualità dell'aria - La direttiva stabilisce che gli Stati membri dovranno designare autorità competenti e organismi responsabili dell'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente, della

⁴⁶<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0050&from=EN>

⁴⁷ Prima dell'emanazione della Direttiva 2008/50/CE, il quadro normativo comunitario di riferimento era delineato da:

- Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Direttiva 1999/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo;
- Direttiva 2000/69/CE concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente;
- Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria;
- Decisione del Consiglio 97/101/CE, che instaura uno scambio reciproco di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri).

garanzia dell'accuratezza delle misurazioni, dell'analisi dei metodi di valutazione, dell'approvazione dei metodi di valutazione e della cooperazione con altri Stati membri e Commissione. Inoltre dovranno prevedere il sistema sanzionatorio per i casi di violazione della normativa nazionale relativa alla direttiva. Gli Stati membri dovranno procedere alla classificazione del territorio istituendo zone ed agglomerati, tramite azioni di valutazione e gestione della qualità dell'aria. Tali azioni consentiranno di verificare i livelli degli inquinanti presente nell'aria ambiente e quindi, in base a quanto previsto dalla Direttiva, porre in essere azioni che mirano al miglioramento o mantenimento dello stato di qualità. In particolare nel caso di superamenti di valori limite o valore obiettivo, gli Stati membri dovranno predisporre piani per la qualità dell'aria che consentano di rientrare nelle previsioni della Direttiva. Il piano dovrà contenere il termine entro il quale l'obiettivo di qualità sarà raggiunto ed in caso di non rispetto del termine, il periodo dovrà essere il più breve possibile. Nel caso di rischio di superamento delle soglie di allarme previste dalla direttiva, i piani di azione che dovranno essere elaborati indicheranno quali provvedimenti adottare nel breve termine, idonei a ridurre il rischio o la durata del superamento. Tali piani d'azione potranno prevedere anche la sospensione di quelle attività che concorrono al rischio di superamento delle soglie (es. la circolazione dei veicoli a motore, ecc.). Se i superamenti sono imputabili al trasporto transfrontaliero di inquinanti atmosferici, gli Stati membri interessati dovranno cooperare, coordinando azioni che consentano di eliminare il superamento.

3. Informare sulla qualità dell'aria tramite la diffusione di dati ed informazioni – Particolare rilevanza riveste tale aspetto nell'ambito della Direttiva, ripreso anche dalla Decisione della Commissione UE 2011/850/UE. Pertanto gli Stati membri dovranno prevedere un adeguato sistema di informazione che consenta di raggiungere tempestivamente cittadini, associazioni, ecc., comunicando, gratuitamente e facilmente, in merito a quanto previsto dalla Direttiva 2008/50/CE e dalla Decisione 2011/850/UE.
4. Per un approfondimento sulla normativa comunitaria, collegata alla qualità dell'aria, si rinvia al sito della Commissione Europea <http://ec.europa.eu/environment/air/legis.htm>.

1.3.1.3 Normativa nazionale

La norma quadro che ha definito la nuova strategia di controllo della qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs 13 agosto 2010 n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” che ha abrogato il D.Lgs n. 351/1999 e i rispettivi decreti attuativi (il D.M. 60/2002, il D.Lgs n.183/2004 e il D.M. 261/2002).

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 155/2010, sono state recepite nell'ordinamento nazionale alcune nuove disposizioni introdotte dalla direttiva europea ed è stata riorganizzata in un unico atto normativo la legislazione nazionale in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, chiarendone peraltro alcune modalità attuative.

Il D.Lgs n.155/2010 contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO₂, NO_x, SO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, benzene, benzo(a)pirene, piombo, arsenico, cadmio, nichel, mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente, oggi in parte modificati a seguito della

Decisione della Commissione UE 2011/850/UE.

In Tabella 37 sono riportati gli inquinanti atmosferici per i quali il D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. fissa limiti per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso (valori limite, soglia di allarme, valore obiettivo per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione, soglia di informazione, obiettivi a lungo termine).

Tabella 37: Limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010 per la qualità dell'aria

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Riferimento normativo
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	10 mg/m³		
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile	1 ora	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	200 µg/m³		
	Valore limite protezione salute umana	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	40 µg/m³		
	Soglia di allarme	1 ora	D.Lgs. 155/2010 Allegato XII
Biossido di Zolfo (SO₂)	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile	1 ora	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	350 µg/m³		
	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile,	24 ore	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	125 µg/m³		
	Soglia di allarme	1 ora	D.Lgs. 155/2010 Allegato XII
Particolato Fine (PM₁₀)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile	24 ore	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	50 µg/m³		
	Valore limite protezione salute umana	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	40 µg/m³		
	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2015,	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine (PM_{2.5}) - FASE I	25 µg/m³		
	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2020, valore indicativo	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine (PM_{2.5}) - FASE II	20 µg/m³		



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Riferimento normativo
Ozono (O₃)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.Lgs. 155/2010 Allegato VII
	120 µg/m³		
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) come media su 5 anni	Da maggio a luglio	D.Lgs. 155/2010 Allegato VII
	18.000 (µg/m³ /h)		
	Soglia di informazione	1 ora	D.Lgs. 155/2010 Allegato XII
	180 µg/m³		
	Soglia di allarme	1 ora	D.Lgs. 155/2010 Allegato XII
	240 µg/m³		
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, nell'arco di un anno civile	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.Lgs. 155/2010 Allegato VII
	120 µg/m³		
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari)	Da maggio a luglio	D.Lgs. 155/2010 Allegato VII
	6.000 (µg/m³ /h)		
Benzene (C₆H₆)	Valore limite protezione salute umana	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	5 µg/m³		
	Valore obiettivo	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XIII
	1 ng/m³		
	Valore limite	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
	0,5 µg/m³		
	Valore obiettivo	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XIII
	6,0 ng/m³		
	Valore obiettivo	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XIII
	5,0 ng/m³		
	Valore obiettivo	Anno civile	D.Lgs. 155/2010 Allegato XIII
	20,0 ng/m³		

Livelli critici per la protezione della vegetazione

Inquinante	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale(1 ottobre – 31 marzo)	Riferimento normativo
Biossido di Zolfo (SO₂)	20 µg/m³	20 µg/m³	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI
Ossidi di Azoto (NO_x)	30 µg/m³	-----	D.Lgs. 155/2010 Allegato XI

L'art. 9 del D.Lgs n.155/2010 individua nelle Regioni le autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e per la redazione dei Piani di Risanamento della qualità dell'aria (nel rispetto dei criteri previsti all'appendice IV) nelle aree nelle quali sono stati superati i valori limite. Tali piani (che contengono gli elementi previsti all'allegato XV) prevedono le misure necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a raggiungere i valori limiti nei tempi prescritti.

Il D.Lgs n.155/2010 stabilisce anche le modalità per la realizzazione o l'adeguamento delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria (allegati V e IX).

L'allegato VI del decreto riporta i metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti. Gli allegati VII e XI, XII, XIII e XIV indicano i valori limite, i livelli critici, gli obiettivi a lungo termine e i valori obiettivo rispetto ai quali effettuare la valutazione dello stato della qualità dell'aria.

In attuazione del D.Lgs. n. 155/2010, sono stati emanati:

- il D.M. 29 novembre 2012 “Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155” che individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria;
- il D.Lgs. 24 dicembre 2012, n.250 che modifica ed integra il D.Lgs. n.155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili;
- il D.M. 22 febbraio 2013 “Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria” che stabilisce il formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di monitoraggio;
- il D.M. 13 marzo 2013 “Individuazione delle stazioni per il calcolo dell'indicatore dell'esposizione media per il PM_{2,5} di cui all'art. 12, comma 2 del D.Lgs. 13 agosto 2013 n. 250” che individua le stazioni per le quali deve essere calcolato l'indice di esposizione media per il PM_{2,5};
- il D.M. 5 maggio 2015 “Metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'art. 6 del D.Lgs. 13 agosto 2013 n. 250” che stabilisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del D.Lgs. n.155/2010. In particolare, in allegato I, è descritto il metodo di campionamento e di analisi da applicare in relazione alle concentrazioni di massa totale e per speciazione chimica del materiale particolato PM₁₀ e PM_{2,5}, mentre in allegato II è riportato il metodo di campionamento e di analisi da applicare per gli idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene.

Il 30/12/2015 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Conferenza delle Regioni e delle Province autonome e l'Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (ANCI) hanno sottoscritto un Protocollo d'Intesa per migliorare la qualità dell'aria, incoraggiare il passaggio a modalità di trasporto pubblico a basse emissioni, disincentivare l'utilizzo del mezzo privato, abbattere le emissioni, favorire misure intese ad aumentare l'efficienza energetica in cui le parti si impegnano ad adottare misure per il miglioramento della qualità dell'aria con interventi prioritari nelle aree metropolitane⁴⁸.

Anche il Ministro per le infrastrutture Graziano Delrio nel corso dell'audizione alla

⁴⁸http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/Galletti/smog/protocollo%20matt-anci-conf.regioni.pdf

Commissione Ambiente della Camera del 27 gennaio 2016⁴⁹ sulle possibili strategie per la riduzione delle emissioni inquinanti e del particolato fine nelle aree urbane e per la mobilità sostenibile ha focalizzato la necessità di investimenti nel settore del trasporto pubblico regionale e locale che consentano il rafforzamento della qualità dell'offerta dei mezzi pubblici ed il rinnovo del parco veicolare. Il Ministro ha evidenziato l'importanza di rilanciare l'intermodalità, strade, porti, aeroporti e ferrovie interconnesse tra di loro, e nell'ambito della riqualificazione urbana delle città, di sviluppare la mobilità ciclistica e di rinnovare il parco veicolare privato incentivando le auto elettriche.

1.3.1.4 Procedura di VAS

Il Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria è soggetto a procedura di valutazione ambientale strategica (VAS) di cui alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii che ha recepito nel nostro ordinamento la Direttiva 2001/42/CE del 27/06/2001.

La valutazione ambientale dei piani che possono avere un impatto significativo sull'ambiente ha la finalità di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione, dell'adozione e approvazione di detti piani assicurando che siano coerenti e contribuiscano alle condizioni per uno sviluppo sostenibile (art. 4 del D.Lgs. 152/2006).

La valutazione ambientale strategica si applica, in base a quanto previsto dall'art. 6 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii, ai piani e programmi che possono avere impatti significativi sull'ambiente e sul patrimonio culturale e tra questi ai piani e programmi che sono elaborati per la valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente (comma 2). L'art. 9 comma 12 del D.Lgs. 155/2010 dispone che l'effettivo impatto sull'ambiente e sul patrimonio culturale del piano sulla qualità dell'aria debba essere verificato tramite la procedura disciplinata dall'art. 12 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (verifica di assoggettabilità). Cionondimeno, considerato che il Decreto del Presidente della Regione Siciliana n. 23 del 8 luglio 2014 – Regolamento VAS nel territorio della Regione siciliana – all'art. 2 e all'art. 8 non recepisce quanto previsto dall'art. 9 comma 12 del D.Lgs. 155/2010, si è ritenuto che il Piano debba essere assoggettato direttamente a procedura di VAS.

L'autorità competente è, ai sensi dell'art. 7 comma 2, la Regione (Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento Regionale dell'Ambiente – Servizio 1), mentre l'autorità procedente è la pubblica amministrazione che elabora il piano, programma, ovvero nel caso in cui il soggetto che predispone il piano, programma, sia un diverso soggetto pubblico o privato, è la pubblica amministrazione che recepisce, adotta o approva il piano, programma (art. 5, comma 1, lettera q)). Per il Piano di Tutela della Qualità dell'Aria l'Autorità Procedente è l'Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento Regionale dell'Ambiente – Servizio 2, che si è avvalso del supporto tecnico di ARPA Sicilia per l'elaborazione del Rapporto Ambientale.

Le modalità di svolgimento ed i relativi tempi della procedura sono definiti dall'art. 11 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. che prevede le seguenti fasi:

- elaborazione del rapporto ambientale (art. 13);
- svolgimento di consultazioni (art. 14);
- valutazione del rapporto ambientale e degli esiti delle consultazioni (art. 15);
- decisione (art. 16);

49 <http://www.infoparlamento.it/audizioni/ambiente-viii-camera-audizione-sulle-possibili-strategie-per-la-riduzione-delle-emissioni-inquinanti-e-per-la-mobilita-sostenibile-del-ministro-delle-infrastrutture-e-dei-trasporti-graziano-del/>

- informazione sulla decisione (art. 17);
- monitoraggio (art. 18).

La VAS costituisce per i piani parte integrante del procedimento di adozione ed approvazione. I provvedimenti amministrativi di approvazione adottati senza la previa valutazione ambientale strategica, ove prescritta, sono annullabili per violazione di legge (art. 11 comma 5).

Il rapporto ambientale è stato elaborato, conformemente a quanto previsto dall'art. 13 comma 1, sulla base di un rapporto preliminare sui possibili impatti ambientali significativi dell'attuazione del piano o programma, elaborato da ARPA Sicilia al fine di definire, entrando in consultazione con con l'autorità competente e gli altri soggetti competenti in materia ambientale, la portata ed il livello di dettaglio delle informazioni da includere nel rapporto ambientale.

1.3.1.5 Provvedimenti regionali in materia di qualità dell'aria

Con il Decreto Assessoriale n. 176/GAB del 9 agosto 2007 la Regione Siciliana ha adottato il *"Piano regionale di coordinamento per la tutela della qualità dell'aria ambiente"* che costituisce uno strumento di programmazione e coordinamento in materia di qualità dell'aria per la successiva elaborazione dei piani previsti dagli articoli 7, 8 e 9 del D. Lgs. 351/1999. Il provvedimento è stato successivamente integrato dal Decreto Assessoriale n. 43/GAB del 12 marzo 2008, con il quale sono state approvate alcune modifiche non sostanziali al piano regionale per correggere alcuni errori e/o refusi presenti nel testo iniziale.

In linea con quanto stabilito nel piano regionale, e in conformità con quanto previsto dalla normativa a suo tempo vigente (art. 6 del D.Lgs. 4 agosto 1999, n. 351; art. 4 del D.A. n. 176/GAB del 9 agosto 2007; art. 281, comma 7, del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152), con il Decreto Assessoriale n. 94/GAB del 24 luglio 2008 sono stati adottati:

- l'*Inventario regionale delle emissioni in aria ambiente* (Allegato 1 al D.A. 94/GAB del 24 luglio 2008);
- la *Valutazione della qualità dell'aria sul territorio regionale* (Allegato 2 al D.A. 94/GAB del 24 luglio 2008);
- la *Zonizzazione del territorio regionale* (Allegato 2 al D.A. 94/GAB del 24 luglio 2008).

Successivamente, sempre in adempimento a quanto previsto dal piano regionale, e in conformità con quanto stabilito dalla normativa vigente (art. 6 del D.Lgs. n. 351/99; art. 4 del D.A. n. 176/GAB del 9 agosto 2007; art. 6 del D.Lgs. n. 183/04; art. 4 del D.Lgs. n. 152/07), con il Decreto Assessoriale n. 168/GAB del 18 settembre 2009 e con il Decreto Assessoriale n. 169/GAB del 18 settembre 2009, sono stati rispettivamente adottati:

- la *Valutazione preliminare e zonizzazione preliminare* per IPA e metalli pesanti (Allegato 1 al D.A. 168/GAB del 18 settembre 2009);
- la *Valutazione preliminare e zonizzazione preliminare* per l'ozono (Allegato 1 al D.A. 169/GAB del 18 settembre 2009).

Per conformarsi alle disposizioni del D.Lgs. n. 155/2010 e collaborare al processo di armonizzazione messo in atto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tramite il Coordinamento istituito all'articolo 20 del D.Lgs. n. 155/2010, la Regione Siciliana con Decreto Assessoriale 97/GAB del 25/06/2012 ha modificato la zonizzazione regionale precedentemente in vigore, sulla base delle indicazioni fornite dall'Appendice I del D.Lgs. 155/2010. Il D.Lgs. 155/2010 contiene, in particolare, indicazioni precise circa i criteri che le Regioni e le

Province autonome sono tenute a seguire per la suddivisione dei territori di competenza in zone di qualità dell'aria, al fine di assicurare omogeneità alle procedure applicate sul territorio nazionale e diminuire il numero complessivo di zone.

Sulla base delle caratteristiche orografiche, meteo-climatiche, del grado di urbanizzazione del territorio regionale, nonché degli elementi conoscitivi acquisiti con i dati del monitoraggio e con la redazione dell'Inventario regionale delle emissioni in aria ambiente, l'Assessorato Regionale al territorio e ambiente, ai sensi dell'art. 5, comma 6, del D.Lgs. 155/2010 ha predisposto il *“Progetto di nuova zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Sicilia”*, approvato con Decreto Assessoriale n. 97 del 25/06/2012, dopo parere positivo del Ministero dell'Ambiente con nota n. DVA 2012-0008944 del 13/04/2012. Nel documento è descritta la procedura seguita per la valutazione degli agglomerati e delle zone e la classificazione del territorio regionale come previsto dalla legislazione vigente (Allegato 1).

La prima fase della zonizzazione è consistita nell'individuazione degli agglomerati ovvero sia le zone costituite *“da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km² superiore a 3.000 abitanti”*.

La successiva individuazione delle zone è stata effettuata in base alla valutazione del carico emissivo ricadente sul territorio e delle condizioni meteo-climatiche e morfologiche dell'area utilizzando:

- le mappe di distribuzione del carico emissivo degli inquinanti biossido di zolfo, ossidi di azoto, materiale particolato, monossido di carbonio, benzene, benzo(a)pirene, piombo, arsenico, cadmio, nichel e composti organici volatili, sul territorio regionale;
- le mappe di concentrazione ottenute dall'applicazione di modelli per lo studio del trasporto, la dispersione e la trasformazione degli inquinanti primari in atmosfera, nello specifico di ossidi di azoto, ossidi di zolfo e particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM10).

Le mappe che descrivono il carico emissivo distribuito per comune sul territorio regionale sono state ottenute dall'inventario delle emissioni più aggiornato disponibile, ossia quello prodotto in riferimento all'anno 2007.

Il documento, dopo aver fornito in sintesi il quadro normativo di riferimento, le necessarie indicazioni sulla metodologia seguita, e gli elementi di sintesi relativi al monitoraggio della qualità dell'aria, attraverso l'applicazione del modello Calpuff per la valutazione della qualità dell'aria perviene quindi alla caratterizzazione delle zone e alla classificazione del territorio regionale in 3 Agglomerati e 2 Zone (*cfr.* Figura 21) di seguito riportate:

- **IT1911 Agglomerato di Palermo**
 - Include il territorio del comune di Palermo e dei comuni limitrofi, in continuità territoriale con Palermo
- **IT1912 Agglomerato di Catania**
 - Include il territorio del comune di Catania e dei comuni limitrofi, in continuità territoriale con Catania

- **IT1913 Agglomerato di Messina**
 - Include il comune di Messina
- **IT1914 Aree Industriali**
 - Include i comuni sul cui territorio insistono le principali aree industriali ed i comuni sul cui territorio la modellistica di dispersione degli inquinanti atmosferici individua una ricaduta delle emissioni delle stesse aree industriali
- **IT1915 Altro**
 - Include l'area del territorio regionale non inclusa nelle zone precedenti

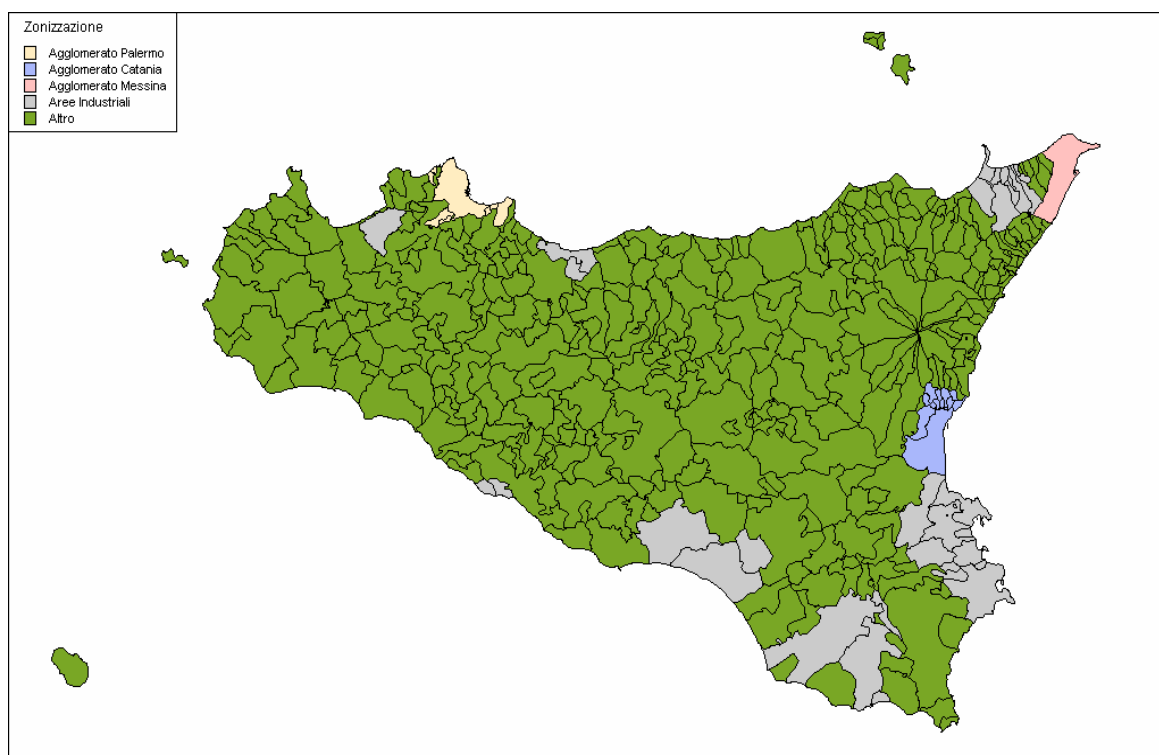


Figura 21: Zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Siciliana

Gli Agglomerati di Palermo (IT1911), Catania (IT1912) e Messina (IT1913) comprendono i comuni riportati in Tabella 38.

Tabella 38: Comuni ricompresi negli Agglomerati di Palermo, Catania e Messina)

Codice comune	Nome comune	Popolazione
Agglomerato di Palermo		
82005	Parte di Altofonte	10316



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



Codice comune	Nome comune	Popolazione
82006	Bagheria	56336
82020	Capaci	10623
82035	Ficarazzi	11997
82043	Isola delle Femmine	7336
82049	Parte di Monreale	38204
82053	Palermo	655875
82079	Villabate	20434
	<i>Totale popolazione</i>	811121
Agglomerato di Catania		
87002	Aci Castello	18031
87015	Catania	293458
87019	Gravina di Catania	27363
87024	Mascalucia	29056
87029	Misterbianco	49424
87041	San Giovanni la Punta	22490
87042	San Gregorio di Catania	11604
87044	San Pietro Clarenza	7160
87045	Sant'Agata li Battiati	9396
87051	Tremestieri Etneo	21460
87052	Valverde	7760
	<i>Totale popolazione</i>	497202
Agglomerato di Messina		
83048	Messina	242503

La zona “Aree Industriali”, comprendente le “Aree ad elevato rischio di crisi ambientale”, accorpa i comuni sul cui territorio insistono le principali attività industriali presenti a livello regionale (cfr. Tabella 39).

Tabella 39: Comuni ricompresi nella Zona IT1914 “Aree Industriali”

Codice comune	Nome comune
82054	Partinico
82068	Sciara
82070	Termini Imerese
83005	Barcellona Pozzo di Gotto
83018	Condrò
83035	Gualtieri Sicaminò
83047	Merì
83049	Milazzo
83054	Monforte San Giorgio
83064	Pace del Mela
83073	Roccalvaldina
83077	San Filippo del Mela
83080	San Pier Niceto
83086	Santa Lucia del Mela
83098	Torregrotta
84028	Porto Empedocle

Codice comune	Nome comune
84032	Realmonte
85003	Butera
85007	Gela
85013	Niscemi
88006	Modica
88008	Pozzallo
88009	Ragusa
89001	Augusta
89006	Carlentini
89009	Floridia
89012	Melilli
89017	Siracusa
89018	Solarino
89019	Sortino
89021	Priolo Gargallo

La classificazione delle zone ai sensi dell'articolo 4 del D.Lgs. 155/2010, ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente, è stata effettuata utilizzando i dati provenienti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Siciliana per il quinquennio 2005-2009 integrati con i risultati ottenuti dalle applicazioni della modellistica di dispersione degli inquinanti atmosferici disponibili per il 2005. Le concentrazioni rilevate sono state confrontate con l'obiettivo a lungo termine indicato per l'ozono nell'Allegato VII, sezione 3 e con le soglie di valutazione fissate per gli altri inquinanti atmosferici nell'Allegato II, sezione 1 del decreto di riferimento. Nel caso dell'ozono, l'obbligo di misurazione in siti fissi in una zona è determinato dal superamento dell'obiettivo a lungo termine durante almeno un anno dei cinque considerati; per quanto riguarda invece gli altri inquinanti, una soglia si ritiene superata nel caso in cui il superamento si verifichi per almeno tre anni su cinque.

Sovrapponendo i risultati del monitoraggio e della modellistica, si è pervenuti alla classificazione delle zone individuate nella nuova zonizzazione proposta ai sensi del decreto legislativo n. 155 del 2010 riportata nella tabella 1 del Programma di Valutazione (*cfr.* Figura 22).

Figura 22: Classificazione delle zone (Tabella 1 del PdV)

TAB.1: Tabella riepilogativa della classificazione delle zone

ZONE NAME	Agglomerato di Palermo	Agglomerato di Catania	Agglomerato di Messina	Aree Industriali	Altro
ZONE CODE	IT1911	IT1912	IT1913	IT1914	IT1915
POLL TARG	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; SE_AT; NH; NV_AT; P; P2_5; L; C; B; O_H; O_V; As; Cd; Ni; BaP
ZONE TYPE	Ag	Ag	Ag	NoAg	NoAg
SO2 obiettivo salute umana	SH_AT	SVI-SVS	SVI	SVS	SVI-SVS
SO2 obiettivo ecosistemi	SE_AT	-	-	-	-
NO2 obiettivo salute umana (media ora)	NH_H_AT	SVS	SVS	SVS	SVS
NO2 obiettivo salute umana (media anno)	NH_Y_AT	SVS	SVS	SVS	SVS
NOx obiettivo vegetazione	NV_AT	-	-	-	-
PM10 obiettivo salute umana (media giorno)	P_D_AT	SVS	SVS	SVS	SVS
PM10 obiettivo salute umana (media anno)	P_Y_AT	SVS	SVI-SVS	SVS	SVS
PM2.5 obiettivo salute umana	P2_5_Y_AT	SVS	SVS	SVS	SVS
Piombo obiettivo salute umana	L_AT	SVI	SVS	SVI	SVI
Benzene obiettivo salute umana	B_AT	SVS	SVI	SVI-SVS	SVS
CO obiettivo salute umana	C_AT	SVI-SVS	SVI	SVI	SVI-SVS
Ozono obiettivo salute umana	O_H	>OLT	>OLT	>OLT	>OLT
Ozono obiettivo vegetazione	O_V	-	-	-	-
Arsenico obiettivo salute umana	AS_AT	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Cadmio obiettivo salute umana	CD_AT	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Nichel obiettivo salute umana	NI_AT	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Benzo(a)pirene obiettivo salute umana	BAP_AT	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Area (km²)	230,58	285,97	211,23	2768,12	22234,01
Population	811121	497202	242503	694766	2805483
Population Density	3517,7	1738,7	1148,1	251,0	126,2

Legenda:

UAT Upper Assessment Threshold
LAT Lower Assessment Threshold
UAT - LAT Between LAT UAT
LTO_U Upper Long Term Objective
LTO_L Lower Long Term Objective

SVS Soglia Valutazione Superiore
SVI Soglia Valutazione Inferiore
SVI-SVS tra SVI e SVS
>OLT Superiore all'obiettivo a lungo termine
<OLT Inferiore all'obiettivo a lungo termine

Per quanto riguarda la classificazione delle zone rispetto al PM2.5, agli Idrocarburi Policiclici Aromatici ed ai metalli pesanti, malgrado non fossero disponibili i dati si è ritenuto di estendere l'obbligo di monitoraggio nelle zone in cui si misura il particolato atmosferico, in attesa di approfondire le conoscenze circa i livelli di questi inquinanti sul territorio regionale. In particolare, riguardo la misurazione del benzo(a)pirene e di arsenico, cadmio e nichel, si è ritenuto di assicurare almeno un punto di campionamento in ciascuna zona, da localizzarsi in base al carico emissivo insistente sul territorio.

La Regione Siciliana ha successivamente affidato ad ARPA Sicilia la predisposizione del "Progetto di razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia e relativo Programma di Valutazione". Il progetto, dopo parere positivo del MATTM, è stato approvato dal Dipartimento Regionale Ambiente con D.D.G. n. 449 del 10/06/2014. La realizzazione della rete regionale di monitoraggio, ad oggi affidata provvisoriamente a seguito di bando di gara svolto da ARPA Sicilia, dovrebbe essere completata nel corso del 2017.

Aree ad elevato rischio di crisi ambientale

La qualità dell'aria, come verrà argomentato nei paragrafi 1.3.2 e 1.4.5.2, dipende fortemente dalle emissioni puntuali degli impianti industriali soprattutto nelle aree, ove questi sono più numerosi. La maggior parte dei grandi impianti industriali presenti sul territorio regionale ricadono nelle tre "Aree ad elevato rischio di crisi ambientale" (AERCA) individuate dalla Regione Siciliana, ai sensi dell'art. 74 del D.Lgs. n. 112 del 31 marzo 1998, e comprendenti i comuni e i comprensori territoriali di seguito indicati:

- Caltanissetta (comuni di Butera, Gela e Niscemi) (D.A. n.190/GAB dell'11/7/2005);
- Siracusa (comuni di Priolo, Augusta, Melilli, Floridia, Solarino e Siracusa) (D.A. n.189/GAB dell'11/7/2005);

- Comprensorio del Mela (comuni di Condò, Gualtieri Sicaminò, Milazzo, Pace del Mela, San Filippo del Mela, Santa Lucia del Mela e San Pier Niceto) (D.A. n.50/GAB del 4/9/2002).

Su due di queste aree con il DPR del 17/01/1995 era stato già approvato il piano di disinquinamento per il risanamento del territorio della provincia di Caltanissetta - Sicilia orientale, non completamente attuato.

Infine, per tali aree a rischio sono stati emanati dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente i seguenti decreti assessoriali contenenti il Piano di Azione per il risanamento della qualità dell'aria e le indicazioni per la realizzazione di una rete di rilevamento della qualità dell'aria e per il monitoraggio e la caratterizzazione delle molestie olfattive (Allegato 2):

- D.A. del 13/02/1998 relativo all'area a rischio di Gela;
- D. D.U.S. n. 07 del 14/6/2006 relativo all'area a rischio di Siracusa;
- D.D.U.S. del 05/09/2006 relativo al contenimento degli odori nell'area a rischio del comprensorio del Mela;
- D.A. n. 217 del 4/6/2015 relativo al contenimento degli odori nell'area a rischio del comprensorio del Mela;
- D.A. n. 218 del 4/6/2015 relativo al contenimento degli odori nell'area a rischio di Gela, Niscemi e Butera;
- D.A. n. 219 del 4/6/2015 relativo al contenimento degli odori nell'area a rischio di Priolo, Augusta, Melilli, Solarino, Floridia e Siracusa.

Il D.D.U.S. n. 07 del 14/6/2006 relativo all'area a rischio di Siracusa definisce i tre livelli di intervento in rapporto ad alcuni parametri meteorologici ed alle concentrazioni di SO₂, NO₂ e O₃ rilevati dalla rete di stazioni definita nell'allegato A1- Piano di azione. Le procedure di intervento (allegato A2 – Interventi di prevenzione dell'inquinamento atmosferico) definiscono le azioni di mitigazione che ciascuna azienda deve mettere in atto in funzione del livello di intervento, quali ad esempio:

- cambio di combustibile;
- rallentamento di alcune fasi operative (blending, movimentazione di idrocarburi leggeri, carico e scarico navi, ecc.);
- verifica dell'assetto dei sistemi di raffreddamento;

Il D.D.U.S. n. 19 del 05/09/2006 relativo all'area a rischio del comprensorio del Mela definisce (Allegato 1 – Piano di Azione) gli stati di preallarme, allarme ed emergenza in funzione della concentrazione di SO₂, NO₂, NMHC. A seguito di segnalazione – proveniente dal sistema di controllo delle emissioni o dalla rete di monitoraggio delle immissioni – di superamento di una delle soglie previste (preallarme, allarme, emergenza) ed in accordo con un definito criterio di riferibilità meteorologica, il personale preposto alla conduzione degli impianti degli insediamenti industriali di cui all'allegato 2 (Interventi di prevenzione) attua gli interventi previsti, quali ad esempio:

- esclusione dalla teleregolazione per le quattro unità termoelettriche da 160 MW della centrale termoelettrica con innalzamento della temperatura fino a 155 °C delle stesse Unità da 160 MW;
- verifica e riallineamento emissioni massiche di SO₂ o NO_x;
- fermata di una o più unità termoelettriche;
- sostituzione progressiva dell'olio combustibile in uso;
- riduzione della lavorazione di greggio di raffinaria;

- rallentare eventuali operazioni di bonifica in atmosfera di apparecchiature che hanno contenuto idrocarburi, sospendere i drenaggi dei serbatoi di greggio e prodotti, rallentare le operazioni di blending delle benzine;
- sospendere le operazioni di caricazione ai pontili dei prodotti ad elevata tensione di vapore (nafta e benzine) laddove non dotati di sistema di recupero vapori e le operazioni di blending delle benzine.

I decreti n. 217, 218 e 219 del 04 giugno 2015 approvano, per ciascuna AERCA, apposita scheda, organica al rispettivo piano di risanamento, relativa all'adeguamento delle reti per il rilevamento della qualità dell'aria secondo le previsioni del D.Lgs. n.155/2010 e al monitoraggio e caratterizzazione delle sostanze odorigene per la prevenzione delle molestie olfattive e dei danni alla salute. Con particolare riferimento a questo secondo aspetto la Regione Siciliana intende dotarsi di un sistema per la gestione informatizzata delle segnalazioni telefoniche di disturbi olfattivi sul territorio, che consenta in presenza di certe condizioni di attivare il prelievo automatico di campioni di aria, opportunamente posizionati, che verranno poi analizzati in un laboratorio per l'olfattometria dinamica. I campionatori, installati nei siti più idonei a fotografare l'emissione odorigena l'ubicazione e fornire elementi utili nell'indagine sulla fonte del disturbo, verranno attivati tramite un sistema di comunicazione/ricezione telefonica del disagio olfattivo avvertito dai cittadini attraverso cui sarà possibile registrare la percezione dei recettori sensibili e rendere il monitoraggio più tempestivo.

I codici di autoregolamentazione, allegati ai suddetti decreti, oggi in fase di revisione a cura del Dipartimento Regionale Ambiente, indicano le azioni da adottare in caso di situazioni emergenziali e nella loro revisione, necessaria a seguito del rinnovamento tecnologico degli impianti, costituiranno i Piani di Azioni, di cui all'art. 10 del D.Lgs. 155/2010, da adottare nel caso di situazioni emergenziali addebitabili agli impianti industriali delle AERCA.

1.3.2 Norme in materia di emissioni di inquinanti in atmosfera

La maggior parte dei grandi impianti industriali, presenti sul territorio regionale e caratterizzati da emissioni significative in atmosfera, ricade nel campo di applicazione della direttiva IPPC 1996/61/CE (Integrated Pollution Prevention and Control), sostituita dalla direttiva 2008/1/CE. Con tali Direttive la Comunità Europea ha definito gli obblighi che le attività industriali ad elevato potenziale inquinante devono rispettare, considerando i limiti normativi come una condizione necessaria, ma non sufficiente, per conseguire un livello elevato di protezione dell'ambiente nel suo complesso. La direttiva prevede misure intese ad evitare oppure (qualora non sia possibile) ridurre le emissioni di tali attività nell'aria, nell'acqua e nel suolo, comprese le misure relative ai rifiuti, attraverso l'applicazione delle Migliori Tecnologie Disponibili (Best Available Technology (BAT)) ai processi produttivi, alle tecniche di risparmio energetico, agli impianti di abbattimento degli inquinanti nei fumi, alle modalità gestionali/operative, alle attività di monitoraggio, ecc.

La direttiva 2008/1/CE è stata integrata con la Direttiva 2010/75/CE relativa alle emissioni industriali, attualmente in vigore, detta anche direttiva IED (Industrial Emissions Directive), che riunisce, integrandole e sostituendole, sette direttive (fra le quali, oltre alla già citata Direttiva 2008/1/CE, la Direttiva 2001/80/CE), accomunate dalla finalità di regolamentare le emissioni in atmosfera generate da specifiche attività industriali. Nella direttiva IED vengono confermati alcuni principi, già definiti nella prima direttiva IPPC, come quello dell'approccio integrato al fine di evitare trasferimenti dell'inquinamento da una matrice all'altra, attraverso la prevenzione e la riduzione delle emissioni nell'aria, nell'acqua e nel suolo, nonché attraverso la gestione dei rifiuti, l'efficienza

energetica e la prevenzione degli incidenti.

Tra le altre cose, la Direttiva 2010/75/UE aggiorna la disciplina delle autorizzazioni integrate ambientali, già introdotta con la direttiva IPPC. Con essa infatti viene attribuito un peso maggiore alle BAT individuate a livello comunitario, per quanto riguarda la definizione dei valori limite di emissione e le prescrizioni autorizzative. Tuttavia la vera novità consiste nell'introduzione di un nuovo documento, le "Conclusioni sulle BAT" (BAT Conclusions)⁵⁰. La direttiva infatti prevede il riesame e, se necessario, l'aggiornamento dei "documenti di riferimento sulle BAT" (BRef)⁵¹, attraverso uno scambio di informazioni tra le parti interessate (i rappresentanti degli Stati membri, delle industrie interessate e delle organizzazioni non governative che promuovono la protezione ambientale e la Commissione stessa). Dall'analisi dei "Documenti di riferimento delle BAT" scaturiscono le "Conclusioni sulle BAT", che, come i primi, sono rese pubbliche senza indugio dalla Commissione (art.13). Questo nuovo documento deve fungere da riferimento per stabilire le condizioni di autorizzazione, ossia i valori limite di emissione delle autorizzazioni.

La direttiva IED è stata recepita nel nostro ordinamento con il D.Lgs. 46/2014 che ha modificato il Titolo III-bis della parte seconda del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., nel quale vengono definite le condizioni per il rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) di competenza nazionale e regionale. La suddetta normativa prevede che l'autorizzazione integrata ambientale è rilasciata *"tenendo conto di quanto indicato all'Allegato XI alla Parte Seconda e le relative condizioni sono definite avendo a riferimento le Conclusioni sulle BAT, Nelle more della emanazione delle conclusioni sulle BAT l'autorità competente utilizza quale riferimento per stabilire le condizioni dell'autorizzazione le pertinenti conclusioni sulle migliori tecniche disponibili, tratte dai documenti pubblicati dalla Commissione europea in attuazione dell'articolo 16, paragrafo 2, della direttiva 96/61/CE o dell'articolo 16, paragrafo 2, della direttiva 2008/01/CE"*.

L'identificazione delle BAT in ambito comunitario è effettuata da un apposito ufficio operante nel Centro Comunitario di Ricerca di Siviglia e che si occupa della redazione e dell'aggiornamento dei *"BRefDocuments"* (*Best Available Techniques Reference Documents*) elaborati per le categorie industriali di cui alla Direttiva IPPC e delle *"Conclusioni sulle BAT"*.

Ai sensi del comma 3 lett. b) dell'art. 29-octies del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii, le autorizzazioni integrate ambientali devono essere sottoposte a riesame entro 4 anni dalla pubblicazione della decisione contenente le conclusioni sulle BAT.

Attualmente è in corso a livello comunitario l'aggiornamento delle BRef e, conformemente a quanto previsto nella Direttiva IED 2010/75/CE, la pubblicazione del documento "Conclusioni sulle BAT" (BAT Conclusions). Vengono di seguito riportati, per le categorie di attività IPPC in cui ricadono gli impianti presenti a livello regionale responsabili del maggior carico emissivo, i documenti di riferimento pubblicati sul sito della Commissione Europea (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>):

Produzione di cemento

⁵⁰ Art. 3 - *Definizioni*, comma 12: «conclusioni sulle BAT», un documento contenente le parti di un documento di riferimento sulle BAT riguardanti le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili, la loro descrizione, le informazioni per valutarne l'applicabilità, i livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili, il monitoraggio associato, i livelli di consumo associati e, se del caso, le pertinenti misure di bonifica del sito.

⁵¹ Art. 3 - *Definizioni*, comma 11: «documento di riferimento sulle BAT», un documento risultante dallo scambio di informazioni organizzato a norma dell'articolo 13 elaborato per attività definite e che riporta, in particolare, le tecniche applicate, i livelli attuali di emissione e di consumo, le tecniche considerate per la determinazione delle migliori tecniche disponibili nonché le conclusioni sulle BAT e ogni tecnica emergente, con particolare attenzione ai criteri di cui all'allegato III.

- DECISIONE DI ESECUZIONE DELLA COMMISSIONE del 26 marzo 2013 che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per il cemento, la calce e l'ossido di magnesio, ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle emissioni industriali
- EC - Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control (2013)

Raffinerie di petrolio e gas

- DECISIONE DI ESECUZIONE DELLA COMMISSIONE del 9 ottobre 2014 che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) concernenti la raffinazione di petrolio e di gas, ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle emissioni industriali
- EC- Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control (2015)

Grandi Impianti di combustione (>50MW)

- EC- Best Available Techniques (BAT) - Reference Document for Large Combustion Plant Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control – Final Draft (06/2016)

A livello nazionale sono state emanate le linee guida per l'applicazione delle migliori tecniche disponibili solo per alcune delle categorie di attività industriali individuate dall'Allegato VIII del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. con i seguenti provvedimenti attuativi:

- D.M. 31 gennaio 2005 (Emanazione di linee guida generali per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per le attività elencate nell'allegato I del D.Lgs 4 agosto 1999, n. 372, e in materia di sistemi di monitoraggio);
- D.M. 29 gennaio 2007 (Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per: allevamenti, macelli e trattamento di carcasse; fabbricazione di vetro, fibre vetrose e prodotti ceramici; raffinerie; rifiuti);
- D.M. 1 ottobre 2008 (Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per: industria alimentare; trattamento di superfici metalliche; produzione cloro-alcali e olefine leggere; impianti di combustione; aspetti economici ed effetti incrociati).

Il principio dell'applicazione delle Migliori Tecnologie Disponibili è stato ripreso anche nella Parte Quinta Titolo I del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. che all'art. 271 comma 5 dispone che l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera, ai sensi dell'art. 269, stabilisca i valori limite di emissione e le prescrizioni, anche inerenti le condizioni di costruzione o di esercizio ed i combustibili utilizzati, a seguito di un'istruttoria basata sulle migliori tecniche disponibili e sulle prescrizioni ed i valori limite fissati al livello regionale in base al Piano di qualità dell'aria. Ne consegue che il principio dell'adozione delle Migliori Tecnologie Disponibili alle emissioni in atmosfera trova applicazione anche per l'Autorizzazione Unica prevista dall'art. 208 del D.Lgs. n. 152/2006 per gli impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, per l'Autorizzazione unica prevista dall'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 (impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché infrastrutture e opere connesse) e per l'Autorizzazione Unica Ambientale AUA (D.P.R. 59/2013) nel cui ambito viene rilasciata, quando occorre, anche l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera.

1.4 LE FONTI DI EMISSIONI DEGLI INQUINANTI IN ARIA: INVENTARIO DELLE EMISSIONI ANNO 2012

1.4.1 Aspetti generali

L'inventario delle emissioni è una serie organizzata di dati relativi alla quantità di inquinanti introdotti in atmosfera, in uno specifico intervallo di tempo, dalle attività antropiche e dalle sorgenti naturali insistenti su un determinato territorio.

L'obiettivo principale della realizzazione di un inventario regionale delle emissioni è di disporre di uno strumento di conoscenza funzionale alla pianificazione degli interventi finalizzati alla tutela della qualità dell'aria. Esso costituisce un vero e proprio database completo di tutte le informazioni utili ad effettuare studi e valutazioni sulla situazione emissiva di un territorio. È infatti uno degli strumenti principali per lo studio dello stato della qualità dell'aria, per l'analisi dei trend emissivi, per l'individuazione delle fonti principali di emissione, per applicazioni modellistiche di qualità dell'aria e per la definizione dei relativi Piani di tutela e di risanamento.

I dati sulle emissioni dei singoli inquinanti sono raggruppati per:

- attività economica
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.)
- unità territoriale (regione, provincia, comune, maglie quadrate di 1 km², ecc.)
- combustibile (per i soli processi con combustione).

Anche se la normativa relativa alla qualità dell'aria già negli anni '90 aveva riconosciuto l'apporto conoscitivo derivante dagli inventari nell'elaborazione dei piani di risanamento della qualità dell'aria (D.M. 20/5/1991, D.M. 261/2002), il D.Lgs. 155/2010 ne ha confermato e rafforzato l'importanza, introducendo al comma 3 dell'art. 22 nuovi elementi ed obblighi in tema di inventari di emissione, di seguito riportati:

- lo Stato, le Regioni e le Province Autonome elaborano i rispettivi inventari delle emissioni, aventi adeguata risoluzione spaziale e temporale, in conformità ai criteri previsti nell'Appendice V "*Criteri per l'elaborazione degli inventari delle emissioni*", che fa esplicito riferimento al "*EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*", nella versione più aggiornata disponibile, ed alle ulteriori specificazioni riportate nei documenti elaborati dall'ISPRA;
- l'ISPRA provvede, ogni cinque anni, e per la prima volta entro il 2012 con riferimento all'anno 2010, a scalare su base provinciale l'inventario nazionale disciplinato all'articolo 4 del D.Lgs. n. 171 del 2004, al fine di consentire l'armonizzazione con gli inventari delle Regioni e delle Province Autonome;
- gli inventari delle Regioni e delle Province Autonome sono predisposti con cadenza almeno triennale e, comunque, con riferimento a tutti gli anni per i quali lo Stato provvede a scalare l'inventario nazionale su base provinciale;
- per ciascun anno in riferimento al quale lo Stato provvede a scalare l'inventario nazionale su base provinciale le Regioni e le Province Autonome armonizzano, sulla base degli

indirizzi espressi dal Coordinamento di cui all'articolo 20, i propri inventari con l'inventario nazionale scalato su base provinciale;

- l'ENEA, in collaborazione con l'ISPRA, provvede a scalare ulteriormente, in coerenza con la risoluzione spaziale del modello nazionale, l'inventario nazionale scalato su base provinciale entro sei mesi dall'elaborazione di quest'ultimo, al fine di ottenere gli elementi di base per le simulazioni modellistiche di cui al comma 5 e consentire il confronto previsto da tale comma e le valutazioni necessarie all'esercizio dei poteri sostitutivi di cui al comma 1. I risultati di tali elaborazioni sono resi disponibili alle Regioni e delle Province Autonome per le valutazioni di cui al comma 1 e di cui agli articoli 5 e 8.

Con il D.A. 94/GAB del 24 luglio 2008, la Regione Siciliana ha adottato, ai sensi del D.Lgs. 351/1999 e coerentemente con quanto previsto dal *Piano regionale di coordinamento per la tutela della qualità dell'aria ambiente* approvato con il D.A. 176/GAB del 9 agosto 2007, l'*Inventario regionale delle emissioni in aria ambiente*. L'inventario elaborato in collaborazione con la Techne Consulting S.r.l. e con il Centro Interdipartimentale di Ricerca in Ingegneria dell'Automazione e dei Sistemi (CIRIAS) dell'Università degli studi di Palermo, fa riferimento all'anno 2005, successivamente aggiornato al 2007.

Con D.D.G. ARTA n. 778 del 27/12/2012 è stata ratificata la convenzione stipulata tra ARPA Sicilia ed il Dipartimento Regionale Ambiente in data 21/12/2012 che aveva come obiettivo principale l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni con riferimento all'anno 2012, conformemente a quanto stabilito nel D.Lgs. 155/2010 art. 22 comma 3. L'inventario regionale delle emissioni aggiornato è stato predisposto da ARPA con la collaborazione della Techne Consulting S.r.l. e pubblicato sul sito dell'Agenzia nell'agosto 2015⁵².

L'aggiornamento all'anno 2012 ha riguardato:

- l'intera base dati dei fattori di emissione, della classificazione delle attività e delle metodologie di stima delle emissioni di inquinanti dell'aria all'interno dei modelli per la stima delle emissioni già utilizzati per redigere i precedenti inventari;
- l'informazione di base relativa all'inventario delle emissioni e delle stime delle emissioni delle sorgenti diffuse e delle strutture (puntuali, lineari ed areali);
- la revisione delle stime e l'armonizzazione dei dati dell'inventario per tutti gli anni.

Nell'agosto del 2016 la Techne Consulting S.r.l. ha elaborato una revisione dell'Inventario delle Emissioni (cfr. Allegato 3) a seguito di una rivalutazione nella stima delle emissioni derivanti da alcuni macrosettori tra i quali, in particolare, quello attinente la mobilità veicolare per il quale la revisione dei fattori di emissione ha consentito di recepire nel modello di stima utilizzato per l'inventario regionale il lavoro svolto a livello europeo⁵³.

Le emissioni complessive sono state stimate a livello regionale e comunale; è stata inoltre effettuata la disaggregazione su una maglia 1km x 1km per i principali inquinanti individuati dall'inventario. Per ciascun inquinante è stata inoltre effettuata una correlazione tra le sorgenti emissive aggregate in macrosettori e le emissioni stimate.

La classificazione delle sorgenti emissive in uso nell'Inventario è coerente con la normativa vigente, con la classificazione internazionale SNAP 2007 (Selected Nomenclature for Air Pollution) e con la classificazione adottata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

⁵² <http://www.arpa.sicilia.it/primopiano/on-line-linventario-delle-emissioni-in-atmosfera-della-regione-sicilia-anno-2015/>

⁵³ <http://www.arpa.sicilia.it/news/relazione-annuale-sullo-stato-della-qualita-dellaria-nella-regione-sicilia-anno-2015-e-la-revisione-dellinventario-delle-emissioni-per-gli-anni-2005-2007-2012/>

(ISPRA) per l'inventario nazionale delle emissioni. Il codice che identifica le attività è formato da tre cifre, rappresentanti rispettivamente il macrosettore, il settore e l'attività a cui si riferisce la stima delle emissioni. Le attività prese in considerazione per la costruzione dell'inventario sono raggruppate negli 11 macrosettori riportati in Tabella 40.

Tabella 40: Macrosettori classificazione SNAP2007

Macrosettore	Descrizione
01	Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche Il macrosettore riunisce le emissioni di caldaie, turbine a gas e motori stazionari e si focalizza sui processi di combustione necessari alla produzione di energia su ampia scala e alla sua trasformazione.
02	Impianti di combustione non industriali Comprende i processi di combustione finalizzati per la produzione di calore (riscaldamento) per le attività di tipo non industriale: sono compresi, quindi, gli impianti commerciali ed istituzionali, quelli residenziali (riscaldamento e processi di combustione domestici quali camini, stufe, ecc.) e quelli agricoli.
03	Impianti di combustione industriale e processi con combustione Comprende tutti i processi di combustione strettamente correlati all'attività industriale e, pertanto, vi compaiono tutti i processi che necessitano di energia prodotta in loco tramite combustione: caldaie, fornaci, prima fusione di metalli, produzione di gesso, asfalto, cemento, ecc.
04	Processi produttivi senza combustione Comprende le rimanenti emissioni industriali che non si originano in una combustione, ma da tutti gli altri processi legati alla produzione di un dato bene o materiale (tutte le lavorazioni nell'industria siderurgica, meccanica, chimica organica ed inorganica, del legno, della produzione alimentare, ecc.).
05	Estrazione distribuzione combustibili fossili e geotermia Il macrosettore raggruppa le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore. Comprende, inoltre, anche le emissioni dovute ai processi geotermici di estrazione dell'energia.



REGIONE SICILIA

Macrosettore		Descrizione
06	Uso di solventi	Comprende tutte le attività che coinvolgono l'uso di prodotti contenenti solventi, ma non la loro produzione. (es. dalle operazioni di verniciatura e sgrassaggio sia industriale che non, fino all'uso domestico che si fa di tali prodotti).
07	Trasporti Stradali	Comprende tutte le emissioni dovute alle automobili, ai veicoli leggeri e pesanti, ai motocicli e agli altri mezzi di trasporto su strada, comprendendo sia le emissioni dovute allo scarico che quelle da usura dei freni, delle ruote e della strada.
08	Altre sorgenti mobili e macchine	Include il trasporto ferroviario, la navigazione interna, i mezzi militari, il traffico marittimo, quello aereo e le sorgenti mobili a combustione interna non su strada, come ad esempio mezzi agricoli, forestali (motoseghe, apparecchi di potatura, ecc.), quelli legati alle attività di giardinaggio (falciatrici, ecc.) e i mezzi industriali (ruspe, caterpillar, ecc.).
09	Trattamento e smaltimento rifiuti	Comprende le attività di incenerimento, spargimento, interrimento di rifiuti, ma anche gli aspetti ad essi collaterali come il trattamento delle acque reflue, il compostaggio, la produzione di biogas, lo spargimento di fanghi, ecc.
10	Agricoltura	Comprende le emissioni dovute a tutte le pratiche agricole ad eccezione dei gruppi termici di riscaldamento (inclusi nel macrosettore 3) e dei mezzi a motore (compresi nel macrosettore 8): sono incluse le emissioni dalle coltivazioni con e senza fertilizzanti e/o antiparassitari, pesticidi, diserbanti, l'incenerimento di residui effettuato in loco, le emissioni dovute alle attività di allevamento (fermentazione enterica, produzione di composti organici) e di produzione vivaistica

Macrosettore	Descrizione
11 Altre sorgenti/natura	Comprende tutte le attività non antropiche che generano emissioni (attività fitologica di piante, arbusti ed erba, fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo, vulcani, combustione naturale, ecc.) e quelle attività gestite dall'uomo che ad esse si ricollegano (foreste gestite, piantumazioni, ripopolamenti, combustione dolosa di boschi).

È stato utilizzato il sistema APEX, già adottato precedentemente dalla Regione Siciliana così come da altre regioni quali Toscana, Abruzzo, Campania e Umbria.

L'informazione contenuta nel sistema è assegnata, dal punto di vista logico, alle seguenti classi di tipologie di sorgenti: puntuali, lineari, areali e diffuse (statistiche).

Per le sorgenti puntuali sono state valutate, ai fini dello studio dei fenomeni di trasporto e diffusione degli inquinanti, oltre la quantità emessa e le coordinate del luogo di emissione, l'altezza del punto di emissione e le caratteristiche dinamiche dell'emissione (portata dei fumi, velocità di efflusso, temperatura dei fumi).

Come sorgente lineare sono indicate le principali arterie di comunicazione (strade, linee fluviali, linee ferroviarie). Per tali arterie la stima delle emissioni viene effettuata singolarmente e localizzandole precisamente sul territorio tramite le loro coordinate metriche Gauss-Boaga conformi alla CTR (carta tecnica regionale).

Come sorgente areale sono indicati i principali nodi di comunicazione (porti, aeroporti) e le principali aree di movimentazione dei materiali (cave e discariche). Per tali aree la stima delle emissioni viene effettuata singolarmente e localizzandole precisamente sul territorio tramite le loro coordinate metriche Gauss-Boaga conformi alla CTR.

Infine, per sorgenti diffuse (o statistiche) si intendono tutte quelle sorgenti non incluse nelle classi precedenti e che necessitano per la stima delle emissioni di un trattamento statistico. In particolare rientrano in questa classe sia le emissioni di origine puntiforme che, per livello dell'emissione, non rientrano nelle sorgenti puntuali, sia le emissioni effettivamente di tipo areale (ad esempio le foreste) o ubiqua (ad esempio traffico diffuso, uso di solventi domestici, ecc.).

Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti a livello regionale sono state stimate tramite misure dirette, campionarie o continue e tramite stima. In particolare per le emissioni diffuse, le emissioni lineari e quelle areali, nei casi più complessi, sono stati utilizzati modelli di stima.

Le emissioni delle sorgenti puntuali ed areali sono state invece valutate:

- utilizzando i valori dichiarati dalle aziende in opportuni questionari a loro inviati nel corso del lavoro;
- utilizzando i valori di concentrazione ai punti di emissione e i dati relativi ai fumi prodotti quando dichiarati dalle aziende;
- utilizzando i fattori di emissione dove non disponibili i dati aziendali.

I dati reperiti per le sorgenti puntuali sono stati validati raffrontando le emissioni dichiarate con quelle ottenute con l'utilizzo di fattori di emissione standard e/o con quelle ottenute sommando le emissioni calcolate per ogni singolo punto di emissione.

Nei casi particolari di attività che prevedono il rilascio degli inquinanti come emissioni diffuse e non solamente come emissioni convogliate nei punti di emissione (come per le emissioni di Composti Organici Volatili nei processi di verniciatura industriale), il calcolo delle emissioni totali degli inquinanti è stato effettuato tenendo in considerazione le quantità dichiarate di materie prime utilizzate nell'impianto (prodotti vernicianti e solventi), la loro percentuale nella composizione di composti volatili e i sistemi di abbattimento specifici adottati. Analoga procedura sarà seguita per le emissioni areali (ad esempio depositi di combustibili, discariche, aree di stoccaggio).

Tali stime insieme ai dati registrati dalla rete di monitoraggio costituiscono la base conoscitiva per la redazione del Piano di risanamento di qualità dell'aria della Regione Siciliana. In Tabella 41 sono riportate, per ciascun inquinante, le stime delle emissioni totali regionali relative agli anni 2005, 2007 e 2012 così come calcolate nell'Inventario Regionale delle Emissioni e nei suoi aggiornamenti.

Tabella 41: Valori emissivi regionali stimati dall'Inventario delle emissioni - anni 2005 - 2007 - 2012

INQUINANTE	Valore emissivo Regionale 2005 (Mg)	Valore Emissivo Regionale 2007 (Mg)	Valore Emissivo Regionale 2012 (Mg)
NO _x	98.674	98.115	74.906
SO _x	1.304.868	1.065.581	935.353
COVNM	149.858	142.832	147.071
NH ₃	17.274	18.901	20.779
CO	206.946	218.689	259.622
As	0,66	0,68	0,53
Cd	0,81	0,96	0,60
Cr	6,60	6,58	2,43
Cu	2,45	3,28	1,66
Hg	0,99	1,12	0,66
Ni	18,82	18,35	6,80
Pb	20,93	19,44	14,09
Se	2,33	0,73	0,60
Zn	16,92	17,28	29,35
PST	21.607	28.608	38.474
PM10	16.281	21.881	29.833
PM2.5	11.110	17.229	26.212
C ₆ H ₆	1.381	1.393	1.522
BC	2.299	2.706	2.840
PAH	4,1	12,4	24,4
HCB	0,075*10 ⁻³	0,072*10 ⁻³	0,108*10 ⁻³
PCB	39,6*10 ⁻³	39,6*10 ⁻³	22,5*10 ⁻³
Diossine (gITeq)	28,7	30,4	33,2

Le stime di emissioni a livello regionale per il 2012 sono riportate nella Tabella 42 con quelle effettuate a livello nazionale (Rapporto ISPRA 223/2015).

Tabella 42: Confronto tra il valore emissivo nazionale e regionale anno 2012

INQUINANTE	Valore Emissivo Nazionale nel 2012 (Mg)	Valore Emissivo Regionale nel 2012 (Mg)
NO _x	863.000	74.906
SO _x	175.000	935.353 – 28.684,13*
COVNM	862.000	147.071
NH ₃	415.000	20.779
CO	2.062.000	259.622
As	45	0,53
Cd	7	0,60
Cr	50	2,43
Cu	128	1,66
Hg	8	0,66
Ni	33	6,80
Pb	260	14,09
Se	11	0,60
Zn	929	29,35
PST	186.000	38.474
PM10	147.000	29.834
PM2.5	121.000	26.212
BC	24.000	2.840
PAH	63	24,4
HCB	22*10 ⁻³	0,11*10 ⁻³
PCB	218*10 ⁻³	22,5*10 ⁻³
Diossine (gITeq)	222	33,2

*Il valore non considera il contributo emissivo dell'Etna ed è quello che viene confrontato con il valore emissivo nazionale. Le emissioni di SO₂ dell'Etna sono superiori a quelle nazionali di un fattore 5.

Nell'ambito dell'attività svolta da ENEA, ISPRA e ARPA per l'armonizzazione degli inventari regionali con le stime nazionali (*Inventari regionali delle emissioni in atmosfera e loro articolazione a livello locale – Maggio 2016*) ENEA ed ISPRA hanno prodotto un primo scenario emissivo regionale, ottenuto tramite procedura di scalatura top-down dallo scenario emissivo nazionale, da confrontare con l'inventario delle emissioni del 2010, o di un anno vicino se non disponibile l'inventario del 2010. Il confronto dei dati tra l'inventario regionale del 2012 fornito da ARPA Sicilia e il modello GAINS-Italia per il 2010 mostra che le due stime sono allineate e che i risultati per quasi tutti i parametri, ad esclusione dell'ammoniaca, presentano uno scarto inferiore al 10%, ritenuto accettabile a livello internazionale per i dati emissivi totali, confermando l'affidabilità delle stime effettuate a livello regionale.

Di seguito (*cfr.* Figura 23) si riporta per i principali inquinanti il confronto tra i valori totali di

emissione stimati con i due modelli.

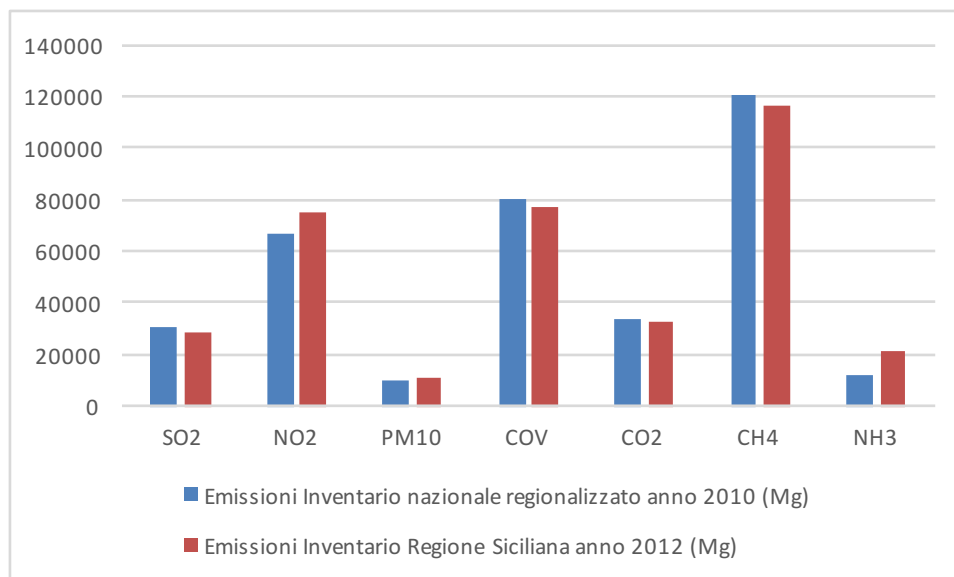


Figura 23: Confronto tra emissioni stimate (Mg) dall'inventario regionale (2012) e quelle stimate (Mg) a livello nazionale regionalizzato (2010)

Sono stati inoltre effettuati degli approfondimenti per la stima delle sorgenti delle emissioni negli Agglomerati di Palermo e Catania e nella zona Aree Industriali al fine di valutare i diversi contributi dei macrosettori presi in considerazione a livello regionale in tali aree nelle quali negli ultimi anni sono stati registrati superamenti dei valori limite e/o dei valori obiettivo per i parametri normati dal D.Lgs. 155/2010.

Tali approfondimenti sono stati pubblicati sul sito di ARPA Sicilia nell'ambito di studi sulla qualità dell'aria nell'Agglomerato di Palermo⁵⁴, nell'Agglomerato di Catania⁵⁵ e nella Zona Aree Industriali⁵⁶.

Tali documenti (*cfr.* Allegati 4, 5 e 6) sono stati redatti al fine di fornire dati utili agli amministratori locali nell'individuazione dei macrosettori responsabili del maggior impatto sulla qualità dell'aria in ambito comunale per mettere in atto le misure di risanamento della qualità dell'aria più efficaci, ai sensi di quanto previsto all'art. 11 del D.Lgs. 155/2010, e per individuare nelle Aree Industriali, dove sono presenti un numero rilevante di complessi industriali di notevoli dimensioni, caratterizzate da elevati consumi di combustibili e notevoli volumi di emissioni in atmosfera, centrali termoelettriche, raffinerie, impianti petrolchimici e cementifici, le sorgenti puntuali responsabili del maggior carico emissivo.

Nei paragrafi che seguono si riportano in maniera sintetica, per gli inquinanti oggetto di stima nell'Inventario delle emissioni, le principali sorgenti emissive individuate a livello regionale, il trend

⁵⁴ (<http://www.arpa.sicilia.it/primopiano/piano-regionale-di-tutela-della-qualita-dellaria-in-sicilia-agglomerato-di-palermo-prima-parte/>)

⁵⁵ (<http://www.arpa.sicilia.it/primopiano/piano-regionale-di-tutela-della-qualita-dellaria-in-sicilia-agglomerato-di-catania-prima-parte/>)

⁵⁶ (http://www.arpa.sicilia.it/wp-content/uploads/2016/12/Piano-Aria-Aree-Industriali_10.pdf)

stimato nel periodo 2005-2012 e per il 2012 le mappe delle emissioni a livello comunale e disaggregate su maglia 1km x 1km. Verranno inoltre descritti gli approfondimenti effettuati per gli Agglomerati di Palermo e Catania e per la zona Aree Industriali al fine di valutare i diversi contributi delle sorgenti emissive in tali Aree.

1.4.2 Contributo delle sorgenti emissive per inquinante a livello regionale

1.4.2.1 *Biossido di azoto*

Le emissioni degli ossidi di azoto relative al 2012 (circa 75.000 Mg) sono dovute principalmente ai trasporti che complessivamente contribuiscono per il 67% alle emissioni totali, di queste il 55% sono dovute ai trasporti stradali (41.000 Mg) ed il 12% ad altre sorgenti mobili (circa 9.000 Mg). Gli impianti di combustione nell'industria dell'energia contribuiscono per il 15,1%, mentre gli impianti di combustione industriali per circa il 7,9%.

In Figura 24 è riportato il confronto tra gli anni 2005, 2007 e 2012 da cui si rileva una forte riduzione delle emissioni, pari al 24,1%, essenzialmente dovuta alla diminuzione del contributo dei trasporti stradali e delle altre sorgenti mobili a causa del rinnovo del parco circolante e, negli ultimi anni, alla diminuzione dei consumi e delle percorrenze, dovute alla crisi economica. Contribuisce al trend anche il settore degli Impianti di produzione e trasformazione di fonti energetiche con una riduzione delle emissioni dovute sia alla riduzione della produzione che alle innovazioni tecnologiche.

In parte contribuisce a tale andamento anche il settore della Combustione industriale e processi con combustione, dove la causa è da ricercarsi in un decremento della produzione industriale e nella chiusura di alcuni stabilimenti.

Nell'ambito delle emissioni da sorgenti industriali puntuali, la situazione è caratterizzata dalla presenza di un numero limitato di impianti con emissioni molto rilevanti. Si segnalano in particolare i seguenti impianti con emissioni superiori alle 500 Mg:

- ESSO Italiana Raff. di Augusta
- Raffineria di Milazzo
- Raffineria di Gela
- ISAB Srl - Raff. Impianti sud
- Italcementi di Isola delle Femmine
- Colacem - Cementeria di Ragusa
- Buzzi Unicem - Stabilimento di Augusta
- ISAB Energy - Impianto IGCC
- Versalis SpA - Stabilimento di Priolo
- Colacem - Cementeria di Modica
- EDIPOWER - Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela



REGIONE SICILIA

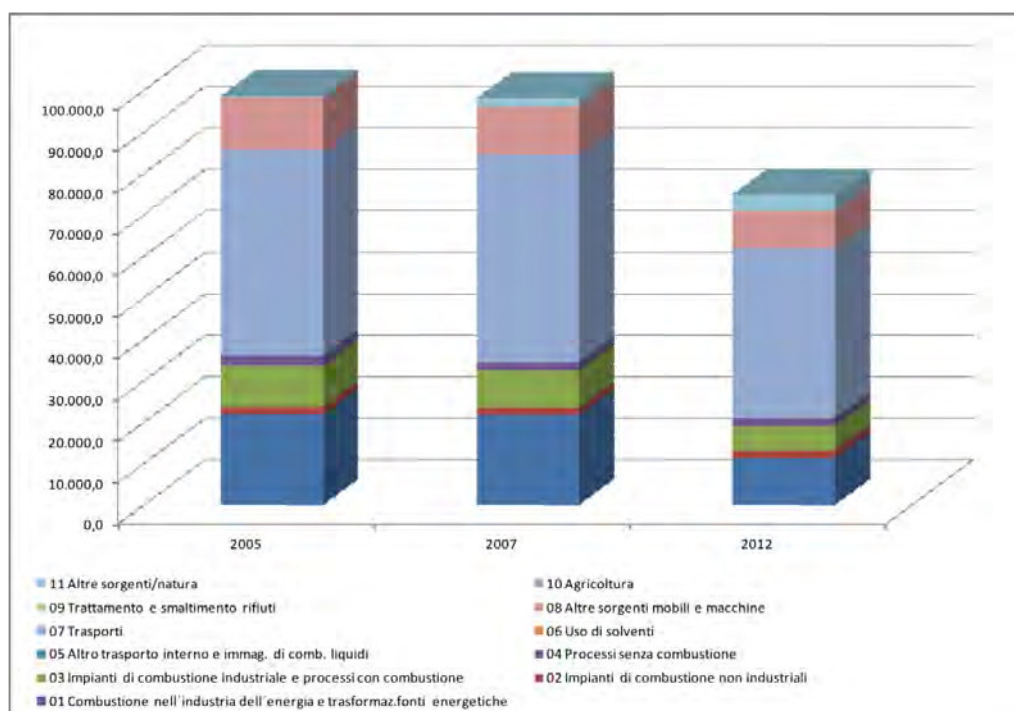


Figura 24: Emissioni totali di NO_x (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

La riduzione del carico emissivo dal 2005 al 2012 (24,1%) risulta comunque inferiore a quella relativa allo stesso periodo registrata a livello nazionale (30,6%). (Report ISPRA 223/2015).

Le mappe delle emissioni degli ossidi di azoto nel 2012 distribuite per comune (*cfr.* Figura 25) e, disaggregate su reticolo 1km x 1km (*cfr.* Figura 26) mostrano che gli agglomerati di Palermo, Messina e Catania sono interessati dalle quantità di emissioni di ossidi di azoto più elevate. Nello stesso intervallo di emissione ricadono pure i comuni di Milazzo, Gela, Ragusa, Priolo ed Augusta dove è significativo il contributo degli impianti di combustione nell'industria dell'energia e trasformazioni di fonti energetiche e gli impianti di combustione industriali sopra riportati.

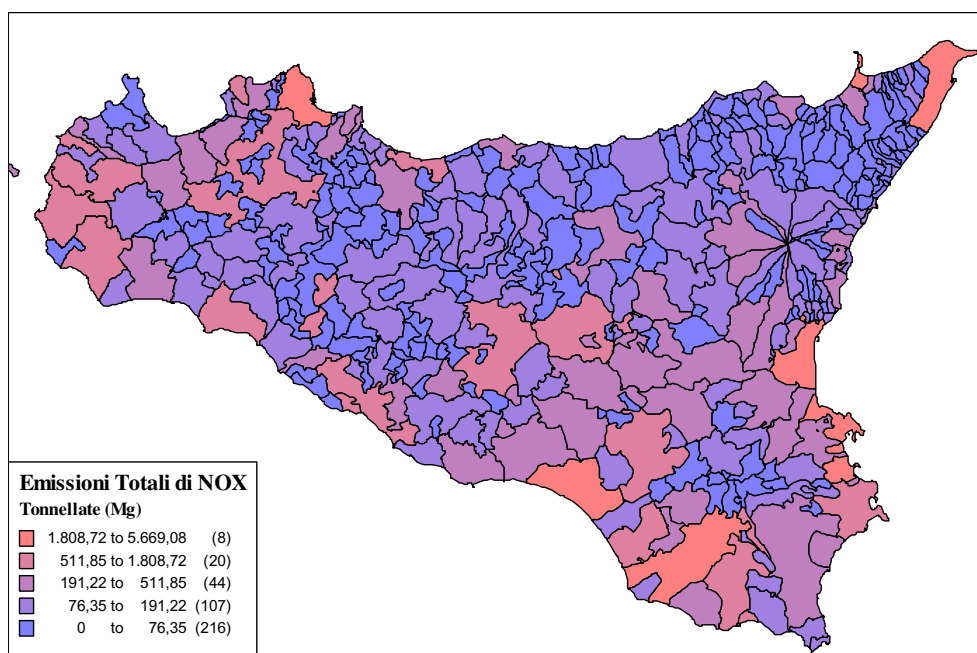


Figura 25: Emissioni di Ossidi di Azoto nel 2012 per comune

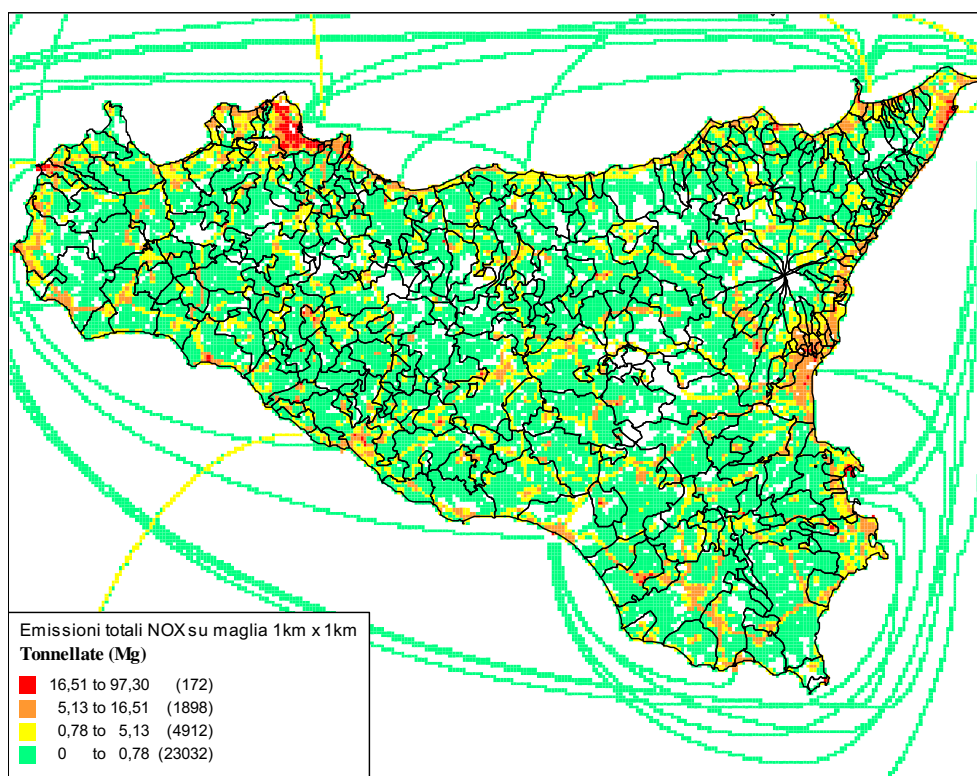


Figura 26: Emissioni di Ossidi di Azoto nel 2012 per maglia 1km x 1km

1.4.2.2 Particolato fine PM10

Per il PM10 si registra un significativo incremento nella stima delle emissioni nel 2007 e nel

2012 a causa dall'aumento delle superfici incendiate (macrosettore 11 - altre sorgenti/natura), come riportato nella Figura 27, che contribuisce, insieme alle altre sorgenti naturali, alle emissioni con il 57% pari a 17.000 Mg. Gli Impianti di combustione non industriali rappresentano quasi il 16% delle emissioni con quasi 5.000 Mg, mentre i Trasporti stradali sono causa di circa l'11% delle emissioni di polveri, con oltre 3.000 Mg.

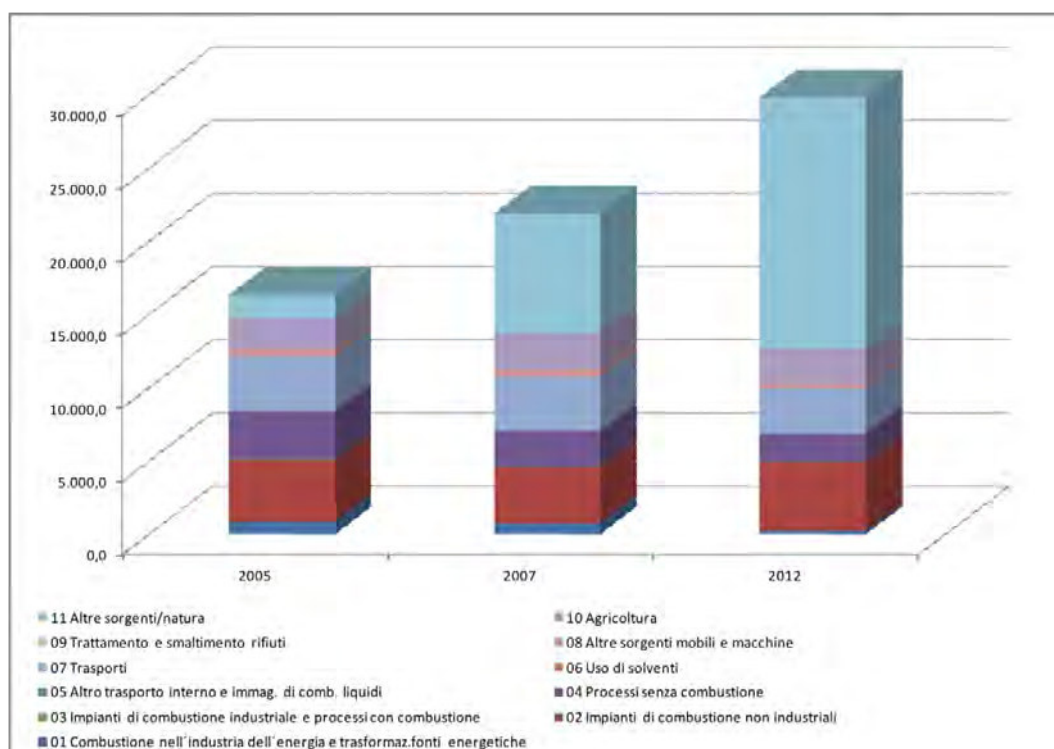


Figura 27: Emissioni totali di PM10 (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

Va tuttavia sottolineato che il 2007 e il 2012 sono stati due anni anomali per gli incendi in Sicilia (*cfr.* Figura 28). Se infatti si prende come rappresentativo delle emissioni da incendi forestali l'andamento medio registrato dal 2000, la tendenza generale delle emissioni è oscillante intorno ad un valore pari a circa 3500 Mg per effetto della riduzione delle emissioni da trasporti e dell'aumento delle emissioni dal settore civile.

Tale evidenza per gli anni 2007 e 2012 comunque non esime gli uffici competenti dall'adottare azioni sempre più efficaci di prevenzione e tutela del nostro patrimonio boschivo, visto anche le ricadute sulla qualità dell'aria nei territori dove si verifica l'incendio.

Ricalcolando le percentuali di emissione con l'accortezza di adottare come contributo degli incendi boschivi il valore medio registrato dal 2001, si evidenzia che gli impianti di combustione non industriali associabili ai consumi di legna, rappresentano quasi il 15% delle emissioni, mentre i trasporti stradali sono circa l'11%.

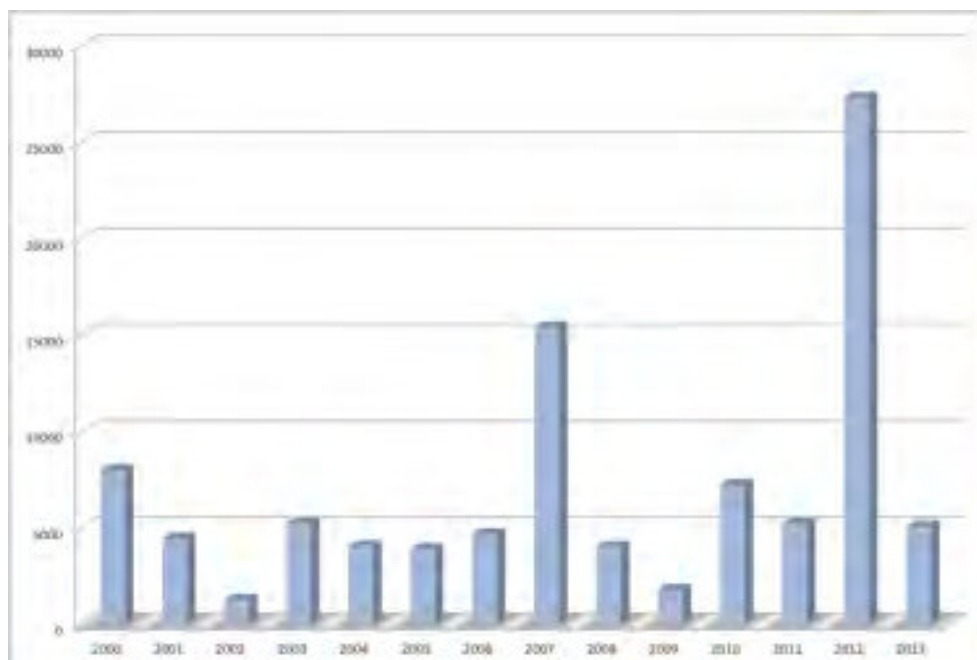


Figura 28: Andamento della superficie forestale percorsa dal fuoco (ha)

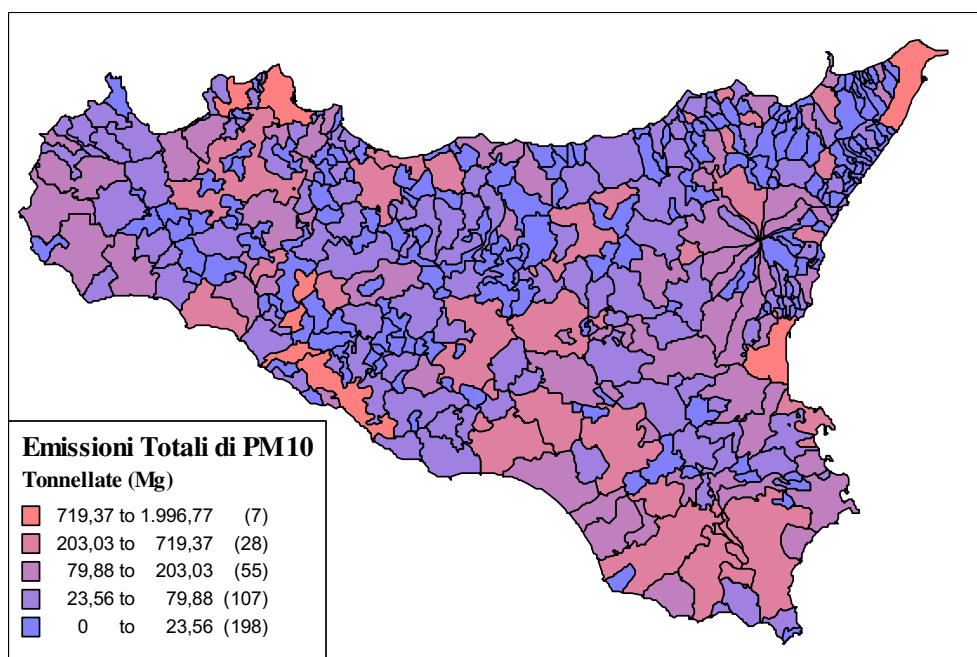


Figura 29: Emissioni di particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron nel 2012 per comune

Normalizzando quindi il contributo degli incendi, si registra dal 2005 al 2012 una riduzione delle emissioni di PM10 pari al 15%, confrontabile con la riduzione del 14% per lo stesso periodo a livello nazionale (Report ISPRA 223/2015).

La mappa delle emissioni di PM10 nel 2012 distribuite per comune (*cfr.* Figura 29) conferma che le emissioni maggiori si riscontrano negli agglomerati di Palermo, Messina e Catania e nei comuni

dove hanno sede gli impianti con emissioni superiori ai 20 Mg:

- ESSO Italiana Raff. di Augusta
- Raffineria di Milazzo
- ENEL - Centrale di Porto Empedocle
- RAFFINERIA DI GELA
- Italcementi di Porto Empedocle
- ENEL - Centrale Termoelettrica di Augusta.

Nel processo di disaggregazione su reticolo 1km x 1km, il contributo dovuto agli incendi, è stato distribuito omogeneamente sulle aree boschive (*cfr.* Figura 30). Tale distribuzione determina una diluizione spaziale e temporale del reale impatto di un incendio che in realtà è concentrato nell'arco temporale e nel territorio in cui si determina.

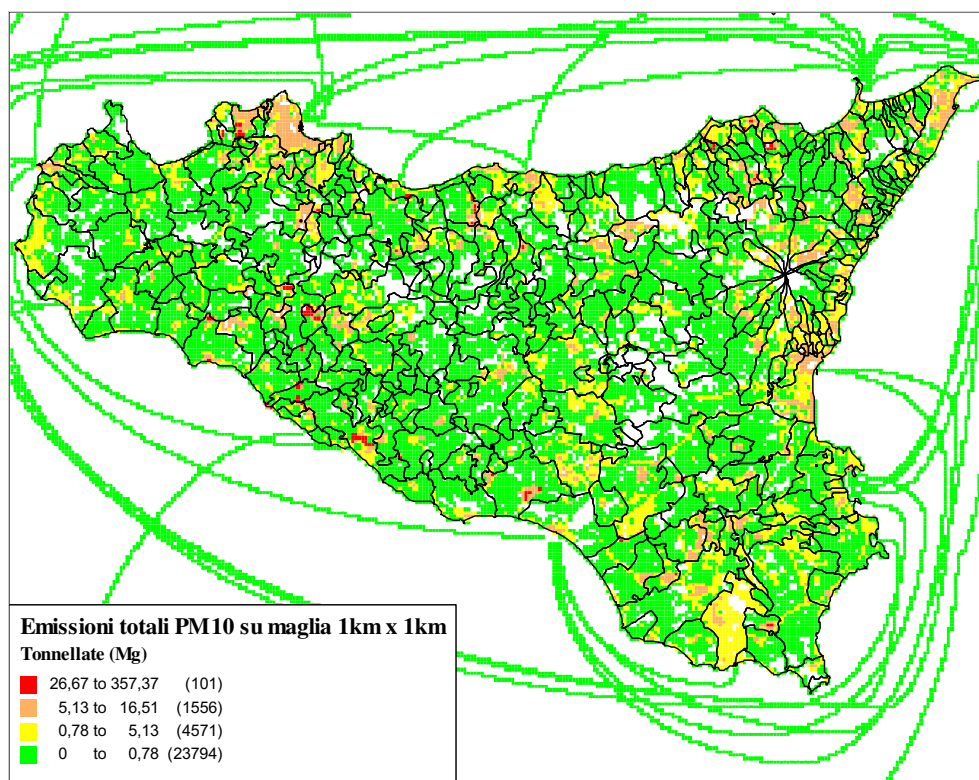


Figura 30: Emissioni di particelle PM10 nell'anno 2012 per maglia 1km x 1km

La mappa nazionale delle emissioni di PM10 dovute a processi industriali (*cfr.* Figura 31), tratta dal Report ISPRA 2015, conferma che le province di Siracusa, Ragusa, Caltanissetta, Messina e Palermo risultano tra quelle più impattate in Sicilia. Si precisa comunque che su tutto il territorio regionale il contributo delle sorgenti puntuali sulle emissioni totali di PM10 è circa pari a 1,5%.

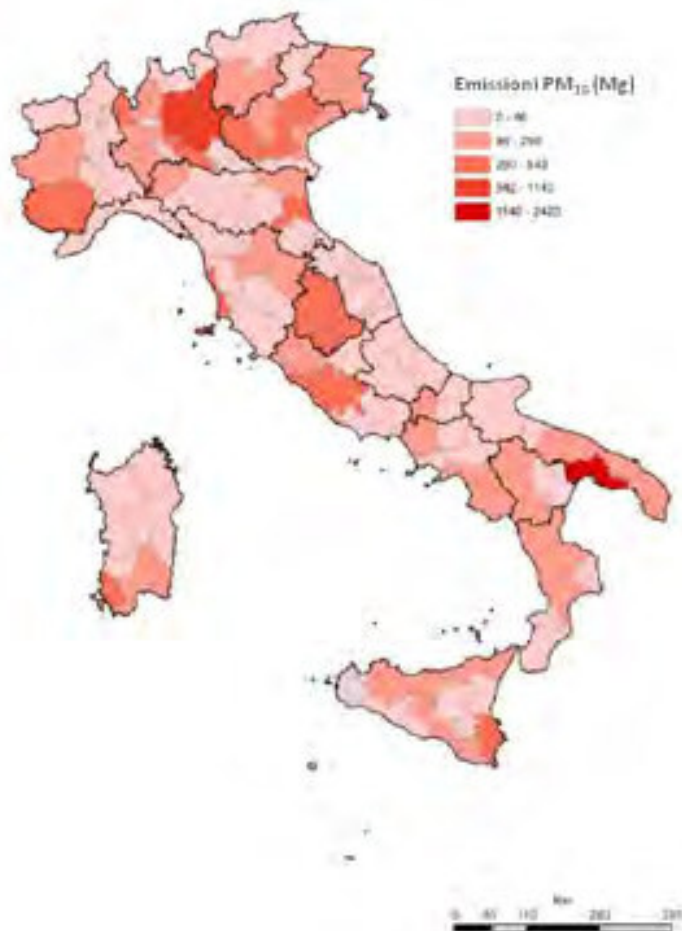


Figura 31: Emissioni di PM10 (Mg) da processi industriali (2010)

1.4.2.3 Particolato fine PM2,5

Le emissioni di PM2,5 sono principalmente dovute agli incendi forestali che nel 2012 sono responsabili, insieme alle altre sorgenti naturali, del 66% delle emissioni con oltre 17.000 Mg. Gli impianti di combustione non industriali contribuiscono per il 17% con circa 4.500 Mg mentre i Trasporti Stradali influiscono per circa il 10%, pari a circa 2.650 Mg.

Per le polveri PM2,5 la situazione è quindi sostanzialmente analoga a quelle delle PM10, come riportato in Figura 32, e la tendenza generale delle emissioni è di leggera riduzione per effetto della riduzione delle emissioni da trasporti e delle emissioni dal settore civile.

Al netto del contributo degli incendi, si registra dal 2005 al 2012 una modesta riduzione delle emissioni di PM2,5 (7%), pari però a solo la metà della riduzione registrata a livello nazionale per lo stesso periodo (14%) (Report ISPRA 223/2015).

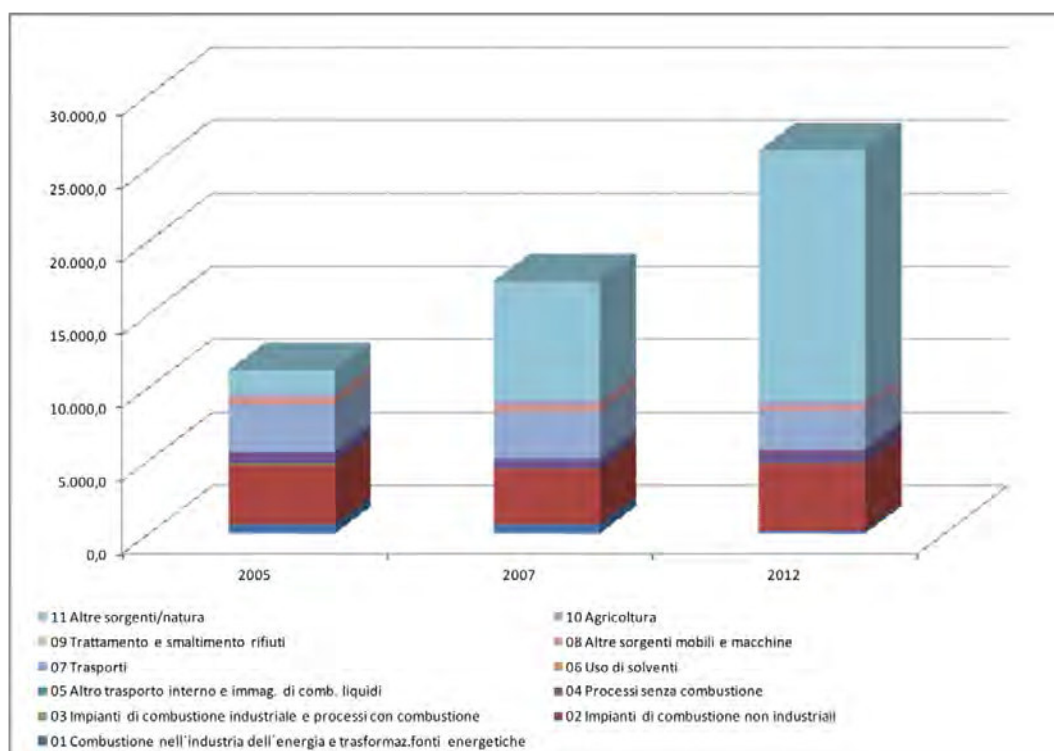


Figura 32: Emissioni totali di PM_{2,5} (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

Nonostante anche per il PM_{2,5} il contributo delle sorgenti puntuali sia molto modesto, pari all'1,4%, si segnalano i seguenti impianti con emissioni di polveri totali superiori a 40 Mg:

- ISAB S.r.l. – Raffineria Impianti SUD
- Raffineria di Milazzo
- ESSO Italiana Raffineria di Augusta
- RAFFINERIA DI GELA
- ISAB Energy - Impianto IGCC

Rispetto agli impianti più impattanti per PM₁₀, si osserva anche l'influenza di due stabilimenti ISAB di Priolo, per i quali valgono le stesse considerazioni fatte per gli altri impianti già segnalati con emissioni di PM₁₀ superiori ai 20 Mg.

Le emissioni di black carbon (circa 2.840 Mg nel 2012), seppur condizionate dall'elevato numero di incendi boschivi del 2012 che incidono, insieme alle altre sorgenti naturali, al 26% (circa 750 Mg), sono dovute ai trasporti stradali per circa il 46% con 1.300 Mg ed al settore impianti di combustione non industriali (17%) per l'utilizzo della legna come combustibile. Le sorgenti puntuali, con 107.713 Mg, contribuiscono per il 3,7% delle emissioni totali.

Al netto del contributo degli incendi, si registra dal 2005 al 2012 una modesta riduzione pari a 9%, non in linea con la riduzione del 33% per lo stesso periodo a livello nazionale (Report ISPRA 223/2015).

La ridotta diminuzione del PM_{2,5} e del BC dal 2005 al 2012, al netto del contributo degli incendi, rispetto a quella registrata a livello nazionale, rafforza la necessità di una decisa azione di risanamento nell'ambito dei trasporti stradali e degli impianti di combustione non industriali, visto che

gli stessi costituiscono la principale causa di tali emissioni.

1.4.2.4 *Biossido di zolfo*

Le emissioni di ossidi di zolfo, per i quali negli ultimi anni non si sono rilevati nelle stazioni fisse superamenti dei limiti normati, sono state causate nell'anno 2012, per il 65% dagli impianti di combustione industriale per la produzione di energia e dai processi industriali con combustione e per circa il 26% dal settore processi senza combustione. Il rimanente contributo pari al 9% è da ascrivere ai trasporti non su strada (Altre sorgenti mobili) (7%) e su strada (2%).

In tale computo è stato escluso il contributo dei vulcani che, nel 2012, hanno originato SO₂ per circa 905.200 Mg che rappresenta circa il 97% delle emissioni totali di SO₂ a livello regionale.

Il contributo dell'Etna risulta particolarmente evidente dalla mappa delle emissioni a livello comunale (*cfr.* Figura 33) in cui si evidenzia un elevato impatto nel comune di Paternò, comune alle pendici dell'Etna.

Il contributo delle sorgenti puntuali, con 25.673 Mg, è pari a circa il 3% delle emissioni totali, ma tale contributo è ben più elevato (90%) se non consideriamo le emissioni di origine vulcanica. Tra le sorgenti puntuali, con emissioni di ossidi di zolfo nel 2012 superiori a 500 Mg, sono da segnalare i seguenti impianti:

- RAFFINERIA DI GELA
- ISAB S.r.l. - Raff. Impianti SUD
- Raffineria di Milazzo
- ESSO Italiana Raff. di Augusta
- EDIPOWER - Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela
- Italcementi di Isola delle Femmine.

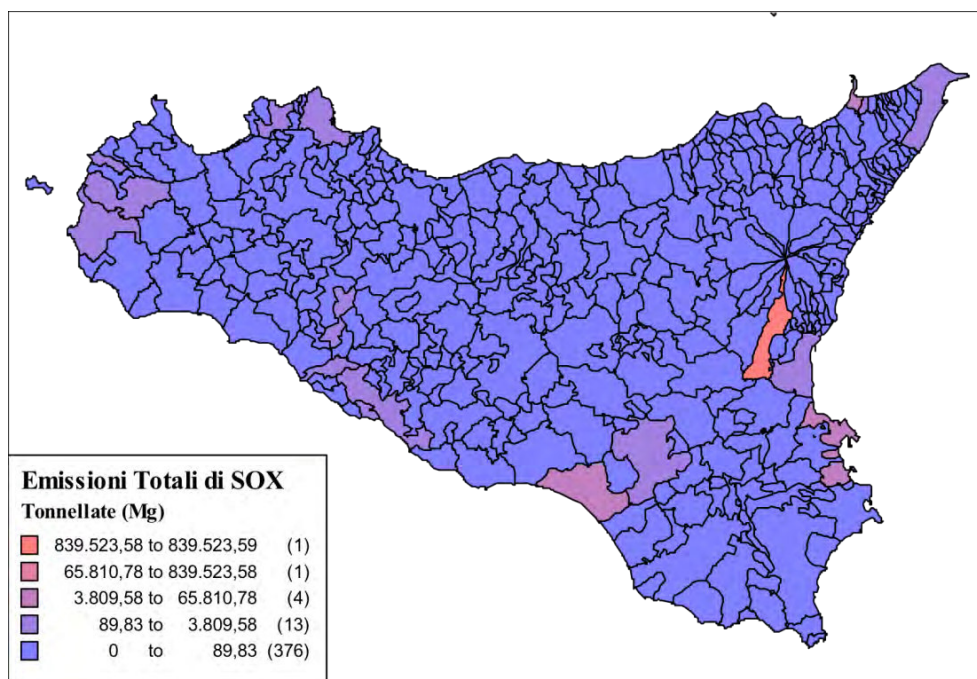


Figura 33: Emissioni di SO₂ nel 2012 per comune

Si evidenzia comunque un decremento pari al 70% delle emissioni di ossidi di zolfo dal 2005 al 2012 nel settore combustione nell'industria dell'energia e trasformazione delle fonti energetiche. Tale diminuzione, che non tiene conto delle cause naturali è confrontabile ed anzi maggiore rispetto a quella registrata a livello nazionale nello stesso periodo (65%) (Report ISPRA 223/2015) ed in linea con quanto previsto nella Convenzione UNECE/CLRTAP, che prevede per il 2020 una diminuzione del 45% della emissione del 2005.

Si sottolinea che l'andamento registrato, calcolato sulla base delle emissioni dichiarate dai principali stabilimenti, è stato determinato dall'inserimento di sistemi di abbattimento degli ossidi di zolfo su alcuni gruppi o dal rinnovamento degli stessi negli impianti nonché dall'utilizzo di combustibili a basso tenore di zolfo (BTZ). Anche la minore produzione contribuisce al trend decrescente.

In Figura 34 è rappresentato l'andamento delle emissioni per macrosettore, escludendo il macrosettore 11 e quindi il contributo da sorgenti naturali.

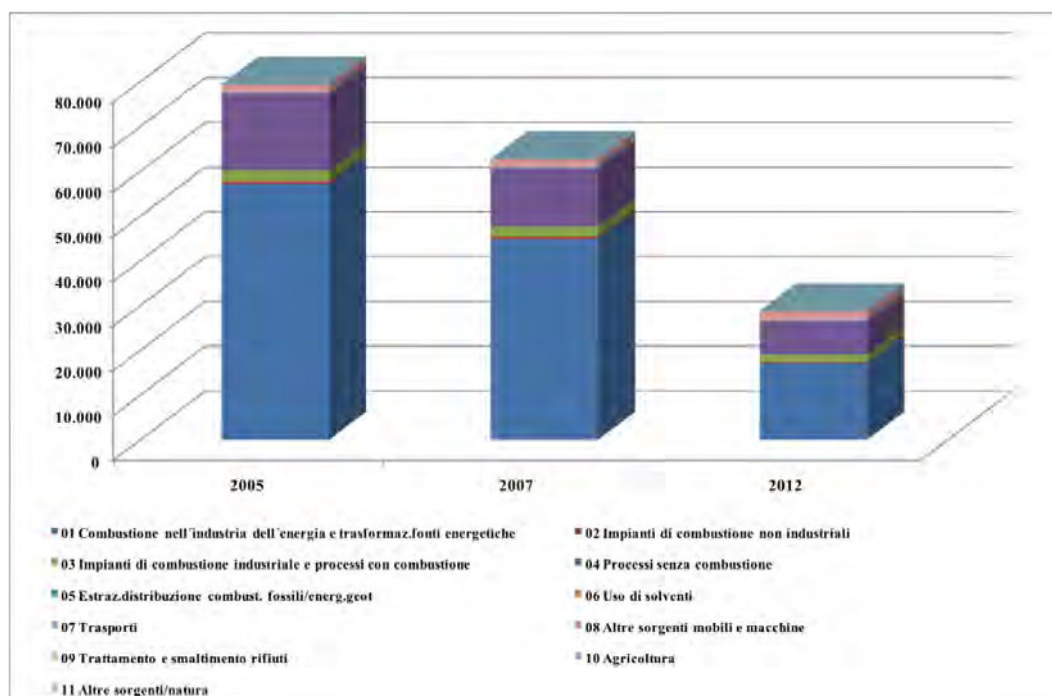


Figura 34: Emissioni totali di SO₂ (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

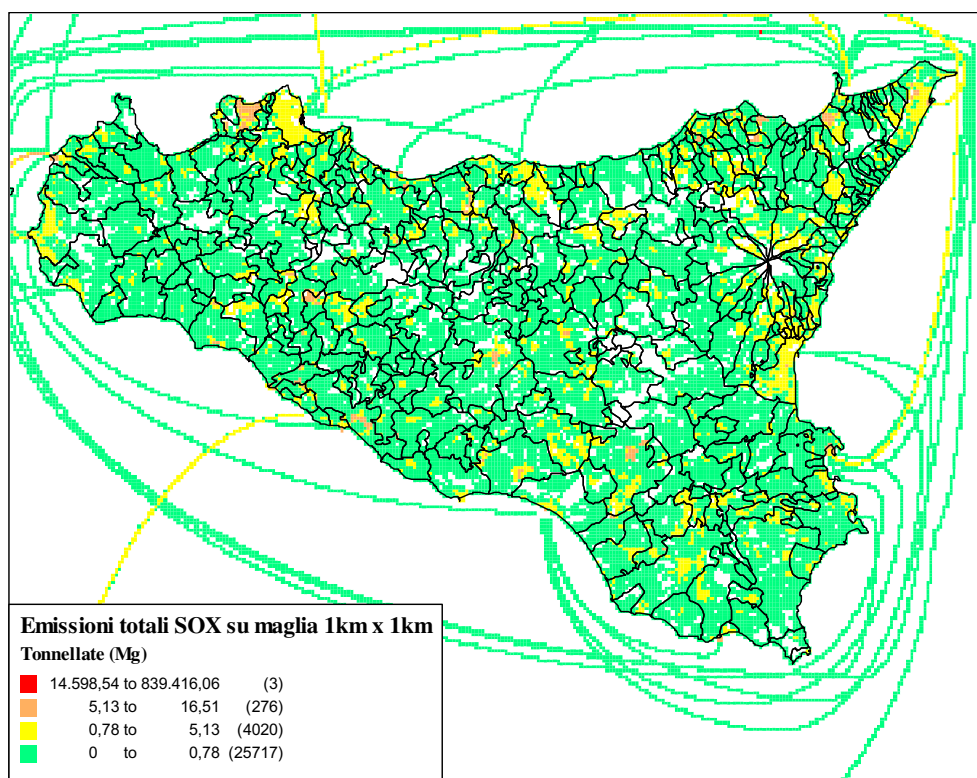


Figura 35: Emissioni di SO₂ nel 2012 per maglia 1km x 1km

Tale inquinante non sembra costituire più una criticità per la qualità dell'aria sul territorio siciliano come messo anche in evidenza dalla distribuzione delle emissioni disaggregate per maglia 1km x 1km (Figura 35).

1.4.2.5 Monossido di carbonio

Per il monossido di carbonio nel 2012 si registra un andamento pressoché analogo al PM10 (*cfr.* Figura 36), con un contributo rilevante dovuto agli incendi (55% pari a circa 140.000 Mg), segue il settore dei Trasporti stradali che contribuiscono per il 32% con circa 82.000 Mg. Il settore Impianti di combustione non industriali con circa 26.000 Mg è responsabile del 10% circa delle emissioni totali. Le sorgenti puntuali, con 6.596 Mg, contribuiscono per il 2,5% sulle emissioni totali.

Si evidenzia dal 2005 al 2012 una forte riduzione delle emissioni dovuta alla diminuzione del contributo dei trasporti stradali.

La riduzione delle emissioni dal 2005 al 2012, al netto del contributo degli incendi, risulta pari a 38%, confrontabile con una diminuzione del 36% calcolata nello stesso periodo a livello nazionale (Report ISPRA 223/2015).

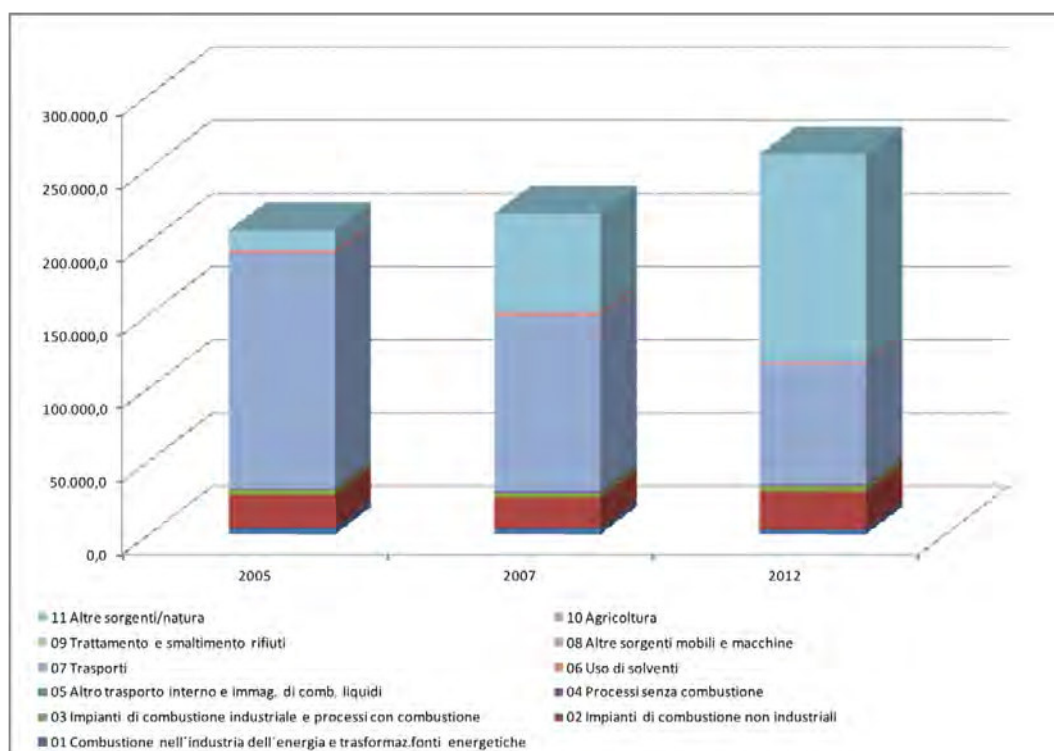


Figura 36: Emissioni totali di CO (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

Si segnala inoltre che, sebbene per tale inquinante non sono stati registrati concentrazioni superiori ai limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010, i contributi con emissioni superiori a 400 Mg nel 2012 sono causati dai seguenti impianti:

- RAFFINERIA DI GELA
- Buzzi Unicem - Stabilimento di Augusta
- ENEL - Centrale Ettore Majorana
- ISAB S.r.l. – Raffineria Impianti SUD
- Raffineria di Milazzo
- Italcementi di Isola delle Femmine

Le mappe delle emissioni di CO nel 2012, a livello comunale (*cfr.* Figura 37) confermano che le emissioni maggiori, per quanto falsate dall'anomalo dato sugli incendi, si riscontrano negli agglomerati di Palermo, Messina e Catania dove si registra un maggior impatto dovuto al traffico veicolare.

Nel processo di disaggregazione su reticolo 1km x 1km, il contributo dovuto alle fonti naturali, è stato distribuito omogeneamente sulle aree boschive. Tale distribuzione determina una diluizione spaziale e temporale del reale impatto di un incendio che in realtà è concentrato nell'arco temporale e nel territorio in cui si determina. La mappa delle emissioni disaggregate (*cfr.* Figura 38) riflette il contributo alle emissioni di CO dovuto al traffico veicolare, alle sorgenti naturali e alla presenza di impianti industriali.



REGIONE SICILIA

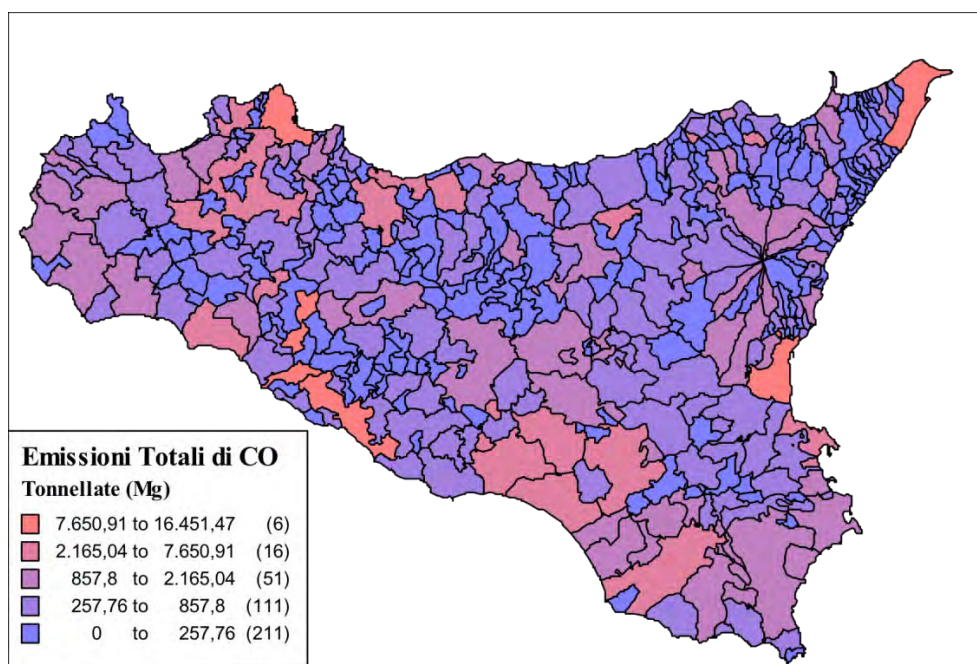


Figura 37: Emissioni di CO nel 2012 per comune

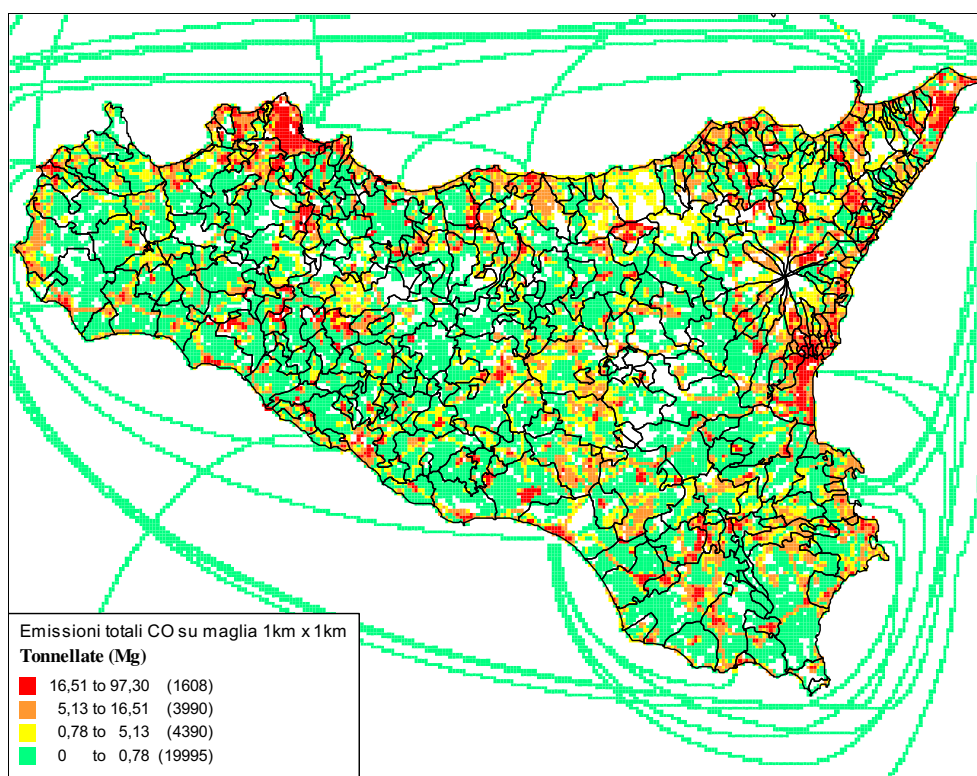


Figura 38: Emissioni di CO nel 2012 per maglia 1km x 1km

1.4.2.6 Benzene

Le emissioni di benzene (pari a 1.522 Mg nel 2012), causate per oltre il 42% (pari a 650 Mg) dagli incendi, dipendono anche dal settore dei trasporti stradali (27% circa del totale e 410 Mg) e dal settore degli impianti di combustione non industriali (22% circa e 350 Mg). Il contributo delle sorgenti puntuali sulle emissioni totali, con 29 Mg nel 2012, è circa l'1,9%.

Nel 2012 si è registrata, al netto del contributo degli incendi, una riduzione pari al 36% del carico emissivo rispetto al 2005. La tendenza generale delle emissioni è di riduzione per effetto della diminuzione delle emissioni da trasporti a fronte di un leggero incremento delle emissioni dal settore civile.

Tale inquinante, sebbene solo nel 2012 si sia registrato un superamento del limite medio annuo nella provincia di Siracusa, merita comunque uno specifico studio, come verrà meglio descritto nei paragrafi che seguono, nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientale in modo da correlare le oscillazioni orarie e/o giornaliere delle concentrazioni in aria con le emissioni dalle sorgenti puntuali, legate alla presenza di impianti industriali, nelle stesse unità di tempo. Dall'analisi delle concentrazioni medie orarie registrate dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio e dal laboratorio mobile nel corso delle due campagne condotte nel 2015 nell'area di Siracusa è emersa infatti la presenza di picchi della concentrazione media oraria, maggiori rispetto a quelli registrati nelle centraline influenzate esclusivamente dal traffico veicolare.

1.4.2.7 Composti Organici Volatili

Per i composti organici volatili non metanici (COVNM) nel 2012 le emissioni sono dovute per più del 49% al settore altre sorgenti/natura con circa 72.000 Mg, ed in particolare alle sorgenti biogeniche con un contributo degli incendi forestali. Il 19% delle emissioni sono invece dovute all'uso di solventi (con circa 29.000 Mg). Il settore dei trasporti stradali contribuisce infine per il 10% (circa 18.000 Mg). Escludendo il valore anomalo delle emissioni provenienti dagli incendi verificatisi nel 2012 la tendenza generale delle emissioni di COVNM è di riduzione.

Tale riduzione è dovuta ad una diminuzione delle emissioni provenienti dai settori dei trasporti stradali, dell'uso dei solventi e dei processi senza combustione come riportato in Figura 39.

Si registra dal 2005 al 2012, al netto del contributo degli incendi, una riduzione pari al 23%, inferiore a quella calcolata nello stesso periodo a livello nazionale, pari a 30.7% (Report ISPRA 223/2015).

Si evidenzia che la Convenzione UNECE/CLRTAP prevede per il 2020 un livello emissivo per tale classe di inquinanti pari al 65% di quella del 2005. È pertanto necessario prevedere delle azioni che incidano sui settori che contribuiscono maggiormente alle emissioni di COVNM in considerazione che tale classi di inquinanti è coinvolta, insieme agli ossidi di azoto, nel processo di formazione dell'ozono nelle basse fasce dell'atmosfera.

Il contributo delle sorgenti puntuali alle emissioni totali di COVNM è poco superiore al 10%. Tra tali sorgenti si segnalano i seguenti impianti con emissioni superiori a 900 Mg nel 2012:

- ISAB S.r.l. - Raff. Impianti SUD (SR)
- Distilleria Bertolino S.p.A. (PA)
- Raffineria di Milazzo
- ESSO Italiana Raff. di Augusta

- ISAB S.r.l. - Raff. Impianti NORD (SR)
- Snam Rete Gas - Centrale di Messina
- Snam Rete Gas - Centrale di Enna.

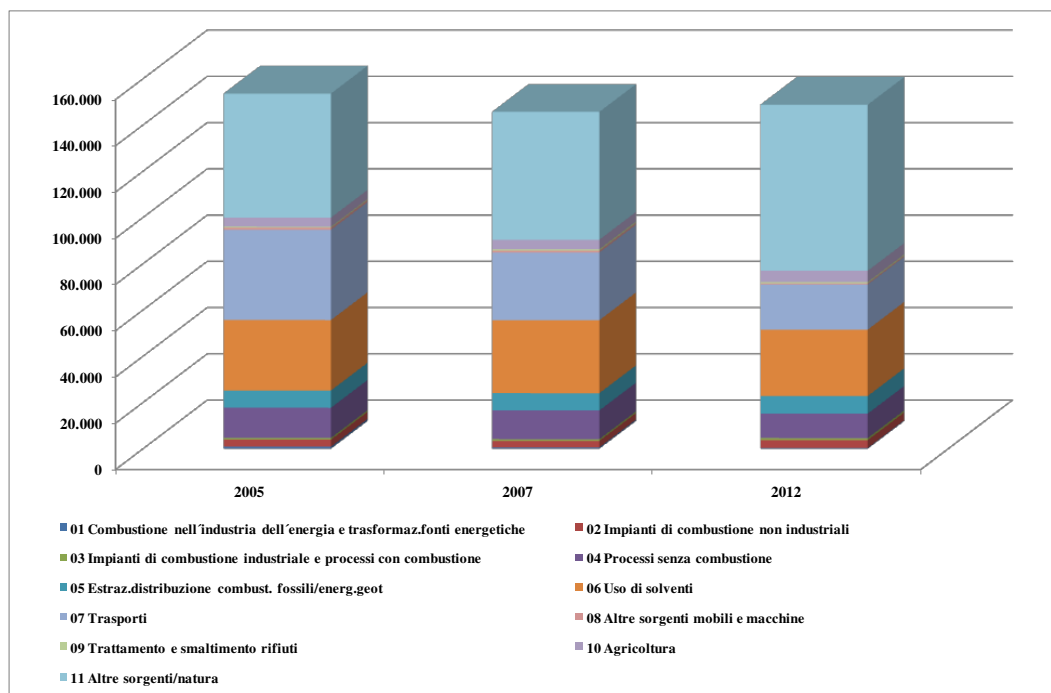


Figura 39: Emissioni totali di COVNM (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

Le mappe delle emissioni di COVNM nel 2012, espresse come quantità annuale, distribuite per comune (*cfr.* Figura 40) confermano che gli Agglomerati di Palermo, Messina e Catania e i comuni rientranti nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientale sono interessati dalle quantità di emissioni di COVNM più elevate. La mappa relativa alle emissioni di COVNM a livello nazionale (Report ISPRA), riportata in Figura 42, evidenzia che la provincia di Palermo è tra le province con il maggiore carico di emissioni in Italia, mentre i dati registrati nell'area industriale di Siracusa confermano il contributo dovuto alle attività industriali nelle aree ad elevato rischio di crisi ambientale.

Nel processo di disaggregazione su reticolo 1km x 1km, il contributo dovuto alle fonti naturali (incendi e emissioni biogeniche), è stato distribuito omogeneamente sulle aree boschive, ragion per cui la mappa (*cfr.* Figura 41) riflette il contributo alle emissioni di COVNM dovuto al traffico veicolare e alla presenza di aree boschive.

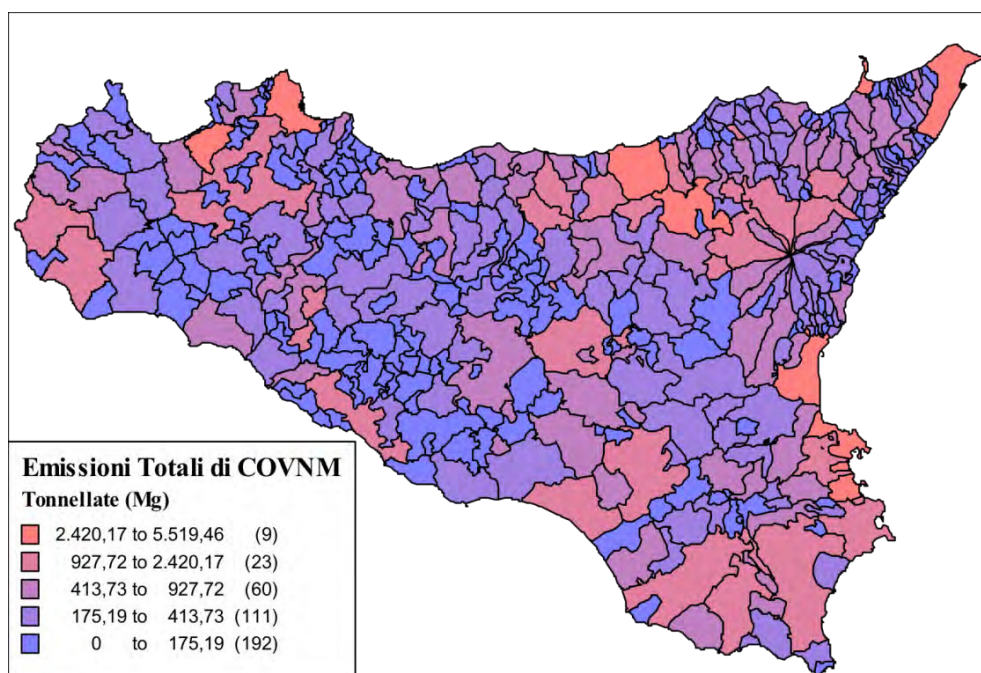


Figura 40: Emissioni di Composti Organici Volatili nel 2012 per comune

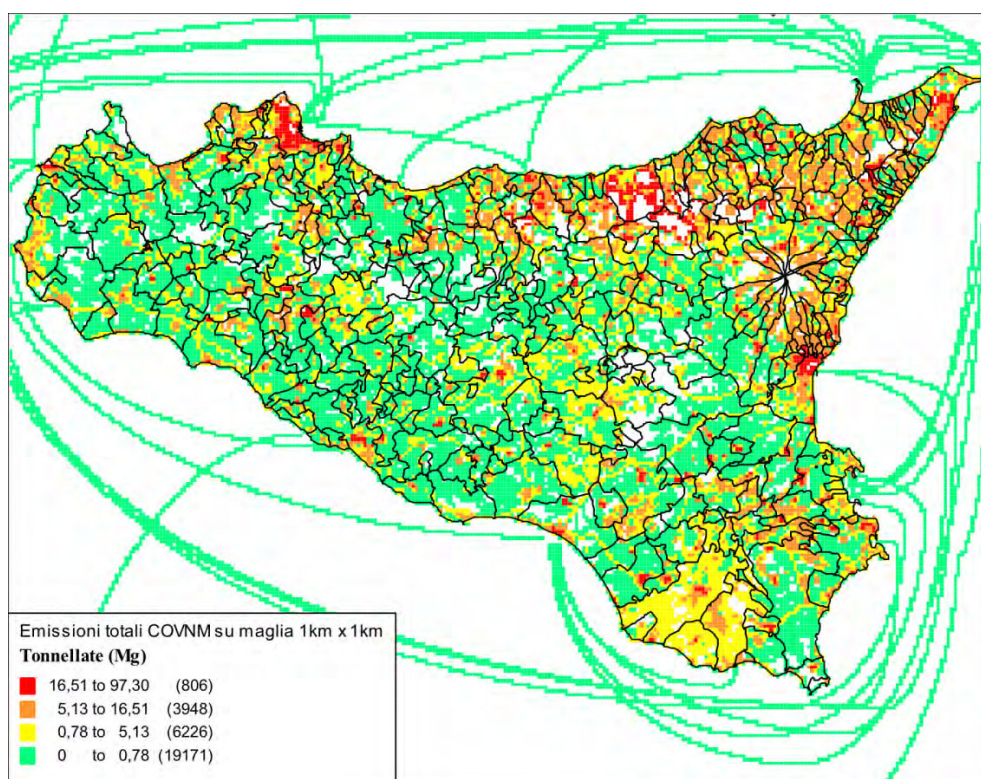


Figura 41: Emissioni di Composti Organici Volatili nel 2012 per maglia 1km x 1km

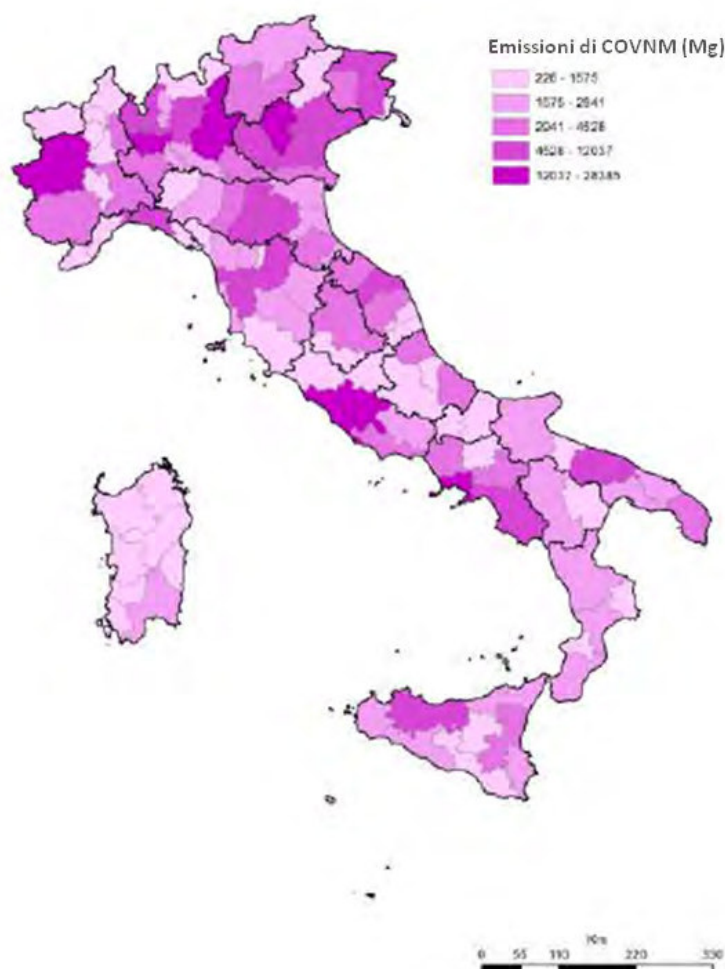


Figura 42: Emissioni di COVNM da solventi e altri prodotti per l'anno 2010

1.4.2.8 Ammoniaca

Per quanto riguarda l'ammoniaca, inquinante non normato nel D.Lgs. 155/2010, le emissioni sono dovute principalmente al settore dell'agricoltura per l'82% circa (con 17.000 Mg), il 9% è emesso dal settore altre sorgenti-natura (circa 1.850 Mg). Il contributo emissivo delle sorgenti puntuali è di 252 Mg nel 2012, che corrisponde ad un modesto 1,2 % sulle emissioni totali di ammoniaca.

Dal 2005 al 2012 si registra un aumento delle emissioni pari al 20%, superiore al modesto aumento pari all'1% avuto nello stesso periodo a livello nazionale (Report ISPRA 223/2015). Si ricorda che la Convenzione UNECE/CLRTAP prevede per il 2020 una diminuzione del 95% delle emissioni del 2005 di ammoniaca. L'impatto del settore agricolo sulla qualità dell'aria, sebbene noto da tempo, merita quindi una maggiore attenzione, in quanto risulta non più rimandabile l'adozione di pratiche che consentano il contenimento delle emissioni inquinanti, anche per raggiungere l'obiettivo per il 2020 previsto dalla Convenzione UNECE/CLRTAP.

In Figura 43 si riporta la mappa relativa alle emissioni di ammoniaca per regione per l'anno 2010.

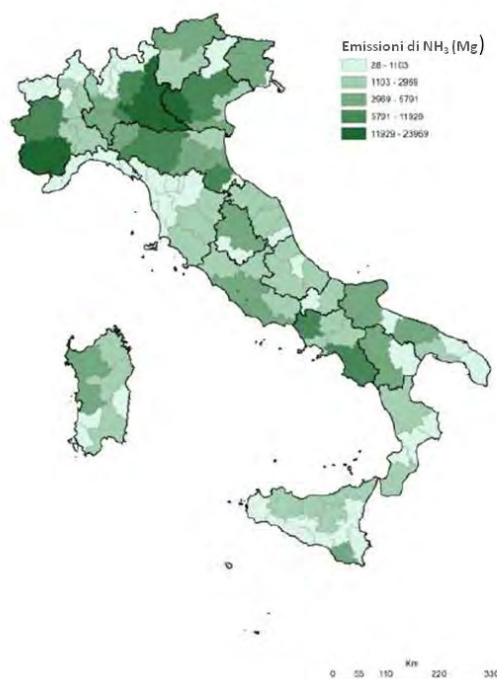


Figura 43: Emissioni di NH_3 da agricoltura per l'anno 2010

La mappa delle emissioni di ammoniaca nel 2012 per comune (*cfr.* Figura 44) evidenzia che i comuni di Ragusa (1212,85 Mg), Modica (1279,62 Mg) e Noto (498,18 Mg), comuni a vocazione agricola, sono interessati dalle quantità di emissioni più elevate.

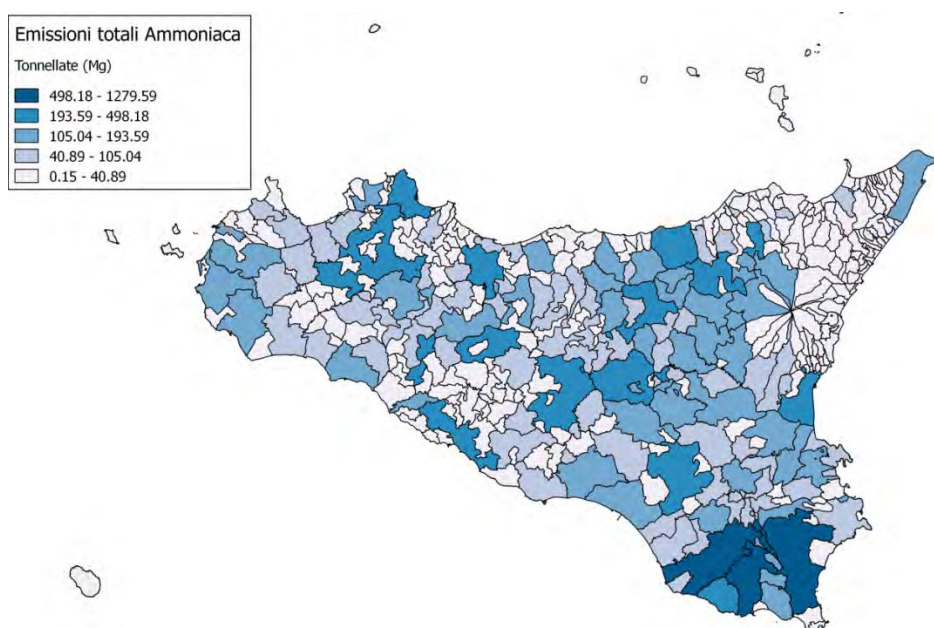


Figura 44: Emissioni di Ammoniaca del 2012 per comune

1.4.2.9 Metalli

Le cause delle emissioni di metalli normati (Pb, As, Cd, Ni,) e non normati (Hg Cr, Zn, Cu e Se) sono complessivamente rappresentate nella Tabella 43 e Tabella 44. Gli impianti che producono energia, rappresentano le fonti principali di As, Cu, Ni e Zn e sono responsabili anche delle emissioni di Cd, Cr e Se. Il Cr e il Se derivano, oltre che dagli impianti di produzione di energia, anche dai processi senza combustione. Da quest'ultimi processi derivano le maggiori emissioni di Cd e Hg. Le emissioni di Cd provengono anche se in quota minore, dal settore del riscaldamento domestico. Le emissioni di Pb e in misura minore di Zn sono causate dal sistema dei trasporti.

Tabella 43: Emissioni di metalli nel 2012 per macrosettore (kg)

Valori assoluti (Kg)	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
01 Comb. ind. energia trasf. fonti energ.	374	101	953	681	105	3.614	718	240	16.387
02 Impianti combust. non industriali	5	86	152	40	10	13	178	4	3.377
03 Imp. combust. industr. proc. con combust.	54	16	131	135	74	209	187	47	820
04 Processi senza combustione	74	206	1.038	545	432	1.957	1.186	290	1.203
05 Estr.e distribuzione combust. fossili	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06 Uso di solventi	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07 Trasporti Stradali	0	23	61	69	15	25	11.650	0	4.633
08 Altre sorgenti mobili e macchine	21	2	25	173	1	920	23	15	177
Totale	534	600	2.432	1.656	661	6.797	14.088	600	29.350

Tabella 44: Emissioni di metalli, espresse come percentuali, nel 2012 per macrosettore

Valori percentuali %	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
01 Comb. ind. energia trasf. fonti energ.	70,1	16,8	39,2	41,1	15,9	53,2	5,1	40,0	55,8
02 Impianti combust. non industriali	0,9	14,3	6,3	2,4	1,5	0,2	1,3	0,6	11,5
03 Imp. combust. industr. proc. con combust.	10,1	2,6	5,4	8,2	11,1	3,1	1,3	7,9	2,8
04 Processi senza combustione	13,9	34,4	42,7	32,9	65,3	28,8	8,4	48,4	4,1
05 Estr. e distribuzione combust. fossili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	0,1	3,9	2,5	4,2	2,3	0,4	82,7	0,1	15,8
08 Altre sorgenti mobili e macchine	4,0	0,3	1,0	10,4	0,2	13,5	0,2	2,5	0,6

La Figura 45 riporta la variazione dal 2005 al 2012 di tutti i metalli da cui spicca l'aumento

dello Zn nel 2012 e la diminuzione delle emissioni di Se dal 2005 al 2012.

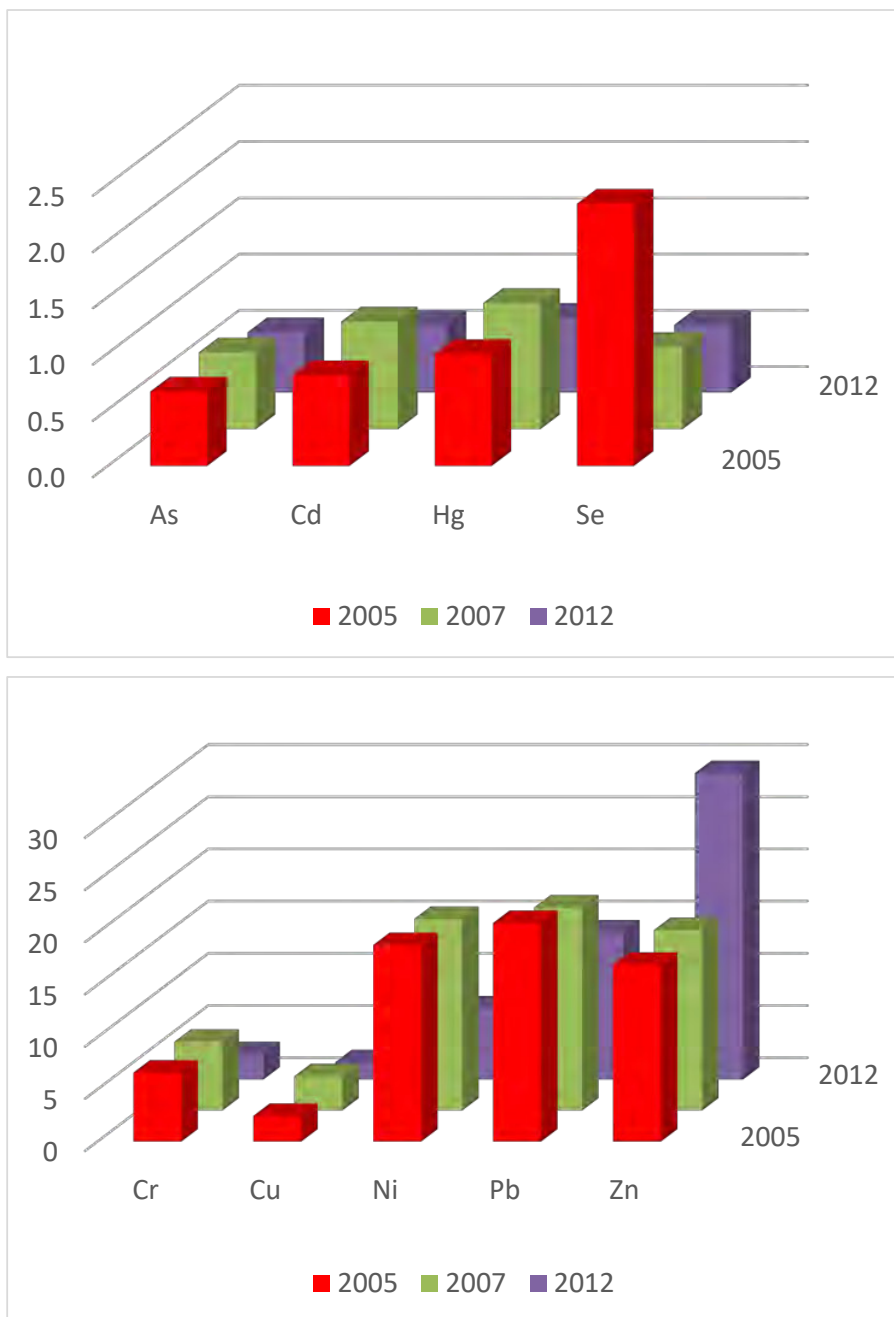


Figura 45: Emissioni totali di metalli negli anni di riferimento dell'inventario (kg)

I contributi emissivi delle sorgenti puntuali, per quanto riguarda i metalli, risultano decisamente rilevanti per As, Cr, Hg, Mn, Ni, Se, Sn e Zn.

Le mappe delle emissioni del 2012 per comune dei metalli normati (As, Cd, Ni e Pb) sono riportate nelle Figura 46-49.



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

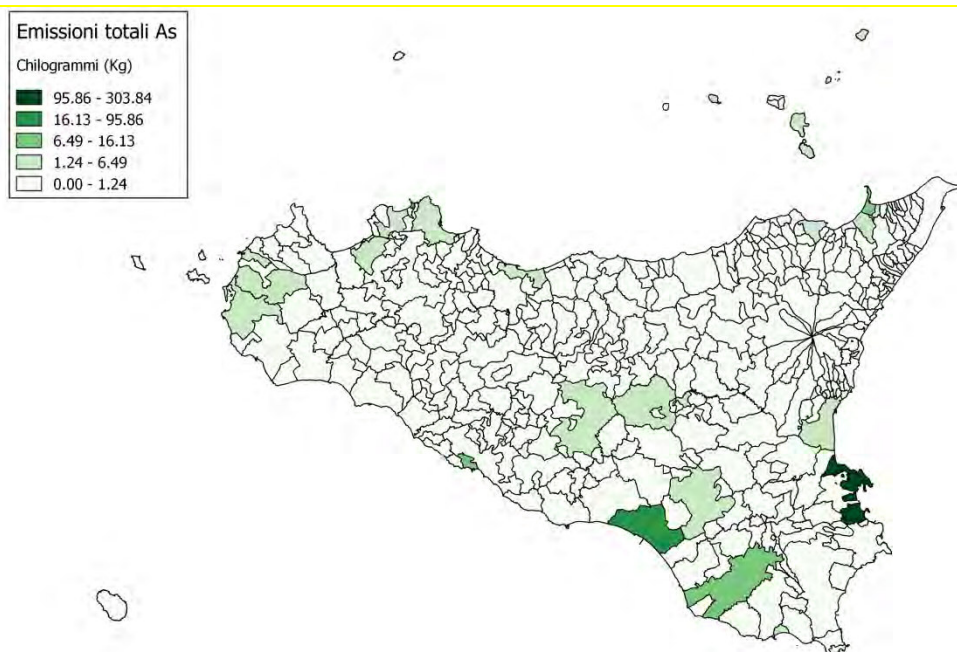


Figura 46: Emissioni di Arsenico nel 2012 per comune

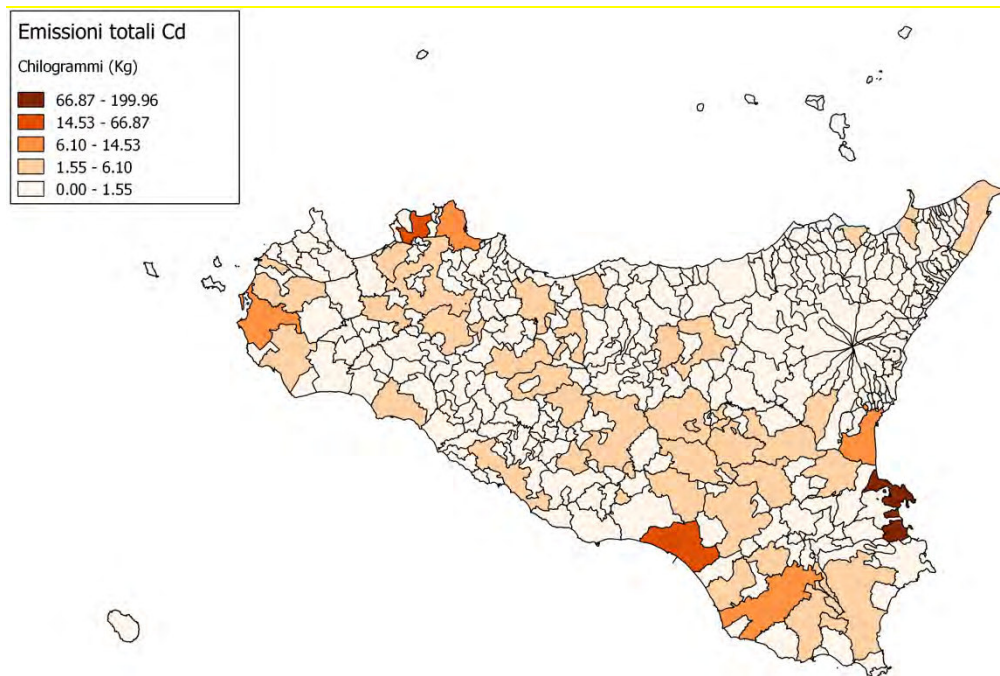


Figura 47: Emissioni di Cadmio nel 2012 per comune



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

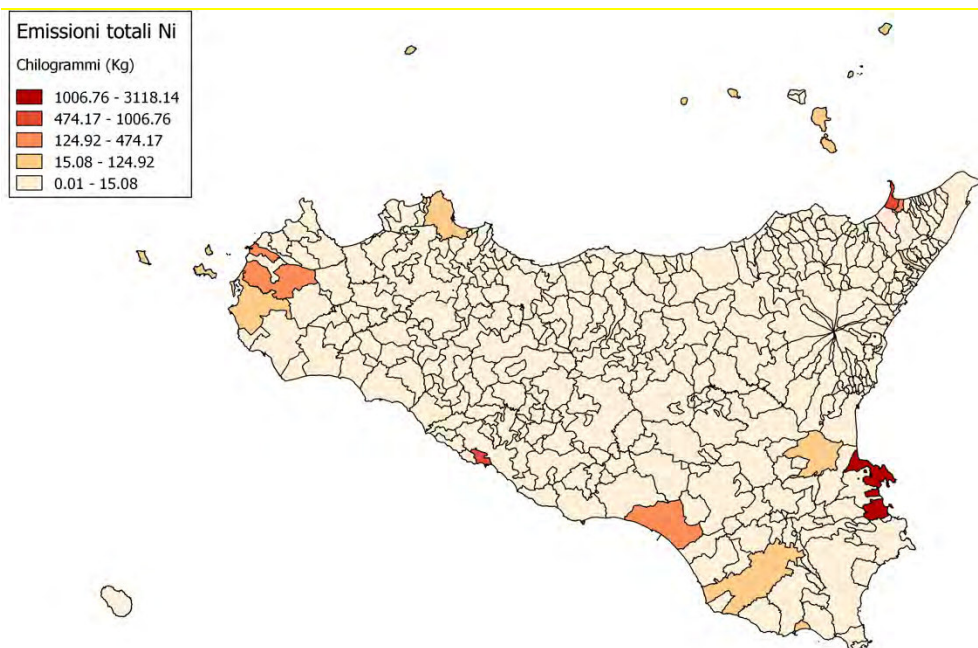


Figura 48: Emissioni di Nichel nel 2012 per comune

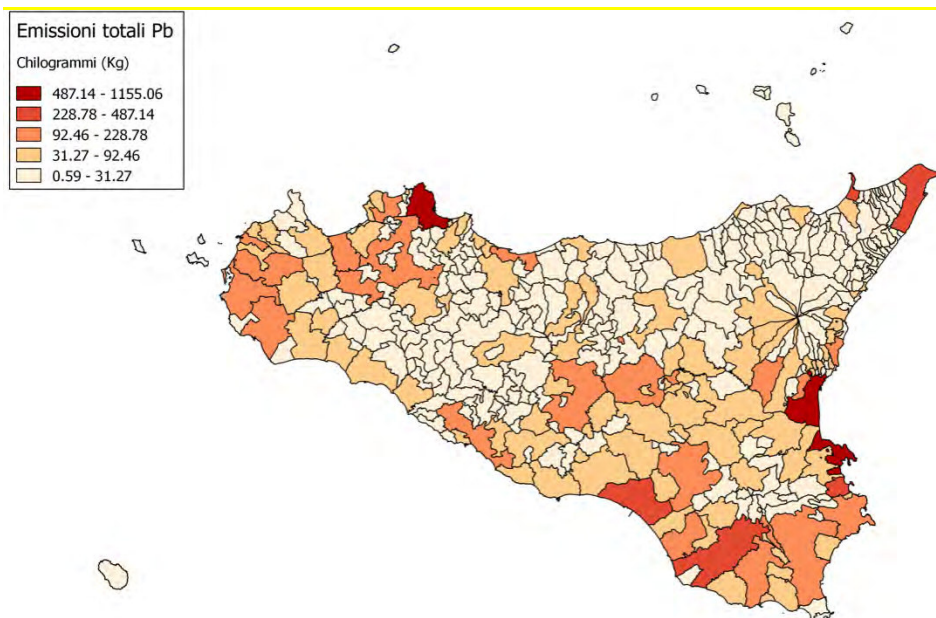


Figura 49: Emissioni di Piombo nel 2012 per comune

Si individuano i comuni di Priolo Gargallo e Augusta come zone a più alto impatto emissivo per arsenico (rispettivamente 303,84 Kg e 95,86 Kg), cadmio (rispettivamente 66,87 Kg e 199,96 Kg),

nichel (rispettivamente 1.006,76 kg e 3.118,14 Kg), a conferma della loro origine da processi industriali.

Per il piombo si individuano i comuni di Palermo (928,30 Kg), Augusta (1.155,06 Kg) e Catania (487,14 Kg) come zone a più alto impatto emissivo, certamente a causa del notevole contributo dovuto ai trasporti.

Da tali dati è evidente che le aree ad elevato rischio di crisi ambientale, ed in questo caso in particolare l'area di Priolo e Augusta, meritano uno specifico studio di approfondimento sugli impatti emissivi dell'area.

1.4.2.10 Idrocarburi Policiclici Aromatici

Il contributo alle emissioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (Benzo[a]pirene, Benzo[b]fluorantene, Benzo[k]fluorantene) è nel 2012 fortemente condizionato dall'elevato numero di incendi. In seconda battuta la causa principale di queste emissioni risulta la presenza di impianti di combustione non industriali individuabili nella combustione di legna nel settore domestico.

Al netto del contributo degli incendi, si registra dal 2005 al 2012 una riduzione delle emissioni totali di IPA pari al 14%. A livello nazionale invece si registra un aumento del 7% dal 2005 al 2012 come emissioni di IPA totali (Report ISPRA 223/2015).

1.4.2.11 Microinquinanti

Tra i microinquinanti considerati nel presente lavoro, Esaclorobenzene (HCB), Policlorobifenili (PCB) e Diossine e Furani, si osserva per il 2012 complessivamente una modesta quantità emessa, soprattutto per HCB, diossine e furani.

Per l'HCB (108 g nel 2012) un importante contributo è dato dal settore del trattamento e smaltimento rifiuti per oltre il 50% con 54 g, dagli Impianti di combustione non industriali (il 30% con circa 33 g) e dal settore delle Altre sorgenti mobili e macchine (il 10% circa con 11g).

Le emissioni di policlorobifenili (PCB) sono quasi esclusivamente dovute ai processi senza combustione (oltre 21.000 g e 95%) ed in parte agli impianti di combustione nell'industria energia e trasformazione fonti energetiche (quasi 1.000 g e 4% circa). In particolare, le emissioni sono dovute agli impianti di lavorazione dei metalli. Le emissioni di PCB sono dovute quasi esclusivamente da sorgenti puntuali.

Le emissioni di diossine e furani (circa 33g nel 2012) sono dovute al settore altre sorgenti mobili e macchine (circa il 62%), ad altre sorgenti/natura (circa il 20%), a causa degli incendi boschivi, ed al settore impianti di combustione non industriali (14%) sempre per l'utilizzo di legna come combustibile.

Si registra dal 2005 al 2012 una riduzione del 30% per HCB, in controtendenza con l'aumento del 5% calcolato nello stesso periodo a livello nazionale (Report ISPRA 223/2015). Anche per i PCB si registra una riduzione delle emissioni del 43% maggiore di quella calcolata nello stesso periodo a livello nazionale (20%) (Report ISPRA 223/2015).

Le emissioni di diossine e furani, al netto del contributo degli incendi, diminuiscono del 6%, in misura inferiore quindi alla riduzione del 23% calcolata nello stesso periodo a livello nazionale (Report ISPRA 223/2015).

1.4.2.12 *Gas Serra*

Infine, come è noto, per i gas serra (CO_2 , N_2O , CH_4), responsabili delle pericolose variazioni climatiche in atto nel pianeta, il contributo più importante è dovuto alla CO_2 .

Le emissioni di anidride carbonica (36.498.220Mg nel 2012) provengono in gran parte dagli impianti di combustione nell'industria energia e trasformazione fonti energetiche (pari a quasi al 55% circa) e dai trasporti stradali, responsabili del 20% del totale. Il contributo delle sorgenti puntuali nelle emissioni di CO_2 risulta superiore al 70%.

Tra gli impianti vanno segnalati i seguenti con emissioni di CO_2 superiori a 900.000 Mg nell'anno 2012:

- EDIPOWER - Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela
- ISAB Energy - Impianto IGCC
- RAFFINERIA di GELA
- ISAB S.r.l. - Raff. Impianti SUD
- ERG Power S.r.l. (ex Erg Nuove Centrali) – impianto Nord
- ENEL - Centrale di Priolo
- ESSO Italiana Raffineria di Augusta
- Raffineria di Milazzo

Come per i principali inquinanti dell'aria si registra una riduzione nel corso degli anni, prevalentemente dovuta al settore della combustione nell'industria dell'energia e della trasformazione di fonti energetiche e al settore dei trasporti stradali. Sono questi comunque i settori principali su cui incidere ed effettuare azioni di risanamento affinché la diminuzione delle emissioni di CO_2 , registrata dal 2005 al 2012 (*cfr.* Figura 50) possa continuare ad avere un andamento calante. Dalla Figura 50 si osserva inoltre la diminuzione delle emissioni per il settore degli impianti di combustione industriali e processi con combustione.

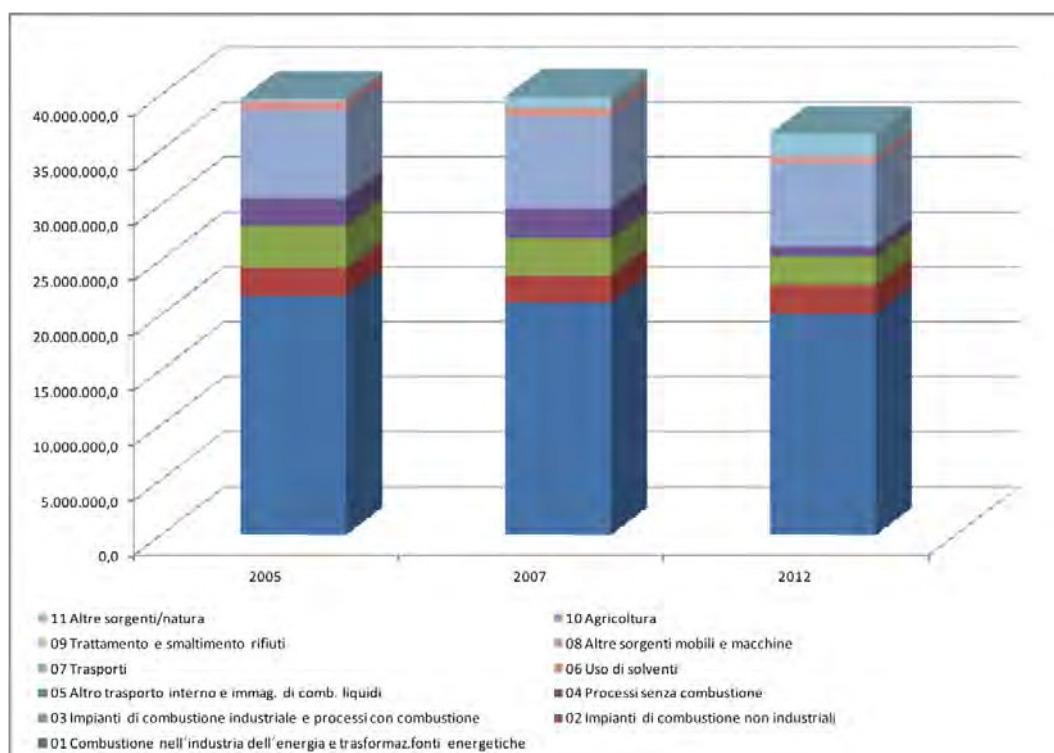


Figura 50: Emissioni totali di CO₂ (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

Le emissioni di protossido di azoto (cfr. Figura 51) sono dovute prevalentemente all'Agricoltura (81% con circa 4.000 Mg) mentre il settore Altre sorgenti/Natura contribuisce per il 7%, con circa 340 Mg ed i Trasporti stradali contribuiscono per il 4% circa, con quasi 190 Mg.

Le emissioni di metano (cfr. Figura 52) sono dovute per buona parte al settore Trattamento e smaltimento rifiuti (circa 51% con 62.000 Mg). Contribuiscono inoltre l'Agricoltura con il 28% per circa 34.000 Mg e il settore della Distribuzione combustibili fossili con il 9% e circa 11.350 Mg.

Si registra dal 2005 al 2012 un aumento pari a 0,6% delle emissioni regionali totali di protossido di azoto e del 26 % di gas metano.



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

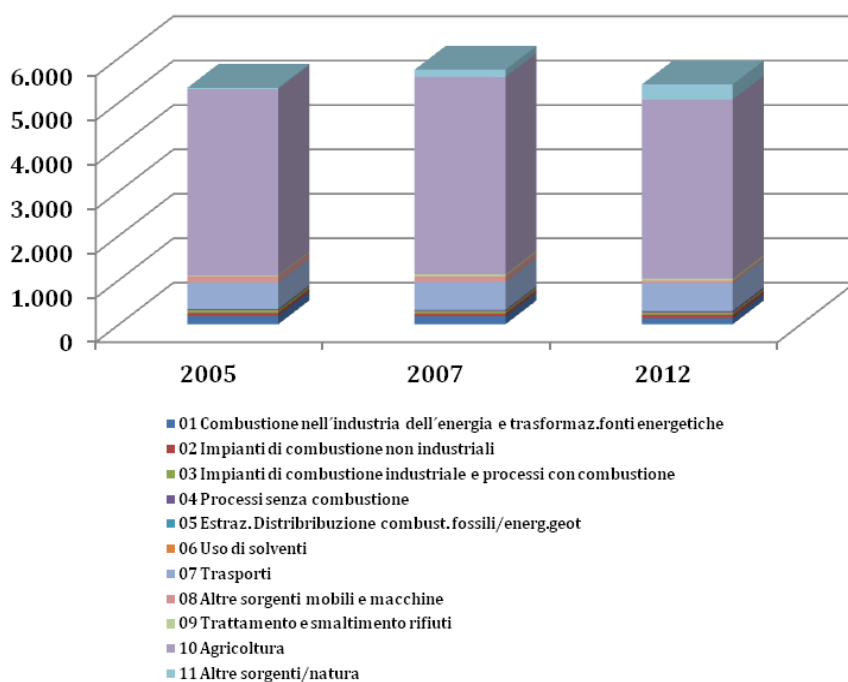


Figura 51: Emissioni totali di N_2O (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

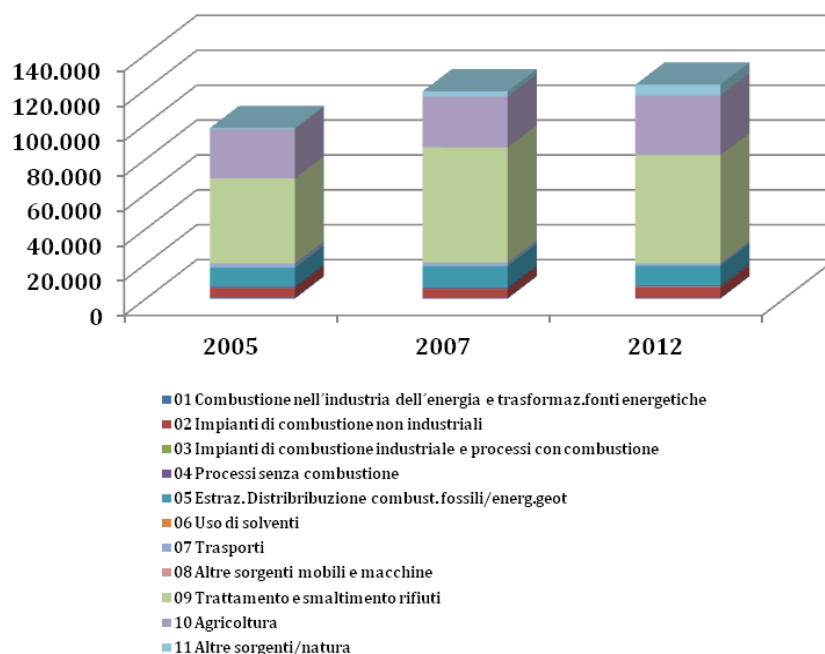


Figura 52: Emissioni totali di CH_4 (Mg) negli anni di riferimento dell'inventario

1.4.3 Contributo delle sorgenti emissive nell'Agglomerato di Palermo (IT1911)

ARPA Sicilia ha sviluppato, in collaborazione con la Techne Consulting S.r.l, un focus dell'inventario delle emissioni per l'Agglomerato di Palermo (*cfr.* Allegato 4) con un adeguamento delle stime di traffico.

Tale approfondimento ha riguardato la valutazione delle emissioni dei principali inquinanti presi in considerazione nell'ambito dell'Inventario ed in particolare degli inquinanti per cui negli ultimi anni sono stati registrati superamenti nelle stazioni dell'Agglomerato (ossidi di azoto e particolato fine PM10) per macrosettore, per combustibile utilizzato e per tipologia di strada e di veicolo utilizzati.

Il primo dato rilevante è l'evidenza che in ambito regionale il macrosettore dei Trasporti stradali (macrosettore 7) è causa dell'emissione di NO_x per il 55% mentre sul territorio comunale lo stesso macrosettore influisce per il 75%. Anche il macrosettore 8 - Altre sorgenti mobili e macchine, in cui si include l'impatto di porti ed aeroporti, passa dal 12% sul territorio regionale al 17% in quello comunale. È evidente che a livello comunale l'impatto determinato dagli impianti industriali (macrosettore 1 e 3) sulle emissioni di NO_x risulta molto poco influente, così come quello derivante da altre sorgenti/natura (macrosettore 11).

Tale situazione si ripete in parte anche per il particolato fine PM10 dove a livello comunale risulta maggiore l'influenza del macrosettore 7 - Trasporti stradali (27%) e del macrosettore 8 - Altre sorgenti mobili e macchine (3%), a scapito del macrosettore 11 - Altre sorgenti/natura (7.5%). La causa principale sul territorio comunale non è più quindi associata al macrosettore 11 e sostanzialmente all'elevato numero di incendi, verificatesi in particolare nel 2012 sul territorio regionale, bensì al macrosettore 2 - Impianti di combustione non industriali (da utenza domestica e da piccole imprese artigiane), che registra il 60% circa di influenza nella produzione di PM10. Inoltre è da considerare anche l'impatto della produzione di ammoniaca, causata principalmente dal macrosettore 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti (37%), che sul territorio regionale influiva solo per il 2%, e dall'agricoltura (macrosettore 10) che si riduce dal 82% al 21%. Gli impianti di combustione non industriali contano a livello comunale un impatto del 22% a fronte del 2% a livello regionale. L'interesse delle emissioni di ammoniaca, inquinante in sé non normato, è legato al fatto che tale sostanza è un precursore del particolato.

La Tabella 45 riporta il peso dei macrosettori per ogni inquinante a livello regionale ed a livello comunale.

In Figura 53 si riporta la distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto e particolato fine tra i diversi macrodescrittori in cui si evidenzia graficamente il maggiore impatto dei trasporti stradali sulle emissioni di NO_x, così come quello degli impianti di combustione non industriali (da utenza domestica e da piccole imprese artigiane) per il particolato fine.

Tabella 45: Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2012 – Agglomerato di Palermo

Valori percentuali (%) nel territorio regionale	CO	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	SO _x	NH ₃
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	1,2	0,2	15,0	0,7	0,7	1,3	1,8	0,6
02 Impianti combust. non industriali	9,5	2,3	2,3	15,4	17,1	12,6	0,0	2,1
03 Imp. combust. industr., processi con combust.	1,4	0,6	7,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5
04 Processi senza combustione	0,4	7,0	2,5	6,4	3,5	8,1	0,8	0,1
05 Estrazione distribuzione combust. fossili	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	18,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	31,8	14,9	54,8	10,5	10,2	9,6	0,0	3,2
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,7	0,4	12,1	1,0	1,1	0,8	0,2	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
10 Agricoltura	0,3	3,2	0,0	8,1	1,5	6,9	0,0	82,3
11 Altre sorgenti/natura	54,7	47,3	5,3	57,7	65,7	60,5	96,9	8,9
Valori percentuali (%) nel territorio del comune di Palermo	CO	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	SO _x	NH ₃
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	0,4	0,3	1,9	0,1	0,2	0,1	3,9	0,0
02 Impianti combust. non industriali	26,5	7,8	4,7	59,5	62,5	56,1	12,3	22,1
03 Imp. combust. industr., processi con combust.	0,3	0,0	1,4	0,1	0,1	0,1	3,6	0,2
04 Processi senza combustione	0,0	2,2	0,0	2,7	1,2	4,0	0,0	0,0
05 Estrazione distribuzione combust. Fossili	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	38,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	66,5	45,4	74,8	26,7	24,6	27,5	9,3	16,7
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1,2	0,7	16,8	3,1	3,3	2,8	68,1	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6
10 Agricoltura	0,0	0,3	0,0	0,4	0,1	0,4	0,0	21,1
11 Altre sorgenti/natura	5,1	1,5	0,4	7,5	8,1	9,0	2,7	3,2

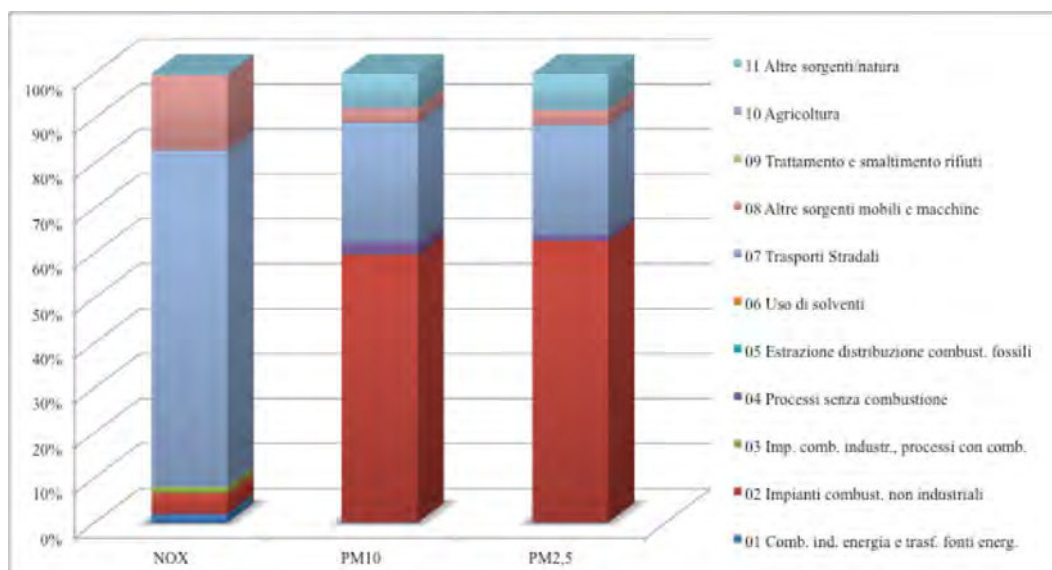


Figura 53: Distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto e particolato (PM10 e PM2,5) tra i diversi macrosettori - Agglomerato di Palermo

Per quanto concerne la correlazione delle emissioni del settore civile (impianti di combustione non industriali) con i differenti combustibili utilizzati per gli inquinanti più rilevanti in ambito urbano, è evidente dal grafico (*cf.* Figura 54) che, con l'eccezione degli ossidi di azoto, per tutti gli inquinanti è la combustione della legna la sorgente più rilevante. Al contrario per gli ossidi di azoto i combustibili fossili danno il contributo maggiore e tra questi, per il suo maggiore utilizzo, il gas naturale.

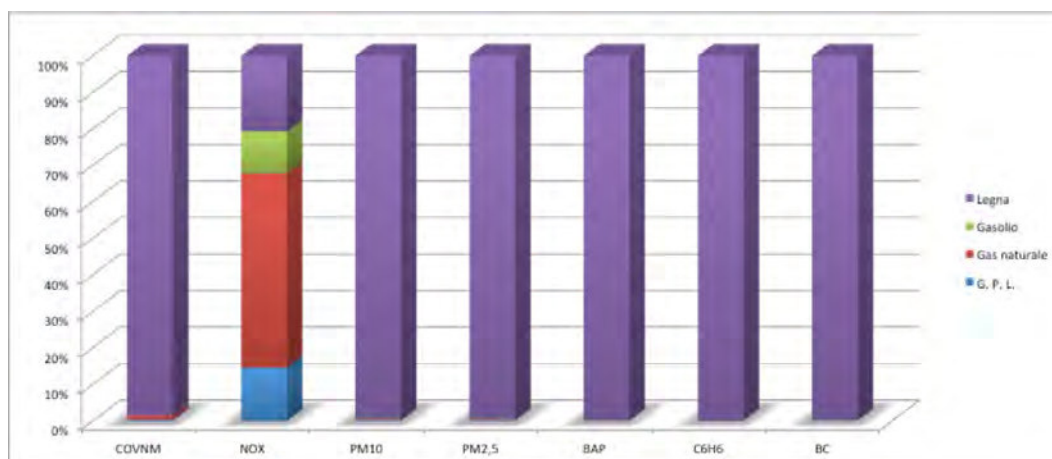


Figura 54: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore civile - Agglomerato di Palermo

La combustione della legna è quindi il settore maggiormente responsabile dell'emissione di polveri (PM10 e PM2,5), visto che queste ultime sono associate, nel territorio comunale di Palermo, per circa il 60% al macrosettore impianti di combustione non industriali.

Relativamente al trasporto su strada nella Figura 55 si evidenzia che la tipologia di strada che contribuisce maggiormente alle emissioni sia di NO_x che di particolato fine è quella delle strade urbane.

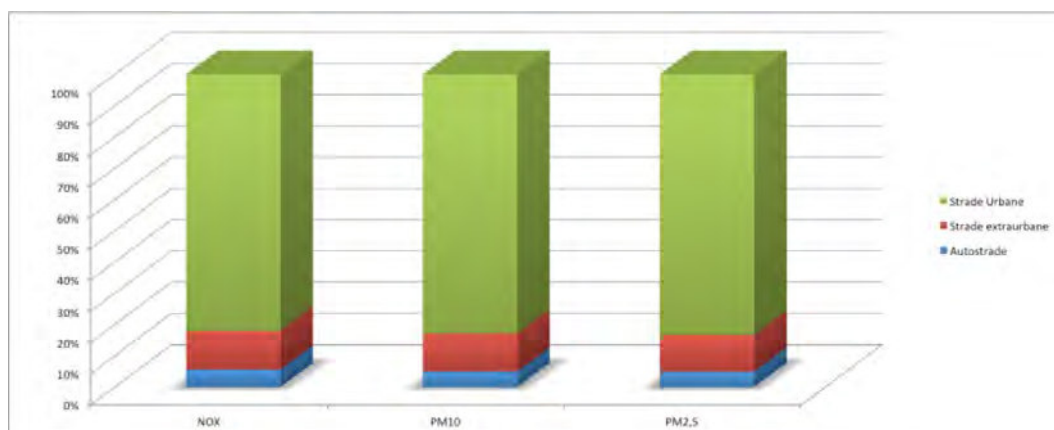


Figura 55: Distribuzione tra le differenti tipologie di strada delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Palermo

Inoltre in ambito urbano i veicoli a gasolio sono di gran lunga quelli che emettono maggiormente NO_x e particolato fine, come evidenziato in Figura 56 (nel grafico non sono prese in considerazione le emissioni da abrasione per il PM10).

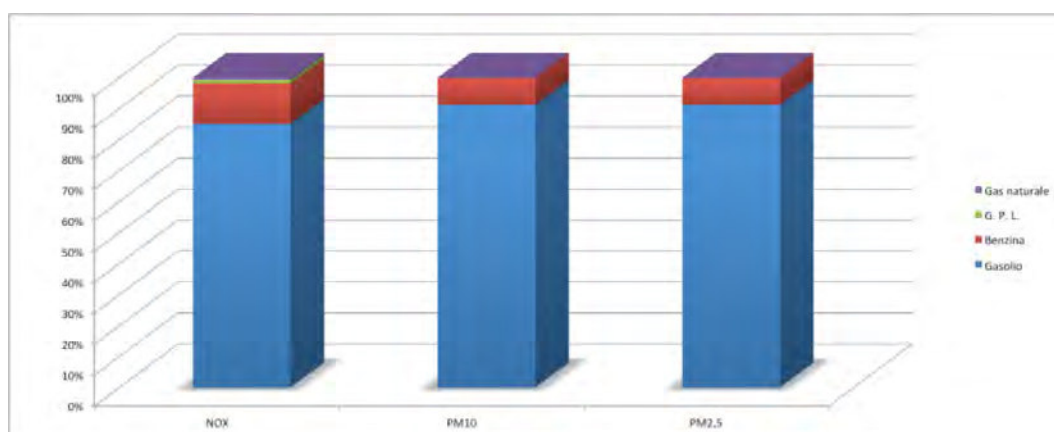


Figura 56: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Palermo

Infine la Figura 57 mostra la grande rilevanza del traffico commerciale leggero e pesante nelle emissioni per gli inquinanti più rilevanti in ambito urbano.

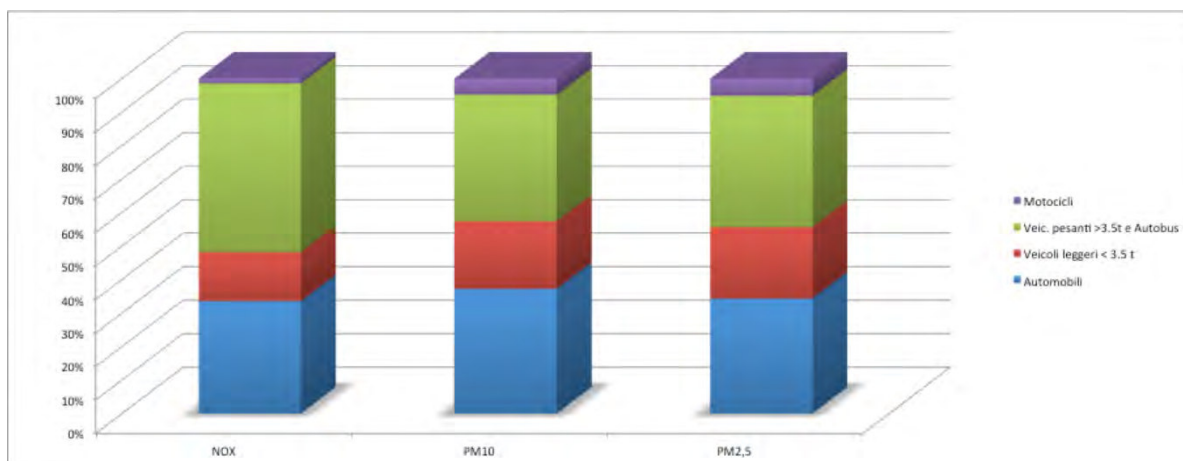


Figura 57: Distribuzione tra le differenti tipologie di veicolo delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Palermo

1.4.4 Contributo delle sorgenti emissive nell'Agglomerato di Catania (IT1912)

Analogamente a quanto effettuato per l'Agglomerato urbano di Palermo, ARPA Sicilia, in collaborazione con la Techné Consulting S.r.l., ha sviluppato un focus dell'inventario delle emissioni per l'Agglomerato di Catania (*cf.* Allegato 5) con un adeguamento delle stime di traffico.

Tale approfondimento, oltre a riguardare la valutazione dei macrosettori responsabili dell'emissione degli inquinanti per cui negli ultimi anni sono stati registrati superamenti nelle stazioni presenti in tale Zona ha focalizzato l'attenzione sull'incidenza sulle emissioni dei combustibili utilizzati nel settore domestico e dei trasporti e della tipologia di strada e di veicolo. In particolare l'analisi ha riguardato: ossidi di azoto, particolato fine PM10, e ozono. Essendo l'ozono un inquinante secondario sono stati analizzati i macrosettori responsabili delle emissioni di composti organici volatili (COV) in quanto precursori dell'ozono insieme agli ossidi di azoto.

Il primo dato rilevante è l'evidenza che così come nell'agglomerato di Palermo, anche nell'agglomerato di Catania il macrosettore che incide maggiormente nell'emissioni di NO_x è il macrosettore 7- trasporti stradali. In ambito regionale il macrosettore dei trasporti stradali (macrosettore 7) contribuisce alle emissioni di NO_x per il 55% mentre nell'Agglomerato di Catania lo stesso macrosettore influisce per il 63%. Anche il macrosettore 8 -Altre sorgenti mobili e macchine, in cui si include l'impatto di porti ed aeroporti, passa dal 12% sul territorio regionale al 27% in quello comunale. Quest'ultimo dato è associato in massima parte alla presenza dell'Aeroporto di Fontana Rossa ed alla movimentazione degli aeromobili. A livello dell'agglomerato il contributo determinato dagli impianti di combustione industriali e non industriali (macrosettore 1, 2 e 3) risultano, così come rilevato anche a Palermo, poco influente rispetto al contributo a livello regionale, così come le altre sorgenti/natura (macrosettore 11).

Le principali cause di emissioni di COVNM nell'agglomerato di Catania nel 2012 sono dovute al macrosettore 6 – Uso di solventi, che registra il 55% circa di influenza nell'emissione di COVNM

contro un valore medio a livello regionale del 19% e al macrosettore 7 - Trasporti stradali che contribuisce al 26% rispetto alla media regionale del 12%. Inoltre è da considerare il contributo dagli impianti di combustione non industriali (macrosettore 2) che a livello comunale incide del 7% a fronte del 2% a livello regionale e dagli impianti di trattamento e smaltimento rifiuti (macrosettore 9) che a livello comunale incidono per il 5% a fronte dello 0,4% a livello regionale.

Analogamente a quanto rilevato per l'agglomerato di Palermo, le principali cause di emissioni di particolato fine PM10 a livello comunale nel 2012 sono dovute al macrosettore 2 - Impianti di combustione non industriali (da utenza domestica e da piccole imprese artigiane), che registra il 41% circa di influenza nella produzione di particolato contro un valore medio a livello regionale del 16% e al macrosettore 11 - Altre sorgenti/natura (33%), a fronte di una media a livello regionale del 58% dovuta all'elevato numero di incendi. L'influenza del macrosettore 7 - Trasporti stradali è del 17% rispetto alla media regionale del 10%. Nell'agglomerato di Palermo l'incidenza del macrosettore 2 - Impianti di combustione non industriali (da utenza domestica e da piccole imprese artigiane) e del macrosettore 7 - trasporti stradali risultano più significative (60% e 27% nell'agglomerato di Palermo a fronte di 41% e 17% dell'agglomerato di Catania). Nell'agglomerato di Catania risulta invece più significativo il contributo del macrosettore 11, legato alla presenza di incendi e dell'Etna (33%), rispetto all'agglomerato di Palermo dove lo stesso macrosettore incide per il 7,5%.

Inoltre sono da considerare anche le emissioni di ammoniaca, inquinante in sé non normato ma precursore del particolato, causate per il 47% dal macrosettore 9 - Trattamento e smaltimento rifiuti, che sul territorio regionale influenza solo per il 2%, dall'agricoltura (macrosettore 10) responsabile del 20% di emissioni contro l'82% a livello regionale e dagli impianti di combustione non industriali, che contano a livello comunale un impatto del 11% a fronte del 2% a livello regionale.

In Tabella 46 sono riportati il peso dei macrosettori per ogni inquinante a livello regionale e a livello comunale.

Tabella 46: Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2012 Agglomerato Catania

Valori percentuali (%) nel territorio regionale	CO	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	SO _x	NH ₃
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	1,2	0,2	15,1	0,8	0,8	1,3	1,8	0,6
02 Impianti combust. non industriali	10,1	2,4	2,4	15,7	17,4	12,9	0,0	2,2
03 Imp. combust. industr., processi con combust.	1,4	0,6	7,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5
04 Processi senza combustione	0,4	7,2	2,5	6,4	3,5	8,1	0,8	0,1
05 Estrazione distribuzione combust. fossili	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	31,6	12,0	54,7	10,5	10,1	9,6	0,0	3,2
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,7	0,4	12,0	1,0	1,1	0,8	0,2	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3
10 Agricoltura	0,3	3,3	0,0	8,1	1,5	6,8	0,0	82,2
11 Altre sorgenti/natura	54,4	48,8	5,3	57,5	65,4	60,3	96,9	8,9
Valori percentuali (%) nel comune di Catania	CO	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	SO _x	NH ₃
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	0,7	1,0	2,6	0,0	0,1	0,0	2,0	0,0
02 Impianti combust. non industriali	22,2	7,0	3,4	41,5	43,5	36,8	9,6	11,4
03 Imp. combust. industr., processi con combust.	0,6	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	16,6	0,0
04 Processi senza combustione	2,9	1,9	1,2	4,9	3,1	6,2	9,9	0,0
05 Estrazione distribuzione combust. Fossili	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06 Uso di solventi	0,0	54,8	0,4	1,7	1,9	1,5	6,3	2,9
07 Trasporti Stradali	46,4	25,9	62,6	17,0	15,5	16,6	8,5	8,7
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1,2	0,8	26,8	0,6	0,7	0,5	30,4	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,2
10 Agricoltura	0,0	0,3	0,0	1,6	0,2	1,4	0,0	19,6
11 Altre sorgenti/natura	25,8	3,5	2,1	32,6	35,0	37,0	16,7	10,1

In Figura 58 si riporta la distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto e particolato fine tra i diversi macrodescrittori in cui si evidenzia graficamente il maggiore impatto dei trasporti stradali sulle emissioni di NO_x, così come quello degli impianti di combustione non industriali (da utenza domestica e da piccole imprese artigiane) per il particolato fine.

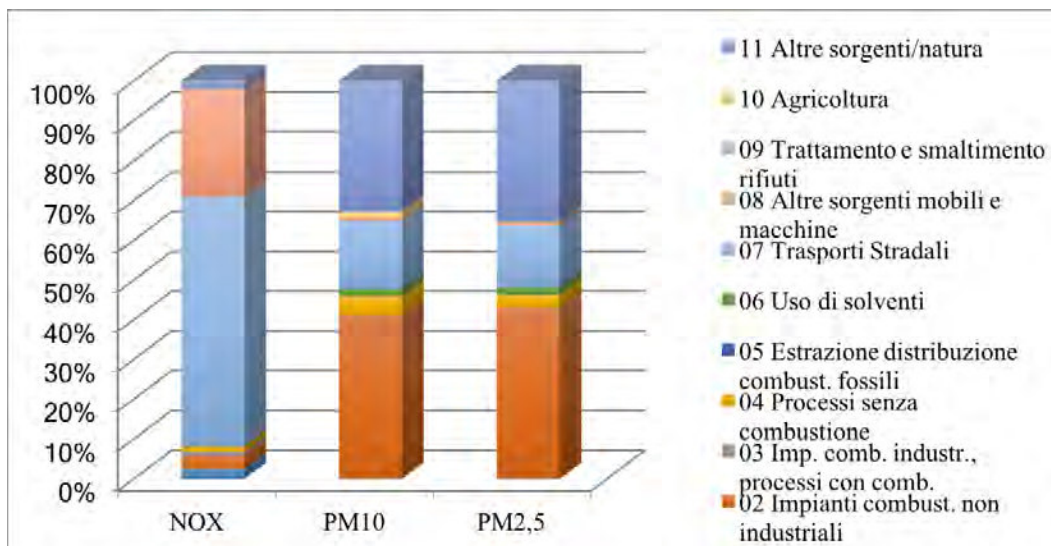


Figura 58: Distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto e particolato (PM₁₀ e PM_{2,5})

Analogamente a quanto effettuato per l'Agglomerato di Palermo, considerato che gli inquinanti più significativi in ambito urbano derivano dal traffico veicolare e dalle emissioni degli impianti di combustione non industriali (da utenza domestica e artigianale), viene di seguito fornito un approfondimento circa il contributo a tali emissioni dal tipo di autoveicoli e dai combustibili utilizzati.

Per quanto concerne le emissioni derivanti dagli impianti non industriali (da utenza domestica e artigianale) dal grafico riportato in Figura 59 emerge che, con l'eccezione degli ossidi di azoto, per tutti gli inquinanti la sorgente più rilevante è la combustione della legna. Al contrario per gli ossidi di azoto i combustibili fossili danno il contributo maggiore e tra questi, per il suo maggiore utilizzo, il gas naturale.

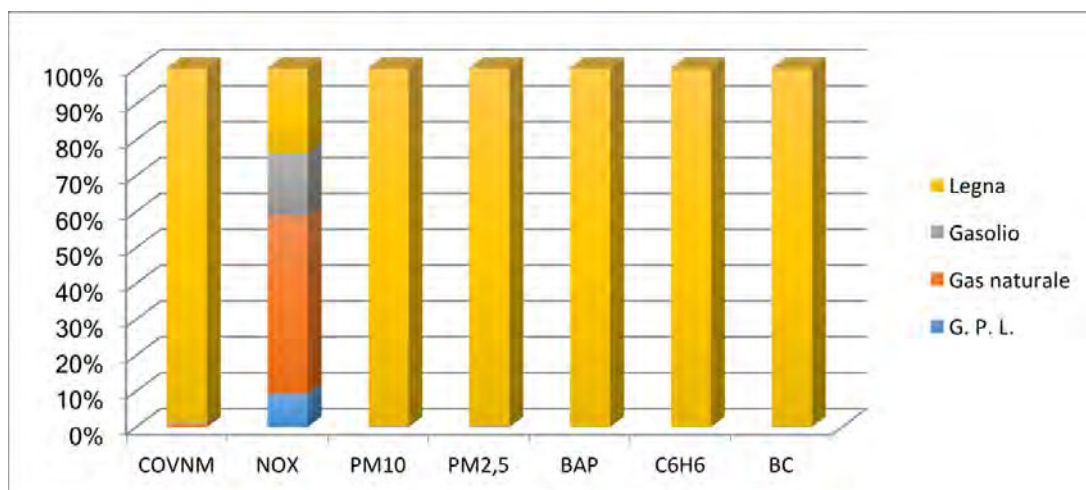


Figura 59: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore civile (impianti di combustione da utenza domestica e artigianale) nell'Agglomerato di Catania

Con riferimento al trasporto su strada è stata analizzata l'influenza della tipologia di strada, del combustibile alimentato e della tipologia di traffico (leggero e pesante) sulle emissioni degli inquinanti più rilevanti in ambito urbano. La Figura 60 mostra la suddivisione delle emissioni tra le differenti tipologie di strade sul territorio comunale di Catania ed evidenzia che la tipologia di strada che contribuisce maggiormente alle emissioni sia di NO_x che di particolato fine è quella delle strade urbane.

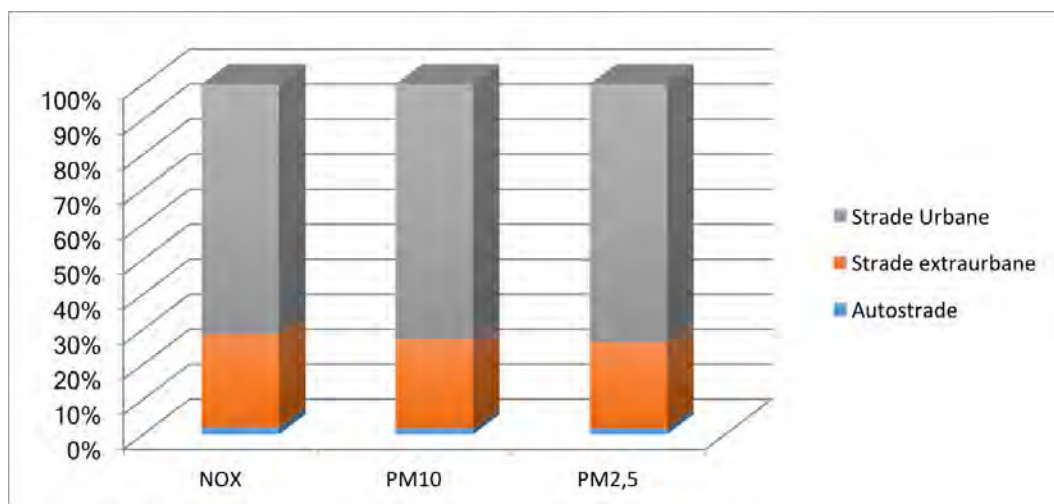


Figura 60: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore civile (impianti di combustione da utenza domestica e artigianale) nell'Agglomerato di Catania

Inoltre in ambito urbano i veicoli a gasolio sono di gran lunga quelli che emettono maggiormente NO_x e particolato fine, come evidenziato in Figura 61 (nel grafico non sono prese in considerazione le emissioni da abrasione per il PM che pesano per circa il 30% del totale).

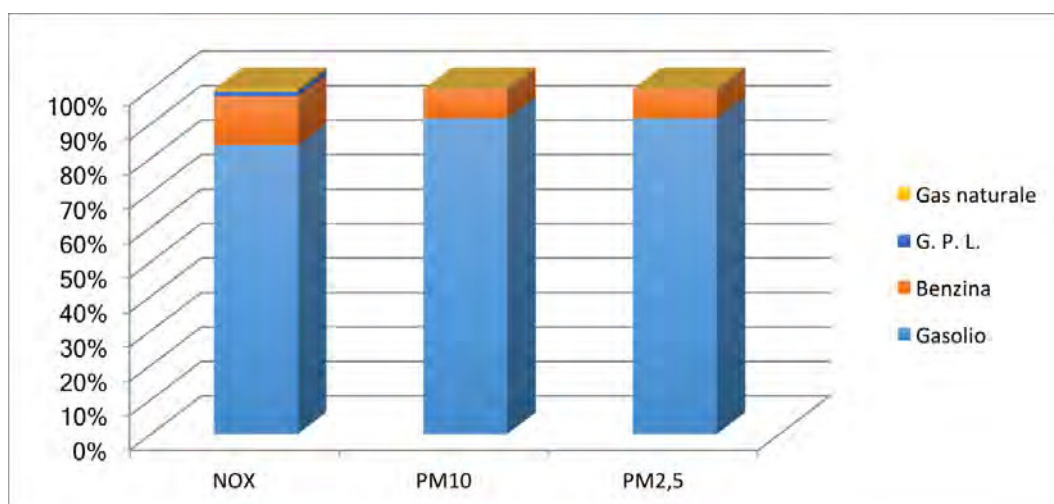


Figura 61: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada - Agglomerato di Catania

Per quanto concerne la tipologia di traffico, il traffico da automobili e da veicoli pesanti (>3,5 t) incide maggiormente sull'emissione sia di NO_x che di polveri (*cfr.* Figura 62).

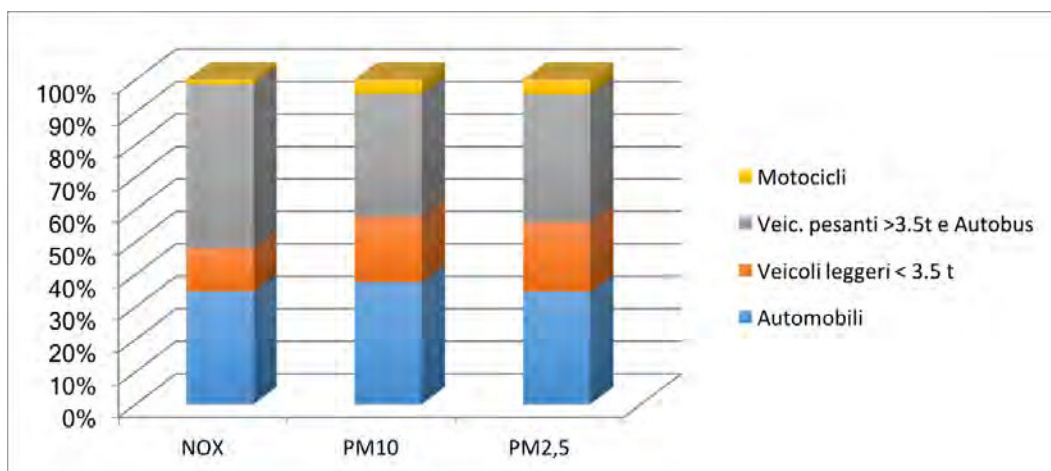


Figura 62: Distribuzione tra i differenti combustibili delle emissioni degli inquinanti più rilevanti dal settore trasporti su strada – Agglomerato di Catania

I risultati della valutazione del contributo alle emissioni di NO_x e particolato dai combustibili utilizzati, dalla tipologia di strada, dalla tipologia di traffico (leggero e pesante) e dal tipo di autoveicoli sono analoghi a quelli ottenuti per il comune di Palermo.

1.4.5 Contributo delle sorgenti emissive nella Zona Aree Industriali (IT1914)

Analogamente a quanto effettuato per gli Agglomerati urbani di Palermo e Catania, ARPA Sicilia in collaborazione con la Techne Consulting S.r.l., ha sviluppato nel mese di ottobre 2016 un focus dell'inventario delle emissioni per la Zona Aree Industriali (*cfr.* Allegato 6).

Tale approfondimento, oltre a riguardare la valutazione dei macrosettori responsabili dell'emissione degli inquinanti per cui negli ultimi anni sono stati registrati superamenti nelle stazioni presenti in tale Zona ha focalizzato l'attenzione sulla valutazione delle sorgenti puntuali, costituite da stabilimenti industriali di notevoli dimensioni, responsabili del maggior carico emissivo in queste aree. In particolare l'analisi ha riguardato: ossidi di azoto, particolato fine PM10, e ozono. Essendo l'ozono un inquinante secondario sono stati analizzati i macrosettori e le sorgenti puntuali responsabili delle emissioni di composti organici volatili (COV) in quanto precursori dell'ozono insieme agli ossidi di azoto.

1.4.5.1 *Analisi delle sorgenti emissive per macrosettore*

In Tabella 47 si riportano le stime per l'anno 2012 delle emissioni degli inquinanti principali per macrosettore per l'insieme della regione e per le aree industriali.

In Figura 63 è riportata la distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto, particolato fine, COVNM, tra le sorgenti puntuali, diffuse e lineari per le Aree Industriali.

Il grafico evidenzia:

- l'assoluta prevalenza nelle aree industriali (58%) delle emissioni industriali (Combustione nell'industria dell'energia e della trasformazione delle fonti di energia, Impianti di combustione industriale e processi con combustione e Processi senza combustione) per l'ossido di azoto a fronte di una prevalenza delle emissioni da Trasporti Stradali sull'intera regione e negli Agglomerati urbani di Palermo e Catania;
- il ruolo molto importante per il PM10 nelle aree industriali delle emissioni industriali (Combustione nell'industria dell'energia e della trasformazione delle fonti di energia, Impianti di combustione industriale e processi con combustione e Processi senza combustione) che risultano dell'ordine delle emissioni del riscaldamento domestico a legna, sorgente predominante a livello regionale se si esclude il macrosettore altre sorgenti/natura (intorno al 40%). Questo effetto risulta minore per le emissioni di PM2,5 dove prevale il riscaldamento domestico e maggiore per il PST dove prevalgono le emissioni industriali;
- l'origine quasi completamente industriale delle emissioni di ossidi di zolfo nelle aree industriali (96,1%);
- la prevalenza delle emissioni di origine industriale (incluso l'uso industriale di solventi) sulle emissioni di COVNM nelle aree industriali.

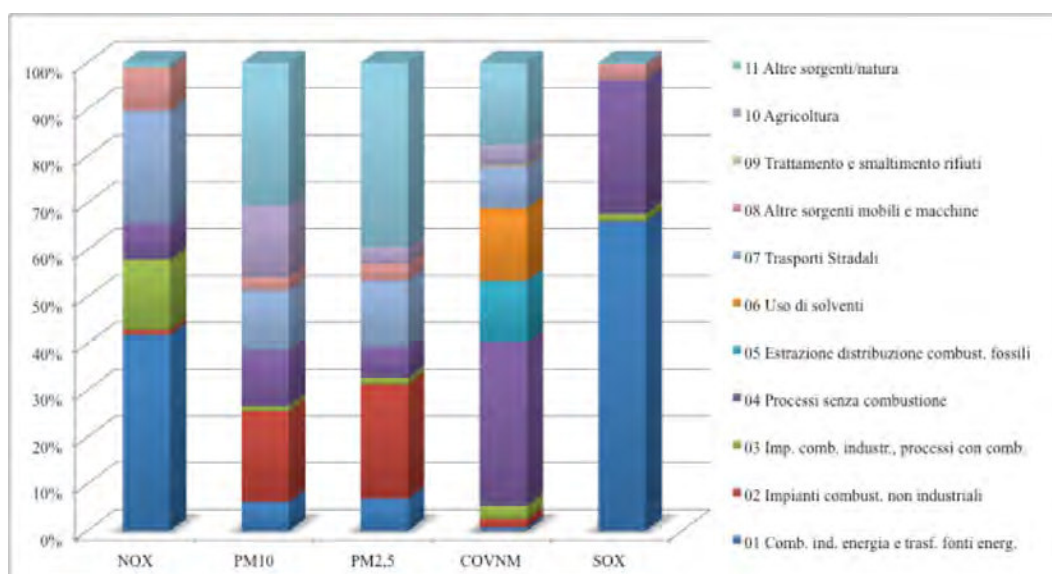


Figura 63: Distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto, particolato [PM10 e PM2,5], composti organici volatili non metanici ed ossidi di zolfo tra i differenti macrosettori nelle Aree Industriali

Tabella 47: Emissioni totali inquinanti principali per macrosettore – Anno 2012 – Zona IT1914 Aree Industriali

Valori percentuali (%) nel territorio regionale	CO	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	SO _x	C ₆ H ₆	NH ₃
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	1,2	0,2	15,1	0,8	0,8	1,3	1,8	0,2	0,6
02 Impianti combust. non industriali	10,1	2,4	2,4	15,7	17,4	12,9	0,0	23,1	2,2
03 Imp. combust. industr., processi con combust.	1,4	0,6	7,9	0,2	0,2	0,1	0,2	0,9	0,5
04 Processi senza combustione	0,4	7,2	2,5	6,4	3,5	8,1	0,8	0,4	0,1
05 Estrazione distribuzione combust. fossili	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
06 Uso di solventi	0,0	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	31,6	12,0	54,7	10,5	10,1	9,6	0,0	27,1	3,2
08 Altre sorgenti mobili e macchine	0,7	0,4	12,0	1,0	1,1	0,8	0,2	0,5	0,0
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3
10 Agricoltura	0,3	3,3	0,0	8,1	1,5	6,8	0,0	4,7	82,2
11 Altre sorgenti/natura	54,4	48,8	5,3	57,5	65,4	60,3	96,9	42,5	8,9
Valori percentuali (%) nelle Aree Industriali	CO	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	SO _x	C ₆ H ₆	NH ₃
01 Comb. ind. energia e trasf. fonti energ.	9,8	0,8	41,9	6,2	6,9	11,1	66,1	1,7	3,4
02 Impianti combust. non industriali	12,3	1,7	1,1	19,4	24,5	15,4	0,1	27,8	1,6
03 Imp. combust. industr., processi con combust.	6,5	2,9	15,0	1,0	1,3	0,8	1,5	5,3	0,3
04 Processi senza combustione	2,9	34,9	7,9	11,9	6,8	15,7	28,5	1,5	0,3
05 Estrazione distribuzione combust. Fossili	0,0	13,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0
06 Uso di solventi	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 Trasporti Stradali	38,5	8,7	23,9	12,9	14,2	11,5	0,1	32,5	2,5
08 Altre sorgenti mobili e macchine	1,3	0,4	9,2	2,7	3,5	2,0	3,4	0,7	8,7
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0
10 Agricoltura	0,0	4,2	0,0	15,3	3,5	12,4	0,0	3,4	88,0
11 Altre sorgenti/natura	28,5	17,6	1,0	30,6	39,5	31,1	0,3	21,9	2,9

Il primo dato rilevante è l'evidenza che, contrariamente a quanto osservato per gli Agglomerati urbani di Palermo e Catania, il macrosettore dei trasporti stradali (macrosettore 7) contribuisce alle emissioni di NO_x nelle aree industriali meno (24%) che nell'ambito regionale (55%). Viceversa gli impianti di combustione industriale (macrosettore 1 e 3) incidono in queste aree in maniera molto più significativa nella produzione di NO_x (57%) a fronte di un contributo pari al 23% su scala regionale.

Le sorgenti principali di COVNM nelle Aree Industriali sono le emissioni da impianti industriali in processi senza combustione che incidono, escludendo le sorgenti naturali, per il 42% contro il 14% a livello regionale. Complessivamente le attività industriali (macrosettori 1,3 e 4) sono responsabili del 47% delle emissioni di COVNM (escluso il contributo delle sorgenti naturali) a fronte del 15,5% a livello regionale. L'altro macrosettore che incide con una percentuale maggiore di quella stimata a livello regionale è il 5- Estrazione e distribuzione di combustibili fossili, che incide per il 16% a fronte di un contributo del 10% a livello regionale. I macrosettori 6 – Uso di solventi e 7 – Trasporti stradali invece contribuiscono in maniera meno significativa alla produzione di COVNM rispetto a quanto stimato a livello regionale (38% e 23,5% a livello regionale e 19% e 11% nelle aree industriali).

I macrosettori che incidono in maniera significativa sulla produzione di particolato fine PM10, eliminando il contributo delle sorgenti naturali, sono quelli collegati alle attività industriali (macrosettori 1, 3, 4) che nel complesso sono responsabili del 27,5% delle emissioni di PM10 a fronte del 17% a livello regionale. Il macrosettore 2 - Impianti di combustione non industriali (da utenza domestica), ha invece un'incidenza inferiore (28%) rispetto a quella stimata a livello regionale pari al 37% ed in ambito urbano (Agglomerato di Palermo 60% e Agglomerato di Catania 41% così come il macrosettore 7 - Trasporti stradali che contribuisce nelle aree industriali per il 19% rispetto alla media regionale del 25%.

Inoltre risulta significativo il contributo del settore agricolo (22%) che però è dello stesso ordine di grandezza di quello stimato a livello regionale (19%).

Tra i settori industriali, sono gli impianti di combustione per la produzione di energia (macrosettore 01) quelli maggiormente responsabili delle emissioni di PM10, PM2,5 e PST con un'incidenza superiore (9%, 11% e 16%) rispetto a quella stimata a livello regionale (2%, 2% e 3%).

Per quanto riguarda il benzene, inquinante che, se si elimina il contributo delle sorgenti naturali, è imputabile a livello regionale ai macrosettori 7 - Trasporti stradali (47%) e macrosettore 2 - Impianti di combustione non industriali (da utenza domestica) (40%), si osserva nelle aree industriali, analogamente a quanto accade a livello regionale, un contributo preponderante degli stessi macrosettori seppur in percentuali leggermente inferiori (macrosettore 7 - Trasporti stradali, 42% e macrosettore 2 - Impianti di combustione non industriali 36%).

Cionondimeno, si ritiene importante evidenziare che i macrosettori associati alle emissioni puntuali da impianti industriali (macrosettori 1, 3, e 4) contribuiscono per l'11% alle emissioni di benzene a fronte del contributo a livello regionale pari al 3%, con una provenienza più significativa legata ai processi di combustione. Inoltre, il macrosettore 05 – Estrazione e distribuzione di combustibili fossili incide per il 7% contro il 2% a livello regionale.

La Figura 64 riporta le emissioni degli inquinanti principali per le diverse tipologie di sorgenti (puntuali, lineari e diffuse), da cui si evince come le sorgenti puntuali contribuiscono in modo significativo alle emissioni di composti organici volatili e in modo prevalente alle emissioni di ossidi di azoto ed ossidi di zolfo.

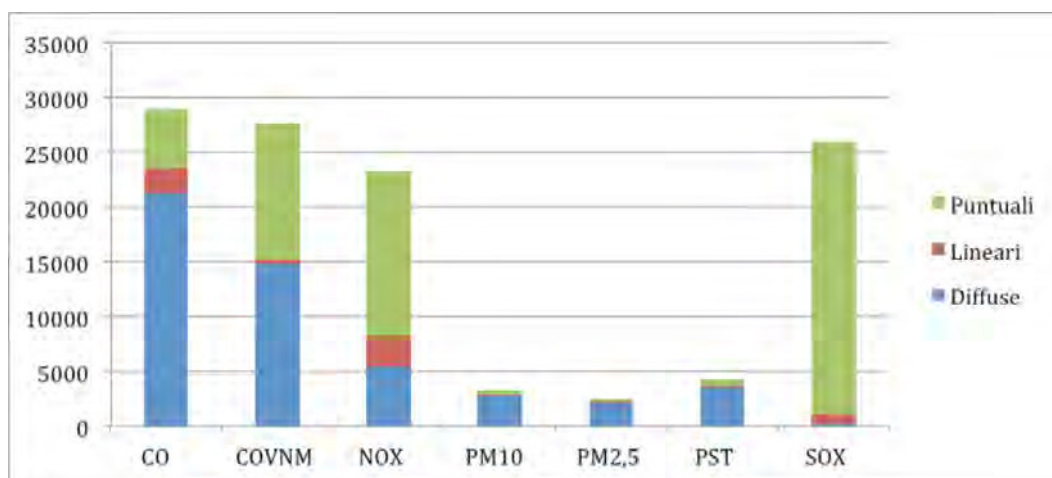


Figura 64: Distribuzione delle emissioni di inquinanti principali tra le tipologie di sorgenti nelle aree industriali

Si ricorda che nell'inventario delle emissioni si definiscono puntuali le sorgenti che globalmente emettono più di 5.000 Mg/anno di anidride carbonica, oppure 50 Mg/anno di monossido di carbonio, 50 kg/anno di metalli pesanti e 5 Mg/anno degli altri inquinanti.

1.4.5.2 *Analisi delle sorgenti emissive per singolo stabilimento*

Gli impianti industriali rappresentano quindi una fonte significativa di sorgente di emissioni puntuali, regolamentate dalle autorizzazioni, ma anche di emissioni diffuse e fuggitive, spesso non regolamentate, ma altrettanto significative ai fini del risanamento della qualità dell'aria nelle aree industriali.

Di seguito viene riportato un elenco degli impianti presenti nella Zona IT1914 presi in considerazione nell'inventario delle emissioni sulla base della definizione di sorgente puntuale sopra riportata suddivise per Comune:

- **082054 - Partinico**
70 - Distilleria Bertolino SpA
- **082070 - Termini Imerese**
21 - ENEL - Centrale Ettore Majorana
- **083005 - Barcellona Pozzo di Gotto**
44 - Agrumi-gel di Imbesi S, e C, snc
- **083049 - Milazzo**
14 - Raffineria di Milazzo
28 - Termica Milazzo
- **083064 - Pace del Mela**
20 - Duferdofin SpA
29 - Citrofood Srl (ex Citrus VITA SpA)
39 - FMC Biopolymer (ex ICHI srl e Pectine Industria)
74 - ESI SpA
- **083077 - San Filippo del Mela**

- 31 - EDIPOWER - Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela
- **084028 - Porto Empedocle**
 - 25 - ENEL - Centrale di Porto Empedocle
 - 27 - Italcementi di Porto Empedocle
- **085007 - Gela**
 - 34 - GREENSTREAM BV GELA BRANCH
 - 37 - ECORIGEN SRL
 - 40 - RAFFINERIA DI GELA
- **088008 - Pozzallo**
 - 68 - Colacem - Cementeria di Modica
- **088009 - Ragusa**
 - 67 - Colacem - Cementeria di Ragusa
 - 73 - Versalis SpA - Stabilimento di Ragusa
- **089001 - Augusta**
 - 1 - ENEL - Centrale Termoelettrica di Augusta
 - 150 - Linea Energia SpA
 - 2 - Buzzi Unicem - Stabilimento di Augusta
 - 3 - SASOL ITALY S.p.A. - Stabilimento di Augusta
 - 5 - GESPI Impianto di Termodistruzione
 - 6 - ESSO Italiana Raff, di Augusta
- **089012 - Melilli**
 - 4 - Leone La Ferla SpA
- **089021 - Priolo Gargallo**
 - 10 - ISAB Srl - Raff, Impianti NORD
 - 12 - ISAB Energy - Impianto IGCC
 - 13 - ERG NUOVE CENTRALI SPA (impianto nord)
 - 19 - ENEL - Centrale di Priolo
 - 8 - ISAB Srl - Raff, Impianti SUD
 - 9 - Versalis SpA - Stabilimento di Priolo

Non sono state prese in considerazione le emissioni provenienti dall'Impianto di Cogenerazione a Turbogas Sasol Italy Energia s.r.l. ubicato all'interno dello Stabilimento SASOL ITALY S.p.A. in quanto si tratta di un nuovo ciclo combinato non in esercizio nel 2012. I dati relativi a tale impianto verranno valutati nel prossimo aggiornamento dell'Inventario sulle Emissioni.

Considerata la peculiarità della zona in esame, caratterizzata dalla presenza di impianti industriali di notevoli dimensioni, sono stati presi in considerazione i dati di emissione stimati per ciascun stabilimento e/o impianto ricadente nelle aree in esame. In particolare per singolo stabilimento in Tabella 48 sono riportate le emissioni degli inquinanti più significativi mentre in Tabella 49 sono riportate le emissioni di benzene e metalli pesanti.

Tabella 48: Emissioni totali [Mg] inquinanti principali per Strutture Puntuali – Anno 2012 – aree industriali

Valori assoluti	CO	COVNM	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	PST	SO _x	NH ₃
082054 - Partinico	12,7	2250,8	9,4	5,4	4,6	5,9	1,5	0,0
70 - Distilleria Bertolino SpA	12,7	2250,8	9,4	5,4	4,6	5,9	1,5	0,0
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	12,7	0,8	9,4	5,4	4,6	5,9	1,5	0,0
04060800 - Produzione di alcolici	0,0	2250,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
082070 - Termini Imerese	680,5	24,6	244,2	0,2	0,1	0,2	0,5	0,0
21 - ENEL - Centrale Ettore Majorana	680,5	24,6	244,2	0,2	0,1	0,2	0,5	0,0
01010100 - CTE pubbliche Caldaie >= 300 MWth	3,3	1,9	11,6	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	677,2	22,7	232,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
083005 - Barcellona Pozzo di Gotto	2,1	0,1	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
44 - Agrumi-gel di Imbesi S, e C, snc	2,1	0,1	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	2,1	0,1	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
083049 - Milazzo	544,0	2144,0	2183,1	41,5	50,7	109,5	3712,7	12,9
14 - Raffineria di Milazzo	440,8	2130,6	2013,8	39,8	49,0	107,8	3710,3	12,9
01030200 - Raffinerie Caldaie 50-300 MWth	80,1	0,0	238,8	5,0	4,5	10,9	72,7	0,9
01030500 - Raffinerie Turbine a gas	15,8	0,0	216,1	0,4	0,4	0,6	0,5	0,0
01030700 - Raffinerie Forni di processo	54,3	0,0	938,0	21,4	29,3	52,9	1119,9	9,7
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	1827,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	33,4	0,0	617,4	13,0	14,8	43,3	1753,5	2,3
04010300 - Impianti di recupero zolfo	257,2	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	763,8	0,0
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	302,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28 - Termica Milazzo	103,2	13,4	169,3	1,7	1,7	1,7	2,3	0,0
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	103,2	13,4	169,3	1,7	1,7	1,7	2,3	0,0
083064 - Pace del Mela	18,1	2,1	39,1	3,7	3,6	3,7	21,5	0,4
20 - Duferdofin SpA	0,0	1,3	9,1	1,6	1,6	1,6	0,0	0,0
04020810 - Laminatoi a caldo	0,0	1,3	9,1	1,6	1,6	1,6	0,0	0,0
29 - Citrofood Srl [ex Citrus VITA SpA]	0,5	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	0,5	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
39 - FMC Biopolymer [ex ICHI srl e Pectine Industria]	12,0	0,8	21,6	1,7	1,7	1,7	0,1	0,3
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	12,0	0,8	21,6	1,7	1,7	1,7	0,1	0,3
74 - ESI SpA	5,6	0,0	8,2	0,3	0,2	0,3	21,4	0,0
03030700 - Produzione di Piombo 2a fusione	5,6	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	21,4	0,0
04030930 - Produzione Piombo 2a fusione [processi]	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,3	0,0	0,0
083077 - San Filippo del Mela	116,6	25,4	508,5	15,6	11,4	22,3	1043,7	4,6
31 - EDIPOWER - Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela	116,6	25,4	508,5	15,6	11,4	22,3	1043,7	4,6



REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



Valori assoluti	CO	COVNM	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	PST	SO _x	NH ₃
01010100 - CTE pubbliche Caldaie >= 300 MWth	28,2	7,1	122,4	7,3	5,3	10,3	143,4	0,1
01010200 - CTE pubbliche Caldaie 50-300 MWth	88,4	18,3	386,1	8,4	6,1	11,9	900,3	4,5
084028 - Porto Empedocle	195,6	5,8	614,3	49,9	41,7	55,7	471,6	0,1
25 - ENEL - Centrale di Porto Empedocle	3,2	3,6	411,8	27,5	23,0	32,4	431,9	0,1
01010200 - CTE pubbliche Caldaie 50-300 MWth	3,2	3,6	411,8	27,5	23,0	32,4	431,9	0,1
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27 - Italcementi di Porto Empedocle	192,4	2,2	202,5	22,4	18,7	23,3	39,7	0,0
03021100 - Essiccazione di materiali inerti	15,6	0,0	34,7	14,1	14,1	14,1	11,8	0,0
03031100 - Produzione di Cemento	176,8	2,2	167,8	0,0	0,0	0,0	27,9	0,0
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	8,3	4,6	9,2	0,0	0,0
085007 - Gela	830,6	888,3	1604,7	23,0	19,8	50,2	8986,3	102,3
34 - GREENSTREAM BV GELA BRANCH	1,7	268,9	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	1,7	0,1	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05060200 - Stazioni di Pompaggio	0,0	268,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37 - ECORIGEN SRL	0,2	0,0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,2	0,0
01030700 - Raffinerie Forni di processo	0,2	0,0	0,7	0,5	0,5	0,5	0,2	0,0
40 - RAFFINERIA DI GELA	828,8	619,4	1600,2	22,5	19,3	49,7	8986,1	102,3
01030200 - Raffinerie Caldaie 50-300 MWth	301,5	0,8	1045,4	9,2	7,0	35,1	6085,9	68,4
01030700 - Raffinerie Forni di processo	132,8	1,8	307,9	2,9	2,5	3,6	215,3	25,5
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	487,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	33,4	0,2	86,7	0,2	0,1	0,3	1270,1	2,8
04010300 - Impianti di recupero zolfo	361,0	0,3	158,8	3,0	2,6	3,6	1414,6	5,6
04050600 - Produzione di Polietilene a bassa densità	0,0	4,2	0,0	7,1	7,1	7,1	0,0	0,0
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	124,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09100100 - Trattamento di reflui liquidi industriali	0,1	0,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
088008 - Pozzallo	216,8	2,7	524,0	12,2	12,0	16,0	14,0	0,0
68 - Colacem - Cementeria di Modica	216,8	2,7	524,0	12,2	12,0	16,0	14,0	0,0
03031100 - Produzione di Cemento	216,8	2,7	524,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	12,2	12,0	16,0	0,0	0,0
088009 - Ragusa	254,8	205,4	937,4	16,4	9,2	18,1	14,5	0,0
67 - Colacem - Cementeria di Ragusa	254,0	34,0	930,0	16,2	9,0	18,0	14,0	0,0
03031100 - Produzione di Cemento	254,0	34,0	930,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	16,2	9,0	18,0	0,0	0,0
73 - Versalis SpA - Stabilimento di Ragusa	0,8	171,4	7,4	0,2	0,2	0,1	0,5	0,0
04050600 - Produzione di Polietilene a bassa densità	0,8	171,4	7,4	0,2	0,2	0,1	0,5	0,0
089001 - Augusta	1247,5	1931,3	4688,9	107,2	81,5	135,6	4142,0	17,7



Valori assoluti	CO	COVNM	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	PST	SO _x	NH ₃
1 - ENEL - Centrale Termoelettrica di Augusta	5,0	2,5	300,5	21,3	17,9	25,1	333,3	0,3
01010200 - CTE pubbliche Caldaie 50-300 MWth	5,0	2,5	300,5	21,3	17,9	25,1	333,3	0,3
150 - Linea Energia Spa	2,7	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
01010600 - CTE pubbliche Motori comb,interna	2,7	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
2 - Buzzi Unicem - Stabilimento di Augusta	812,8	10,1	693,3	10,4	5,8	11,5	208,9	0,0
03031100 - Produzione di Cemento	812,8	10,1	693,3	0,0	0,0	0,0	208,9	0,0
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	10,4	5,8	11,5	0,0	0,0
3 - SASOL ITALY SpA - Stabilimento di Augusta	49,5	2,0	379,0	3,5	3,5	3,5	13,2	7,2
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	49,5	2,0	379,0	3,5	3,5	3,5	13,2	7,2
5 - GESPI Impianto di Termodistruzione	1,1	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0
09020200 - Incenerimento di rifiuti industriali [eccetto torce]	1,1	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0
6 - ESSO Italiana Raff,di Augusta	376,4	1916,7	3299,5	72,0	54,3	95,4	3583,8	10,3
01030200 - Raffinerie Caldaie 50-300 MWth	87,3	14,3	670,0	52,5	32,1	61,0	1344,0	8,1
01030500 - Raffinerie Turbine a gas	82,4	1,6	743,1	3,7	3,7	3,7	34,0	0,0
01030700 - Raffinerie Forni di processo	48,0	31,3	1048,2	11,3	11,3	11,3	70,6	0,0
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	1461,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	18,5	8,9	837,6	3,7	6,4	18,6	1898,3	2,2
04010300 - Impianti di recupero zolfo	140,2	0,0	0,7	0,9	0,9	0,9	236,8	0,0
04010430 - Depositi di benzina nelle raffinerie tetto galleggiante	0,0	129,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040120 - Terminali marittimi di comb, liquidi - carico gasolio	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040130 - Terminali marittimi di comb, liquidi - carico olio combustibile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	259,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040210 - Movimentazione [escluso terminali marittimi] gasolio autobotti	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050214 - Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico nave	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
089012 - Melilli	3,3	1,1	20,9	0,3	0,0	0,6	0,2	0,0
4 - Leone La Ferla SpA	3,3	1,1	20,9	0,3	0,0	0,6	0,2	0,0
03031200 - Produzione di Calce	3,3	1,1	20,9	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
04061400 - Produzione di Calce [Processi]	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,6	0,0	0,0
089021 - Priolo Gargallo	1274,2	4979,3	3690,1	41,4	38,4	236,2	6521,9	9,8
10 - ISAB Srl - Raff, Impianti NORD	11,9	1635,8	178,1	2,5	1,1	5,4	101,2	0,8
01030700 - Raffinerie Forni di processo	3,9	2,3	59,6	0,1	0,1	2,6	27,9	0,6
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	985,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	8,0	0,4	118,5	2,4	1,0	2,9	73,3	0,2
04010430 - Depositi di benzina nelle raffinerie tetto galleggiante	0,0	234,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi scarico greggio [con ballasting]	0,0	97,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050212 - Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico autobotti con recupero vapori allo scarico	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



Valori assoluti	CO	COVNM	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	PST	SO _x	NH ₃
05050214 - Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico nave	0,0	316,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 - ISAB Energy - Impianto IGCC	191,7	11,1	673,2	11,1	11,1	45,2	159,7	0,0
01040500 - Trasf, comb, solidi Turbine a gas	191,7	11,1	673,2	11,1	11,1	45,2	159,7	0,0
13 - ERG NUOVE CENTRALI SPA [impianto nord]	217,7	49,1	497,4	10,5	9,8	11,6	288,3	5,1
01010100 - CTE pubbliche Caldaie >= 300 MWth	166,0	13,3	125,3	2,7	2,0	3,8	249,8	5,1
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	51,7	35,9	372,1	7,8	7,8	7,8	38,5	0,0
19 - ENEL - Centrale di Priolo	51,9	23,0	375,0	4,9	4,9	4,9	12,0	0,0
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	51,9	23,0	375,0	4,9	4,9	4,9	12,0	0,0
8 - ISAB Srl - Raff, Impianti SUD	652,9	2446,9	1340,5	4,1	3,6	160,3	5940,8	1,9
01030500 - Raffinerie Turbine a gas	11,7	0,4	102,0	0,0	0,0	1,9	5,3	0,1
01030700 - Raffinerie Forni di processo	641,2	2,9	1238,5	4,1	3,6	158,3	5935,5	1,8
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	1694,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010430 - Depositi di benzina nelle raffinerie tetto galleggiante	0,0	193,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	166,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050212 - Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico autobotti con recupero vapori allo scarico	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050214 - Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico nave	0,0	387,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9 - Versalis SpA - Stabilimento di Priolo	148,2	813,3	625,9	8,2	7,9	8,8	19,9	2,1
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	147,8	741,3	611,4	8,1	7,7	8,7	19,9	2,1
04050600 - Produzione di Polietilene a bassa densita	0,4	72,1	14,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Totale complessivo	5396,7	12461,0	15069,4	316,7	273,0	654,0	24930,4	148,0

Tabella 49: Emissioni totali metalli pesanti e benzene [kg] per Strutture Puntuali – Anno 2012 – aree industriali

Valori assoluti	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	C ₆ H ₆
082054 - Partinico	2,1	0,4	2,0	4,7	0,3	3,1	4,6	0,3	40,1	399,9
70 - Distilleria Bertolino SpA	2,1	0,4	2,0	4,7	0,3	3,1	4,6	0,3	40,1	399,9
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	2,1	0,4	2,0	4,7	0,3	3,1	4,6	0,3	40,1	399,9
04060800 - Produzione di alcolici	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
082070 - Termini Imerese	2,6	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,1	0,3	0,1	67,1
21 - ENEL - Centrale Ettore Majorana	2,6	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,1	0,3	0,1	67,1
01010100 - CTE pubbliche Caldaie >= 300 MWth	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,7
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	2,5	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,2	0,0	66,4
083005 - Barcellona Pozzo di Gotto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
44 - Agrumi-gel di Imbesi S, e C, snc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
083049 - Milazzo	11,7	1,2	76,4	400,6	219,1	462,9	267,7	22,5	110,5	2922,3
14 - Raffineria di Milazzo	10,7	1,2	76,4	400,6	218,3	462,9	267,7	22,4	110,4	2918,9
01030200 - Raffinerie Caldaie 50-300 MWth	0,9	0,1	4,1	8,5	0,3	96,8	7,1	0,1	33,2	27,2
01030500 - Raffinerie Turbine a gas	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	17,3
01030700 - Raffinerie Forni di processo	9,0	0,7	34,6	291,5	2,7	352,5	168,5	17,4	76,1	118,3
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	0,7	0,5	37,8	100,5	215,1	13,6	92,0	4,9	1,2	34,7
04010300 - Impianti di recupero zolfo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2721,4
28 - Termica Milazzo	1,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	3,3
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	1,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	3,3
083064 - Pace del Mela	0,3	0,0	3,5	0,5	0,1	12,7	7,4	0,1	2,8	0,3
20 - Duferdofin SpA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04020810 - Laminatoi a caldo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29 - Citrofood Srl [ex Citrus VITA SpA]	0,2	0,0	3,5	0,5	0,0	12,7	0,3	0,1	2,7	0,0
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	0,2	0,0	3,5	0,5	0,0	12,7	0,3	0,1	2,7	0,0
39 - FMC Biopolymer [ex ICHI srl e Pectine Industria]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
74 - ESI SpA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0
03030700 - Produzione di Piombo 2a fusione	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04030930 - Produzione Piombo 2a fusione [processi]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0
083077 - San Filippo del Mela	1,6	0,6	33,8	22,0	0,4	173,8	7,7	65,0	1121,5	8,3
31 - EDIPOWER - Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela	1,6	0,6	33,8	22,0	0,4	173,8	7,7	65,0	1121,5	8,3

Tabella 49: Emissioni totali metalli pesanti e benzene [kg] per Strutture Puntuali – Anno 2012 – aree industriali

Valori assoluti	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	C ₆ H ₆
01010100 - CTE pubbliche Caldaie >= 300 MWth	0,4	0,1	9,8	15,0	0,2	49,2	2,6	14,0	289,8	2,2
01010200 - CTE pubbliche Caldaie 50-300 MWth	1,2	0,5	24,0	7,0	0,3	124,6	5,1	51,0	831,7	6,2
084028 - Porto Empedocle	6,2	1,2	48,2	23,8	6,3	778,5	56,2	34,1	51,5	884,7
25 - ENEL - Centrale di Porto Empedocle	3,0	0,2	43,2	16,0	0,3	772,5	44,3	31,0	0,0	3,0
01010200 - CTE pubbliche Caldaie 50-300 MWth	3,0	0,2	43,2	16,0	0,3	772,5	44,3	31,0	0,0	3,0
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27 - Italcementi di Porto Empedocle	3,2	1,0	5,0	7,9	6,0	6,0	11,9	3,1	51,5	881,7
03021100 - Essiccazione di materiali inerti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03031100 - Produzione di Cemento	3,2	1,0	5,0	7,9	6,0	6,0	11,9	3,1	51,5	881,7
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
085007 - Gela	24,0	36,0	161,0	93,5	84,0	448,7	327,1	27,9	16291,8	1664,4
34 - GREENSTREAM BV GELA BRANCH	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05060200 - Stazioni di Pompaggio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37 - ECORIGEN SRL	0,0	0,0	6,1	49,7	0,0	6,6	134,6	4,7	291,1	0,0
01030700 - Raffinerie Forni di processo	0,0	0,0	6,1	49,7	0,0	6,6	134,6	4,7	291,1	0,0
40 - RAFFINERIA DI GELA	24,0	36,0	154,9	43,8	84,0	442,1	192,5	23,2	16000,7	1664,4
01030200 - Raffinerie Caldaie 50-300 MWth	17,3	15,9	38,9	25,6	62,0	177,0	43,5	17,3	2620,3	393,8
01030700 - Raffinerie Forni di processo	2,4	1,5	51,6	11,0	11,0	85,5	6,4	2,4	10590,5	92,7
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	0,5	0,0	0,5	0,2	1,4	138,3	0,5	0,5	1,0	8,1
04010300 - Impianti di recupero zolfo	1,6	3,2	14,1	7,0	9,4	6,2	14,7	2,6	690,7	22,3
04050600 - Produzione di Polietilene a bassa densità	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,6
05040140 - Terminali marittimi di comb. liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1120,4
09100100 - Trattamento di reflui liquidi industriali	2,2	15,4	49,8	0,0	0,2	35,1	127,4	0,4	2098,2	6,5
088008 - Pozzallo	3,9	1,2	6,1	9,6	7,3	7,3	14,6	3,8	63,2	1081,3
68 - Colacem - Cementeria di Modica	3,9	1,2	6,1	9,6	7,3	7,3	14,6	3,8	63,2	1081,3
03031100 - Produzione di Cemento	3,9	1,2	6,1	9,6	7,3	7,3	14,6	3,8	63,2	1081,3
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
088009 - Ragusa	9,3	2,8	14,4	22,7	0,2	17,2	34,4	8,9	148,8	2547,2
67 - Colacem - Cementeria di Ragusa	9,3	2,8	14,4	22,7	0,2	17,2	34,4	8,9	148,8	2547,2
03031100 - Produzione di Cemento	9,3	2,8	14,4	22,7	0,2	17,2	34,4	8,9	148,8	2547,2
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
73 - Versalis SpA - Stabilimento di Ragusa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabella 49: Emissioni totali metalli pesanti e benzene [kg] per Strutture Puntuali – Anno 2012 – aree industriali

Valori assoluti	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	C ₆ H ₆
04050600 - Produzione di Polietilene a bassa densità	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
089001 - Augusta	88,2	198,5	1386,2	539,7	232,8	2759,4	1027,6	79,1	1836,9	6973,9
1 - ENEL - Centrale Termoelettrica di Augusta	2,0	2,5	12,4	21,8	0,7	535,6	5,5	13,4	31,3	1,7
01010200 - CTE pubbliche Caldaie 50-300 MWth	2,0	2,5	12,4	21,8	0,7	535,6	5,5	13,4	31,3	1,7
150 - Linea Energia Spa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
01010600 - CTE pubbliche Motori comb.interna	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
2 - Buzzi Unicem - Stabilimento di Augusta	14,8	4,5	22,9	36,1	27,4	27,4	54,7	14,1	236,9	4054,1
03031100 - Produzione di Cemento	14,8	4,5	22,9	36,1	27,4	27,4	54,7	14,1	236,9	4054,1
04061200 - Produzione di cemento [Processi]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 - SASOL ITALY SpA - Stabilimento di Augusta	0,8	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,1	0,0	6,6
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	0,8	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,1	0,0	6,6
5 - GESPI Impianto di Termodistruzione	1,9	1,3	9,4	1,3	1,8	14,7	1,4	0,0	566,7	0,0
09020200 - Incenerimento di rifiuti industriali [eccetto torce]	1,9	1,3	9,4	1,3	1,8	14,7	1,4	0,0	566,7	0,0
6 - ESSO Italiana Raff.di Augusta	68,7	190,3	1341,5	480,5	202,3	2181,7	966,0	51,5	1001,8	2911,4
01030200 - Raffinerie Caldaie 50-300 MWth	24,4	3,3	374,0	57,1	2,6	411,0	38,2	6,7	352,2	4,7
01030500 - Raffinerie Turbine a gas	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
01030700 - Raffinerie Forni di processo	4,2	8,6	33,3	27,0	1,0	43,7	21,7	5,1	309,8	11,9
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	39,7	178,3	934,2	396,4	198,3	1727,0	906,1	39,7	339,8	0,0
04010300 - Impianti di recupero zolfo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010430 - Depositi di benzina nelle raffinerie tetto galleggiante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	510,9
05040120 - Terminali marittimi di comb, liquidi - carico gasolio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040130 - Terminali marittimi di comb, liquidi - carico olio combustibile	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2331,1
05040210 - Movimentazione [escluso terminali marittimi] gasolio autobotti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050214 - Movimentazione di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico nave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,2
089012 - Melilli	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 - Leone La Ferla SpA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03031200 - Produzione di Calce	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04061400 - Produzione di Calce [Processi]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
089021 - Priolo Gargallo	303,8	66,3	354,8	159,0	19,3	1005,9	239,5	66,5	962,8	6562,8
10 - ISAB Srl - Raff. Impianti NORD	0,5	0,8	2,6	2,2	0,1	4,9	0,9	0,5	13,4	2094,7
01030700 - Raffinerie Forni di processo	0,4	0,5	2,4	2,0	0,0	4,6	0,5	0,4	12,3	184,7
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabella 49: Emissioni totali metalli pesanti e benzene [kg] per Strutture Puntuali – Anno 2012 – aree industriali

Valori assoluti	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	C ₆ H ₆
04010200 - Cracking catalitico a letto fluido [FCC] caldaia CO	0,1	0,3	0,2	0,2	0,0	0,3	0,3	0,1	1,2	75,8
04010430 - Depositi di benzina nelle raffinerie tetto galleggiante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	923,9
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi scarico greggio [con ballasting]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	872,8
05050212 - Moviment benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico autobotti con recupero vapori	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050214 - Moviment. benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico nave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,6
12 - ISAB Energy - Impianto IGCC	281,1	58,8	58,8	93,4	11,6	139,8	89,3	60,0	58,8	1113,3
01040500 - Trasf, comb, solidi Turbine a gas	281,1	58,8	58,8	93,4	11,6	139,8	89,3	60,0	58,8	1113,3
13 - ERG NUOVE CENTRALI SPA [impianto nord]	16,8	2,9	211,2	34,9	3,9	738,5	23,8	4,6	232,9	13,6
01010100 - CTE pubbliche Caldaie >= 300 MWth	14,1	2,9	211,2	34,9	1,6	738,5	23,8	4,3	232,9	4,6
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	2,7	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,3	0,0	9,0
19 - ENEL - Centrale di Priolo	3,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,3	0,0	9,8
01010500 - CTE pubbliche Turbine a gas	3,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,3	0,0	9,8
8 - ISAB Srl - Raff, Impianti SUD	1,0	3,2	46,2	16,5	0,2	74,0	120,7	1,0	651,0	3212,0
01030500 - Raffinerie Turbine a gas	0,2	0,2	0,4	0,7	0,0	0,9	0,2	0,2	26,2	87,3
01030700 - Raffinerie Forni di processo	0,8	3,0	45,8	15,8	0,2	73,1	120,5	0,8	624,8	816,0
04010100 - Lavorazione di prodotti petroliferi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04010430 - Depositi di benzina nelle raffinerie tetto galleggiante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	764,4
05040140 - Terminali marittimi di comb, liquidi - scarico greggio [con ballasting]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1500,6
05050212 - Moviment. benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico autobotti con recupero vapori	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05050214 - Moviment. di benzina nei depositi esterni alle raffinerie carico nave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,8
9 - Versalis SpA - Stabilimento di Priolo	1,6	0,7	36,0	12,0	1,2	48,6	4,8	0,3	6,7	119,3
03010300 - Industria Caldaie 20-50 MWth	1,6	0,7	36,0	12,0	1,2	48,6	4,8	0,3	6,7	119,3
04050600 - Produzione di Polietilene a bassa densità	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totale complessivo	453,8	308,2	2086,4	1276,1	572,0	5669,5	1986,8	308,4	20629,9	23112,4

Dall'analisi dei dati emerge che un numero limitato di grandi impianti industriali, raffinerie, impianti petrolchimici, centrali termoelettriche e cementerie sono responsabili della maggior parte del carico emissivo di ossidi di azoto (NO_x), particolato fine (PM_{10}), composti organici volatili (COVNM), benzene (C_6H_6) e biossido di zolfo (SO_2), attribuibile a emissioni puntuali.

Al fine di poter individuare gli impianti responsabili del maggior carico emissivo ai quali applicare misure di riduzione delle emissioni, si è scelto di definire, per ciascun inquinante per il quale sono stati registrati superamenti, una soglia tale da intercettare gli impianti responsabili di un carico emissivo pari a circa l'80% del totale delle emissioni provenienti da sorgenti puntuali nelle Aree Industriali.

Le soglie risultano quindi pari a:

- 500 Mg per NO_x ,
- 1.600 Mg per COVNM,
- 30 Mg per PST,
- 15 Mg per PM_{10} ,
- 10 Mg per $\text{PM}_{2,5}$
- 1.700 Kg Benzene

In Tabella 50 viene riportato l'elenco dei 15 impianti presenti nelle Aree Industriali che superano le suddette soglie. Si è inoltre valutato quali tra gli impianti presenti sul territorio regionale, ma ubicati al di fuori delle Aree Industriali, superino le soglie sopra evidenziate. Tali impianti sono riportati nella Tabella 51.

Tabella 50: Impianti presenti nelle Aree Industriali che superano per almeno uno dei parametri la soglia individuata

	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	C ₆ H ₆
SOGLIA	<i>1600,0 Mg</i>	<i>500,0 Mg</i>	<i>15,0 Mg</i>	<i>10,0 Mg</i>	<i>30,0 Mg</i>	<i>1700,0 Kg</i>
082054 - Partinico						
70 - Distilleria Bertolino SpA	2250,8	9,4	5,4	4,6	5,9	399,9
083049 - Milazzo						
14 - Raffineria di Milazzo	2130,6	2013,8	39,8	49,0	107,8	2918,9
083077 - San Filippo del Mela						
31 - EDIPOWER - Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela	25,4	508,5	15,6	11,4	22,3	8,3
084028 - Porto Empedocle						
25 - ENEL - Centrale di Porto Empedocle	3,6	411,8	27,5	23,0	32,4	881,7
27 - Italcementi di Porto Empedocle	2,2	202,5	22,4	18,7	23,3	
085007 - Gela						
40 - RAFFINERIA DI GELA	619,4	1600,2	22,5	19,3	49,7	1664,4
088008 - Pozzallo						
68 - Colacem - Cementeria di Modica	2,7	524,0	12,2	12,0	16,0	1081,3
088009 - Ragusa						
67 - Colacem - Cementeria di Ragusa	34,0	930,0	16,2	9,0	18,0	2547,2
089001 - Augusta						
1 - ENEL - Centrale Termoelettrica	2,5	300,5	21,3	17,9	25,1	1,7
2 - Buzzi Unicem - Stabilimento di Augusta	10,1	693,3	10,4	5,8	11,5	4054,1
6 - ESSO Italiana Raff. di Augusta	1916,7	3299,5	72,0	54,3	95,4	2911,4
089021 - Priolo Gargallo						
10 - ISAB Srl - Raff. Impianti NORD	1635,8	178,1*	2,5	1,1	5,4	2094,7
12 - ISAB Energy - Impianto IGCC	11,1	673,2	11,1	11,1	45,2	1113,3
8 - ISAB Srl - Raff. Impianti SUD	2446,9	1340,5	4,1	3,6	160,3	3212,0
9 - Versalis SpA - Stabilimento di Priolo	813,3	625,9	8,2	7,9	8,8	119,3

*impianto con dato anomalo

Tabella 51: Impianti presenti sul territorio regionale che superano per almeno uno dei parametri la soglia individuata

	COVNM	NO _x	PM10	PM2,5	PST	C ₆ H ₆
SOGLIA	1600,0 Mg	500,0 Mg	15,0 Mg	10,0 Mg	30,0 Mg	1700,0 Kg
082043 - Isola delle Femmine						
46 - Italcementi di Isola delle Femmine	10,9	1247,7	17,0	9,9	18,8	4400,6
087006 - Adrano						
59 - GENERAL MANUFACTURING Srl (DB GROUP)	0,5	7,0	16,5	14,6	18,2	55,1
087015 - Catania						
76 - ST Microelectronics Srl	36,5	11,0	13,0	13,0	13,0	0,0

Gli impianti ricompresi nella Tabella 50, ricadenti nell'AERCA del Comprensorio del Mela e nell'AERCA di Siracusa, dovranno quindi adottare misure di riduzione del carico emissivo rispetto al 2012. Per quanto riguarda l'AERCA di Gela, si ritiene di potere escludere tra gli impianti elencati nella tabella 51, la Raffineria, visto che attualmente l'impianto di raffinazione non è in esercizio e non è noto il suo futuro assetto ed il relativo carico emissivo. Si suppone comunque che il carico emissivo del 2017 sarà inferiore a quello del 2012.

Per quanto riguarda le centrali termoelettriche presenti a livello regionale ed indicate in tabella 51, vista la progressiva chiusura, già programmata e in taluni casi già attuata, dei gruppi alimentati ad oli combustibili in tutti gli impianti, si ritiene non necessario l'individuazione di ulteriori misure di riduzione del carico emissivo.

Le emissioni di NO_x provenienti dall'impianto ISAB IGCC di Priolo provengono in massima parte dal impianto turbogas a ciclo combinato associato a portate dei due camini estremamente elevate con concentrazioni medie (pari a circa 35 µg/Nm³). Tale concentrazione risulta inferiore all'intervallo previsto dalle "Linee guida per l'applicazione delle Migliori Tecnologie Disponibili: Impianti di combustione con potenza termica di combustione di oltre 50MW" adottate con D.M. 01/10/2008, e compresa nell'intervallo delle BAT-AEL previsto nel "Reference Document for Large Combustion Plant Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control – Final Draft" (06/2016).

Per quanto concerne la distilleria Bertolino, visto che la stazione di monitoraggio di Partinico non ha rilevato superamenti di ozono, collegabili ad elevate concentrazioni di COVNM, e considerato che nell'ultimo periodo non sono pervenute alla Struttura Territoriale ARPA di Palermo segnalazioni da parte della popolazione e/o dal Comune di eventi significativi di molestie olfattive, si ritiene che in questa fase, a meno di indicazioni diverse da parte del comune di Partinico, non sia necessario individuare misure specifiche per la Distilleria.

Le riduzioni del carico inquinante degli impianti industriali dovrà essere attuata nell'ambito della revisione delle Autorizzazioni Integrate Ambientali fissando limiti di emissione più restrittivi per i processi produttivi responsabili di emissioni significative. Dovranno inoltre essere fissati valori limite di emissioni per il benzene e l'idrogeno solforato per tutti i processi responsabili dell'emissioni di tali inquinanti.

1.4.6 Valutazione dell'incertezza

Nell'ambito dell'aggiornamento dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione è stata dedicata una prima attenzione alle problematiche della qualità dei dati e dell'incertezza.

In particolar modo è stata svolta una attività finalizzata ad introdurre uno schema per la definizione dell'incertezza che permetta in futuro di valutare sistematicamente l'incertezza collegata alle stime sia con riferimento alla singola attività che con riferimento ad aggregazioni di attività nonché al complesso dell'inventario.

Nell'Allegato 7 è riportata una introduzione alle problematiche dell'incertezza e viene definita una metodologia per l'assegnazione dell'incertezza all'inventario delle emissioni basata sulle raccomandazioni della United States Environmental Protection Agency (US-EPA)⁵⁷.

La US-EPA⁵⁸ classifica gli approcci finalizzati alla valutazione della qualità di un inventario in tre categorie:

- approcci qualitativi,
- approcci semi-quantitativi,
- approcci quantitativi.

I primi sono di tipo descrittivo e caratterizzano qualitativamente le possibili fonti di incertezza e di imprecisione all'interno degli inventari. L'EPA nel suo guidebook sui fattori di emissione⁵⁹ privilegia tali approcci per la definizione di fattori di emissione degli inquinanti atmosferici.

I metodi semi-quantitativi prevedono l'utilizzo di un sistema di punteggio senza fare riferimento alla costruzione degli intervalli per la rappresentazione dell'incertezza. Rientra in tale approccio la metodologia DARS dell'US-EPA. Questo approccio prevede l'assegnazione di un punteggio a ciascuno dei fattori di emissione e dei dati di attività che compongono la stima dell'emissione. Tali punteggi vengono poi combinati con l'intento di pervenire ad una valutazione globale dell'inventario.

Nell'ambito degli approcci quantitativi l'incertezza è sovente identificata con la deviazione standard. È comunque richiesto un numero molto elevato di osservazioni per una stima accurata di tale entità. L'approccio quantitativo prevede in generale i seguenti passi: la costruzione del modello, l'assegnazione delle distribuzioni di probabilità agli input del modello, la determinazione e l'interpretazione degli output.

In conclusione si può affermare che la scelta del metodo dipende dalla disponibilità delle informazioni e risorse. Se il prossimo aggiornamento dell'inventario delle emissioni di inquinanti dell'aria, sarà affidato dal Dipartimento Regionale dell'Ambiente ad ARPA Sicilia, sarà introdotta una valutazione globale dell'incertezza dell'inventario basata sui criteri riportati nell'Allegato 7.

⁵⁷ United States Environmental Protection Agency, Air Emissions Inventory Improvement Program (EIIP), Volume 6 - Quality Assurance Procedures and DARS Software

⁵⁸ Frey C., Zheng J., Quantitative Analysis of Variability and Uncertainty in Emission Estimation. Environmental Engineering Program, U.S. Environmental Protection Agency (1999)

⁵⁹ United States Environmental Protection Agency nel suo guidebook sui fattori di emissione⁶ i "Compilation of Air Pollutant Emission Factors" (AP 42)

2 LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2.1 RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2.1.1 Stazioni di misurazione fisse

Il D.Lgs. 155/2010 ha posto, rispetto alla normativa previgente, nuovi obblighi a carico delle Regioni in materia di monitoraggio e valutazione della qualità dell'aria. Ai sensi dell'art.4, comma 6, le Regioni dovevano trasmettere al Ministero dell'Ambiente, all'ISPRA e all'ENEA, entro otto mesi dall'entrata in vigore del decreto, un progetto volto ad adeguare la propria rete di misura alle disposizioni ed ai criteri di ubicazione del D.Lgs. 155/2010 in conformità alla zonizzazione risultante dal primo riesame previsto dall'articolo 3, comma 2, ed in conformità alla connessa classificazione. Il progetto doveva contenere anche l'indicazione della data prevista per l'adeguamento della rete di monitoraggio e il programma di valutazione da attuare nelle zone e negli agglomerati.

Con D.D.G. n. 449 del 10/06/14, a seguito del visto di conformità alle disposizioni del D.Lgs. 155/2010 da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientale di cui alla nota prot. DVA 2014-0012582 del 02/05/14, l'A.R.T.A. ha approvato il *“Progetto di razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia ed il relativo programma di valutazione”*, redatto da Arpa Sicilia in accordo con la *“Zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Siciliana”*, approvata con D.A. n. 97/GAB del 25/06/2012 a seguito del parere positivo espresso dal M.A.T.T.M. con nota prot. n. DVA-2012-0008944 del 13/04/2012 (cfr. Allegato 8).

L'insieme delle reti di monitoraggio di qualità dell'aria, gestite da vari soggetti pubblici, è in atto caratterizzata da un numero elevato di stazioni da traffico rispetto alle previsioni del D.Lgs. 155/2010 e da una carenza di postazioni di fondo urbano e suburbano. Ciò determina che la valutazione della qualità dell'aria è condizionata da caratteristiche locali di picco (hot spot) legate al traffico veicolare, specie se si considera che le centraline di monitoraggio da traffico sono a volte allocate in prossimità di incroci urbani ad elevata intensità di traffico, con rappresentatività spaziale, al più, di qualche centinaio di metri quadrati e spesso non indicative di condizioni “medie” di esposizione della popolazione ed in particolare di contributi di sorgenti emissive diverse dal traffico veicolare.

Il Progetto di razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria in Sicilia ed il relativo

programma di valutazione ha avuto come obiettivo quello di realizzare una rete regionale, conforme ai principi di efficienza, efficacia ed economicità del D.Lgs. 155/2010, che fosse in grado di fornire un'informazione completa relativa alla qualità dell'aria ai fini di un concreto ed esaustivo contributo alle politiche di risanamento. Pertanto sono state mantenute solo le postazioni che rispettavano i criteri di ubicazione dell'Allegato III e VIII del D.Lgs. 155/2010, per le quali esistono significative serie storiche di dati, e un numero adeguato di stazioni di fondo urbano per la valutazione dell'esposizione delle popolazioni soggette al rilascio di emissioni inquinanti da insediamenti industriali.

Il Progetto di razionalizzazione della rete prevede:

- la realizzazione di nuove stazioni. Tra le stazioni di nuova realizzazione, anche due postazioni di fondo regionale, ubicate in zone il più possibile lontane da centri abitati o da altre fonti antropiche, necessarie per la protezione degli ecosistemi;
- l'adeguamento degli analizzatori nelle stazioni che già rispettano i criteri di ubicazione fissati dal D.Lgs. 155/2010;
- il riposizionamento di alcune stazioni esistenti in modo da rispettare i criteri di ubicazione fissati dal D.Lgs. 155/2010. In tale ambito, si segnala il riposizionamento della stazione di Siracusa Scala Greca, di fondo suburbano, determinato dall'apertura della strada C.da Targia di collegamento tra la città di Siracusa e l'area industriale e commerciale di Belvedere e la realizzazione di una rotonda che hanno cambiato le condizioni del sito;
- l'aggiornamento del sistema di acquisizione e trasmissione dei dati registrati dagli analizzatori.

La nuova rete regionale sarà costituita da n. 54 stazioni fisse di monitoraggio distribuite su tutto il territorio regionale, di queste 53 saranno utilizzare per il programma di valutazione (PdV). In Tabella 52 sono individuati, per ciascun agglomerato o zona, e per ciascun inquinante, il numero totale di punti di misura fissi previsti, ai fini del programma di valutazione, mentre in Tabella 53 sono indicate le stazioni individuate nel PdV, i parametri previsti per ciascuna stazione e la consistenza della rete e della strumentazione al 2015. L'ubicazione delle suddette stazioni è riportata in Figura 65 e Figura 66.

Tabella 52: Punti di misura fissi per inquinanti e per agglomerato individuati nel PdV

ZONE_NAME		Agglomerato di Palermo	Agglomerato di Catania	Agglomerato di Messina	Aree Industriali	Altro	TOTALE
ZONE_CODE		IT 1911	IT 1912	IT 1913	IT 1914	IT 1915	
ZONE_TYPE		Ag	Ag	Ag	NoAg	NoAg	
Population		811121	497202	242503	694766	2805483	
PMTOT	SO2	1	1	1	22	5	30
	NOX	7	5	2	30	9	53
	PM10	7	5	2	29	9	52
	PM25	4	2	1	6	6	19
O3		2	3	1	13	8	27
CO		1	2	1	9	4	17
BNZ		5	2	2	22	8	39
Pb		1	2	1	6	3	13
As		2	1	1	6	2	12
Ni		2	1	1	6	2	12
Cd		2	1	1	6	2	12
BAP		2	1	1	6	2	12
n. punti totali		7	5	2	30	9	53

Nella zona IT1914 “Aree Industriali”, che accorpa i comuni sul cui territorio insistono le principali attività industriali tra cui quelle definite “ad elevato rischio di crisi ambientale”, o su cui si evidenzia una ricaduta significativa delle emissioni industriali in area urbana, si è previsto un consistente infittimento di stazioni di misura, rispetto al numero necessario discendente dagli Allegati V e IX del D.Lgs.155/2010, vista la discontinuità territoriale, nonché la distribuzione territoriale della popolazione ivi residente e la presenza di numerosi insediamenti urbani di medie dimensioni. La nuova rete regionale prevede infatti che 31 delle 54 stazioni fisse di monitoraggio distribuite su tutto il territorio regionale, siano allocate nella zona IT1914. Di queste 30 (*cfr.* Tabella 53) saranno utilizzare per il programma di valutazione. Si evidenzia che tre stazioni della zona IT1914 sono di proprietà dell’azienda A2A e che si sta procedendo alla stipula di una Convenzione affinché le stesse possano essere gestite direttamente da ARPA Sicilia.

Conformemente a quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010 e in relazione alle caratteristiche delle principali fonti di emissione presenti nei siti, le stazioni fisse di rilevamento si definiscono *da traffico e di fondo* e in relazione alla zona operativa si indicano come *urbane, suburbane e rurali*. Nel PdV non è stata prevista nessuna stazione industriale. Due delle stazioni poste in prossimità dell’area industriale di Siracusa, Megara e C.da Marcellino, gestite da ARPA Sicilia, che effettuano il monitoraggio del benzene e dei composti organici volatili, verranno mantenute attive. In particolare la stazione C.da Marcellino, limitrofa agli stabilimenti industriali, continuerà ad essere operativa in quanto prevista nella rete regionale di monitoraggio, come riferimento aerale per la valutazione modellistica degli inquinanti monitorati (benzene). ARPA Sicilia inoltre manterrà operativa la stazione di Villa Augusta, mentre la stazione Parcheggio Agip di Gela verrà rilocalizzata nel sito denominato Gela Tribunale. Le stazioni non previste nel PdV, gestite da soggetti diversi da ARPA Sicilia, continueranno a non essere gestite da questa Agenzia.

Tabella 53: Consistenza della rete di rilevamento e relativa strumentazione attiva per il 2015 come da PdV

	ZONA	NOME STAZIONE	GESTORE	TIPO_ZONA	TIPO_STAZIONE	PM10	PM2.5	NO ₂	CO	C ₆ H ₆	O ₃	SO ₂
AGGLOMERATO DI PALERMO IT1911												
1	IT1911	Bagheria	N	U	F	A	A	A		A		
2	IT1911	Belgio	Rap Palermo	U	T	P		P				
3	IT1911	Boccadifalco	Rap Palermo	S	F	P		P			P	
4	IT1911	Indipendenza	Rap Palermo	U	T	P	A	P		A		
5	IT1911	Castelnuovo	Rap Palermo	U	T	P	A	P		P		
6	IT1911	V.le Reg. Siciliana - Parch. Aleo (ex Di Blasi)	Rap Palermo	U	T	P		P	P	P		
7	IT1911	Villa Trabia	N	U	F	A	A	A		A	A	A
AGGLOMERATO DI CATANIA IT1912												
8	IT1912	Garibaldi ⁽¹⁾	Comune Catania	U	T	A		A				
9	IT1912	V.le Vittorio Veneto	Comune Catania	U	T	P		P	P	P		
10	IT1912	Parco Gioieni	Comune Catania	U	F	P	A	P			P	P
11	IT1912	San Giovanni La Punta	N	S	F	A		P			A	



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



	ZONA	NOME STAZIONE	GESTORE	TIPO_ZONA	TIPO_STAZIONE	PM10	PM2.5	NO ₂	CO	C ₆ H ₆	O ₃	SO ₂
12	IT1912	Misterbianco	Arpa Sicilia	U	F	P	A	P			P	
AGGLOMERATO DI MESSINA IT1913												
13	IT1913	Messina Bocchetta ⁽²⁾	N	U	T	P		P	A	A		
14	IT1913	Messina Villa Dante ⁽²⁾	N	U	F	P	A	A		P	A	A
AREE INDUSTRIALI IT1914												
15	IT1914	Porto Empedocle	N	S	F	A	A	A	A	A		A
16	IT1914	Gela - ex Autoparco	Arpa Sicilia	S	F	A		A		P		A
17	IT1914	Gela - Tribunale	N	U	F	A	A	A	A	A	A	A
18	IT1914	Gela AGIP Mineraria	Lib. Con. Com. CL	S	F	P		P		P		P
19	IT1914	Gela Biviere	Lib. Con. Com. CL	R-NCA	F	P		P			P	P
20	IT1914	Gela Capo Soprano	Lib. Con. Com. CL	U	F			P			P	P
21	IT1914	Gela - Via Venezia	Lib. Con. Com. CL	U	T	P		P	P	P		
22	IT1914	Niscemi C.STORICO (Gori)	Lib. Con. Com. CL	U	T	P		P	P	P		
23	IT1914	Barcellona P.G.	N	S	F	A		A			A	A
24	IT1914	Pace del Mela C.da Gabbia	Arpa Sicilia	U	F	A		P		P		P
25	IT1914	Termica Milazzo	Arpa Sicilia	S	F	P	A	P	P	P	P	A
26	IT1914	A2A - Milazzo ⁽³⁾	A2A	U	F	P		P		A	P	P
27	IT1914	A2A - Pace del mela ⁽³⁾	A2A	S	F	P		P		A		P
28	IT1914	A2A - S.Filippo del Mela ⁽³⁾	A2A	S	F	P		P		A	P	P
29	IT1914	S. Lucia del Mela ⁽²⁾	Lib. Con. Com. ME	R-NCA	F	A		A				A
30	IT1914	Partinico	Arpa Sicilia	U	F	P		P	P	P	P	P
31	IT1914	Termini Imerese	Arpa Sicilia	U	F	P		P	P	P	P	P
32	IT1914	Ragusa CAMPO ATLETICA	Comune Ragusa	S	F	A	A	P	A		P	
33	IT1914	Ragusa VILLA ARCHIMEDE	Comune Ragusa	U	F	A		P		P		
34	IT1914	Pozzallo	N	U	F	A		A	A		A	A
35	IT1914	Augusta	Lib. Con. Com. SR	U	F	P		P		A		P
36	IT1914	Siracusa Belvedere	Lib. Con. Com. SR	S	F	P		P		A		P
37	IT1914	Melilli	Lib. Con. Com. SR	U	F	P		P		A	P	P
38	IT1914	Priolo	Lib. Con. Com. SR	U	F	P	P	P		P		P
39	IT1914	Siracusa - Scala Greca	Lib. Con. Com. SR	S	F	P		P		A	P	P
40	IT1914	Siracusa Osp. Neurop. E Acquedotto	N	S	F	A	A	A				
41	IT1914	Siracusa - Bixio	Lib. Con. Com. SR	U	T	P		P				
42	IT1914	Siracusa - Specchi	Lib. Con. Com. SR	U	T	P		P		P		
43	IT1914	Siracusa Teracati	Lib. Con. Com. SR	U	T	P		A				
44	IT1914	Solarino	N	S	F	A		A		A	A	A
ALTRO IT1915												
45	IT1915	Agrigento Centro	N	U	F	A		A		A	A	
46	IT1915	Agrigento Monserrato ⁽⁴⁾	Lib. Con. Com AG	S	F	A	A	A	A	A	A	A
47	IT1915	Agrigento ASP	N	S	F	A	A	A		A	A	
48	IT1915	Lampedusa	N	R-REM	F	A	A	A			A	
49	IT1915	Caltanissetta Campo sportivo	N	U	T	A		A	A	A		
50	IT1915	Enna	Arpa Sicilia	U	F	P	A	P	P	P	P	P
51	IT1915	Trapani	Arpa Sicilia	U	F	P		P	P	P	P	
52	IT1915	Cesarò Port. Femmina morta	N	R-REG	F	A	A	A		A	A	



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



	ZONA	NOME STAZIONE	GESTORE	TIPO_ZONA	TIPO_STAZIONE	PM10	PM2.5	NO ₂	CO	C ₆ H ₆	O ₃	SO ₂
53	IT1915	Salemi diga Rubino	N	R-REG	F	A	A	A		A	A	

Note

- N Stazione prevista nel Programma di Valutazione da realizzare
A Analizzatore da implementare come previsto dal Programma di Valutazione
P Analizzatore presente come previsto dal Programma di Valutazione
T Stazione da traffico
U Stazione da fondo urbano
S Stazione da fondo suburbano
R-NCA Stazione da fondo rurale posizionata in prossimità di centri abitati (Near City Allocated)
R-REM Stazione da fondo rurale posizionata in zone distanti da fonti di pressione (Remote)
R-REG Stazione da fondo rurale regionale (Regional)
1) Stazione esistente di proprietà del comune di Catania ma non attiva
2) Stazioni esistenti di proprietà della Città metropolitana (ex Provincia) di Messina i cui dati non sono trasmessi al CED di Arpa Sicilia
3) Stazioni esistenti di proprietà di A2A S.p.A. i cui dati non sono trasmessi al CED di Arpa Sicilia
4) Stazione esistente di proprietà del Libero Con. Com. di Agrigento ma non attiva

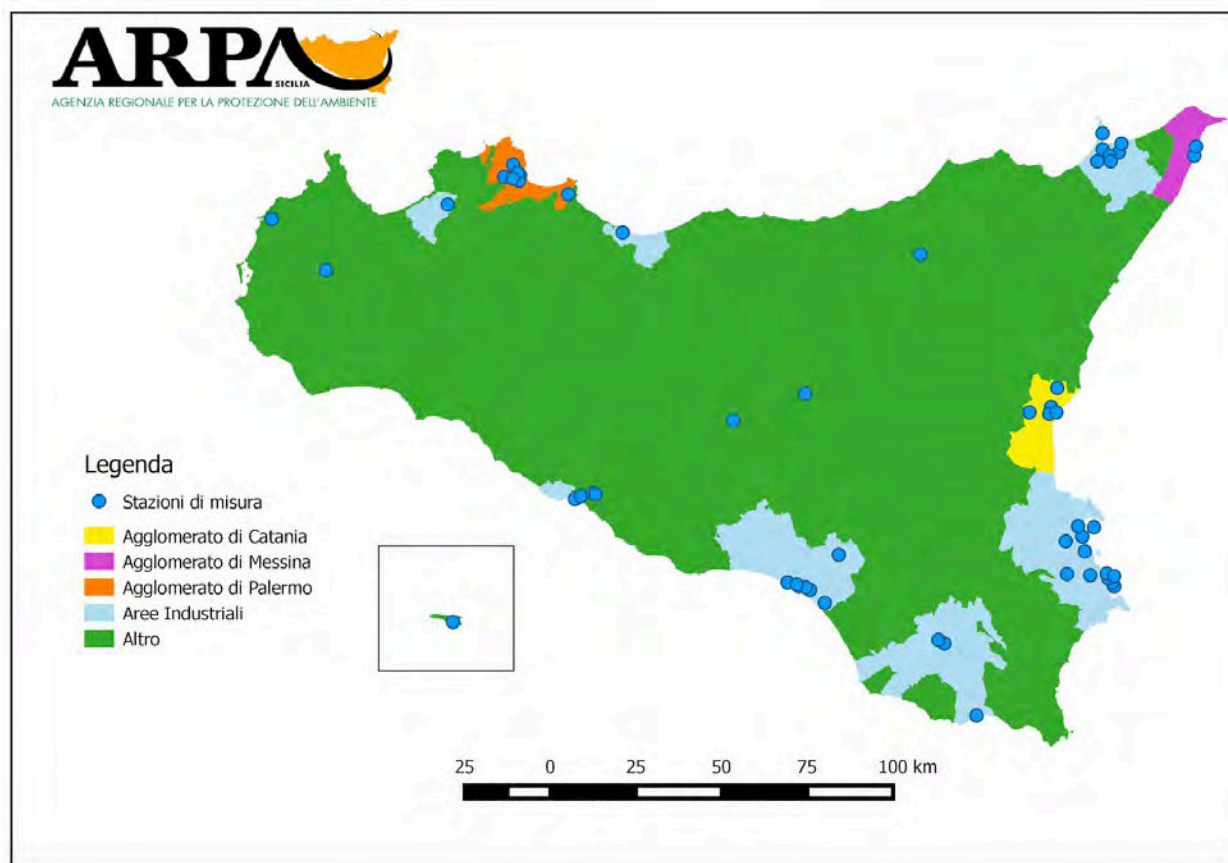


Figura 65: Ubicazione stazioni fisse previste nel Programma di Valutazione



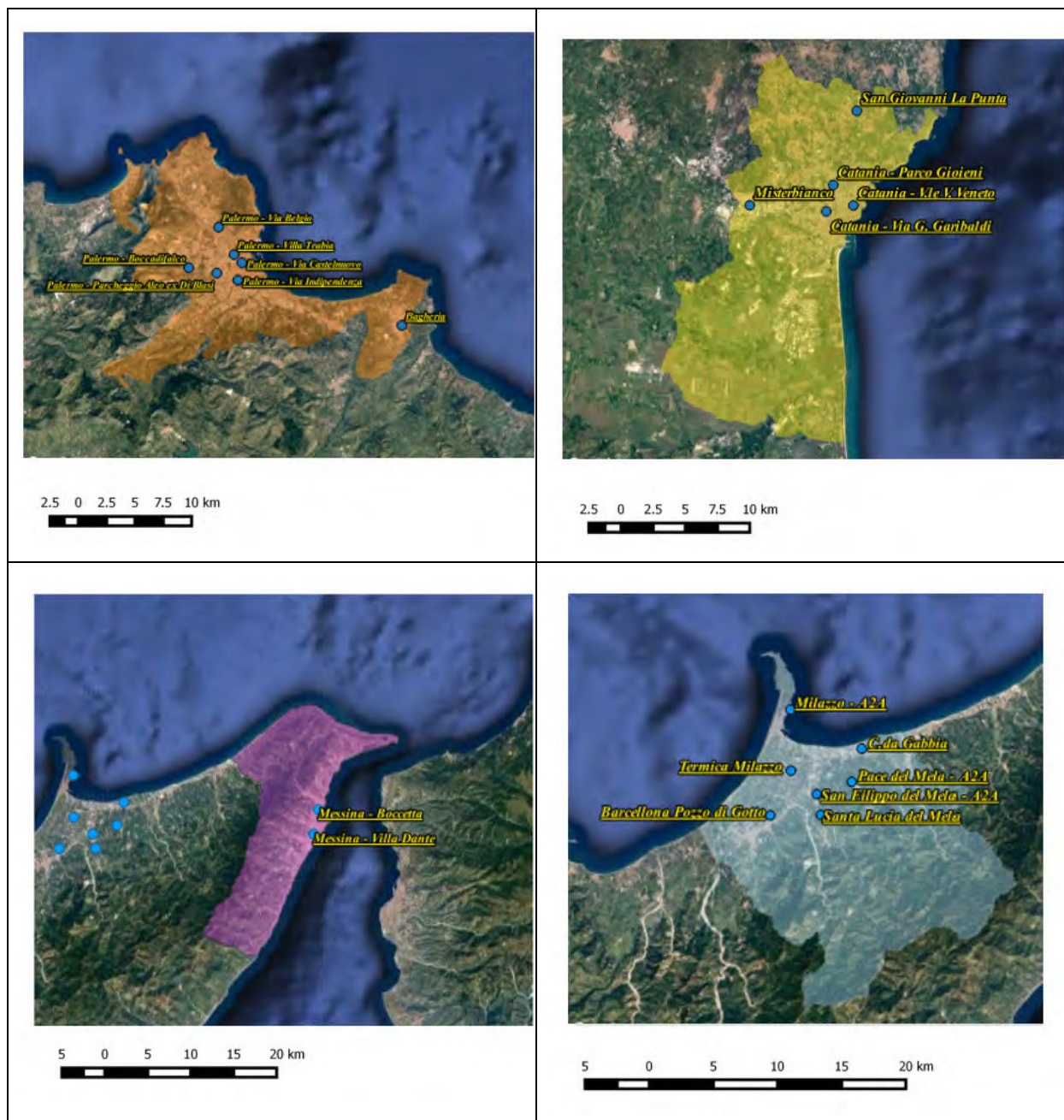
REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



Figura 66: Ubicazione stazioni fisse previste nel Programma di Valutazione – Dettaglio Agglomerati/Zone





REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



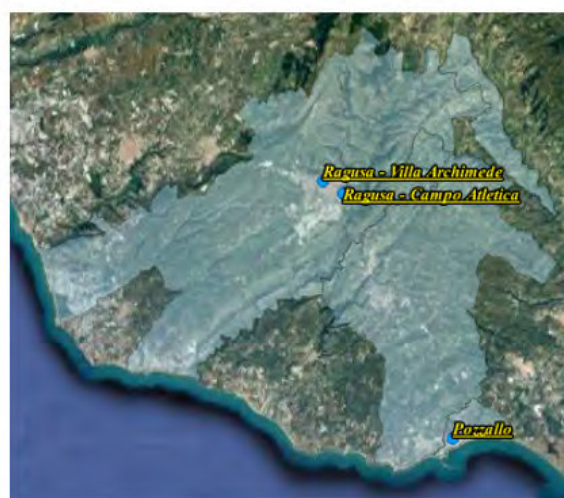
7.5 0 7.5 15 22.5 30 km



1 0 1 2 3 4 km



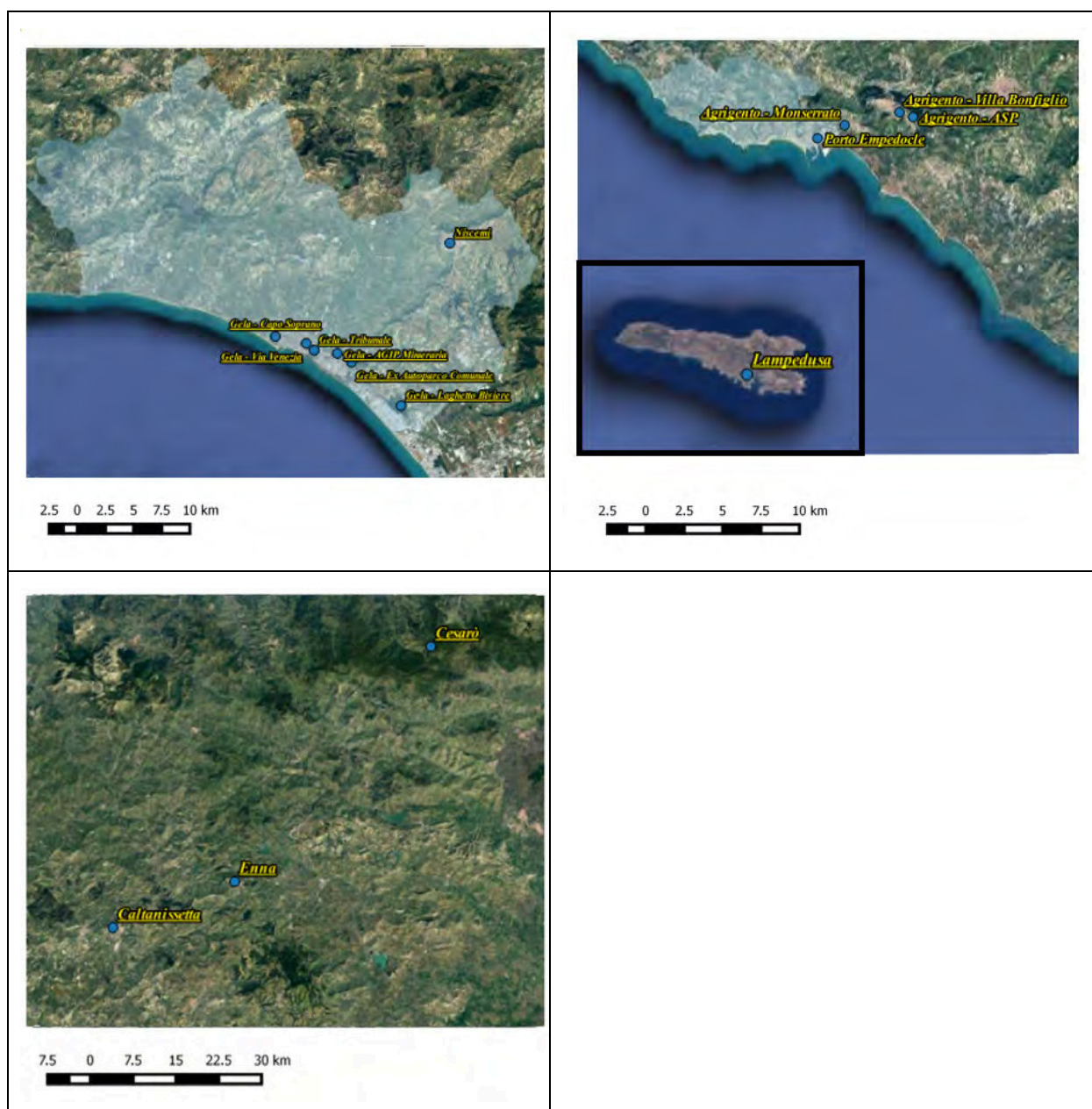
5 0 5 10 15 20 km



2.5 0 2.5 5 7.5 10 km



REGIONE SICILIA



Sulla base dell'accordo di programma stipulato con il Dipartimento Regionale Ambiente di cui al D.D.G. dell'ARTA n. 278 del 28/04/11, e del suo successivo *addendum* approvato con D.D.G. n. 797 del 24/09/2015, Arpa Sicilia ha predisposto il "*Progetto Definitivo*". Il contratto con la RTI aggiudicataria della gara di appalto è stato stipulato in data 15/06/2017. I lavori di adeguamento della rete regionale di monitoraggio per la qualità dell'aria sono stati avviati e saranno completati entro il 2018.

Ad oggi le reti operative di monitoraggio della qualità dell'aria sono gestite, oltre che da ARPA Sicilia, da diversi enti pubblici: Libero Consorzio (ex Provincia) di Caltanissetta, comune di Catania, Città Metropolitana (ex Provincia) di Messina, comune di Palermo (RAP), comune di Ragusa, Libero Consorzio (ex Provincia) di Siracusa. Tali enti gestori validano i dati raccolti presso le stazioni di

competenza eccezion fatta per il comune di Ragusa che, in forza di una specifica convenzione, ha affidato la validazione dei dati delle sue cabine ad ARPA. Nel territorio della provincia di Agrigento la Città Metropolitana (ex Provincia) di Agrigento aveva una rete di monitoraggio che non è più operativa da marzo 2013.

A partire dal 2015, ai fini della valutazione della qualità dell'aria a livello regionale, sono presi in considerazione solo i dati rilevati dalle stazioni incluse nel Programma di Valutazione e per ciascuna stazione esclusivamente i parametri previsti nel suddetto Programma (*cf.* Tabella 53). Nel 2015 risultano già conformi al D.Lgs. 155/2010 in termini di ubicazione, 38 delle 53 stazioni previste dal PdV, di cui 3 non sono attive (Santa Lucia del Mela, Garibaldi Catania ed Agrigento Monserrato) mentre 35 sono attive, anche se non dotate di tutti gli analizzatori previsti. Di queste 8 sono gestite da Arpa Sicilia (5 in Aree Industriali, 2 in Zona Altro, 1 nell'Agglomerato di Catania) e 27 sono gestite da diversi Enti, pubblici e privati, ed in particolare:

- Comune di Palermo, Gestore Rap S.p.A. n. 5 stazioni nell'Agglomerato di Palermo;
- Comune di Catania, n. 2 stazioni nell'Agglomerato di Catania;
- Città Metropolitana di Messina, n. 2 stazioni nell'Agglomerato di Messina;
- Comune di Ragusa, n. 2 stazioni nell'Aree Industriali;
- Libero Consorzio Comunale di Caltanissetta, n. 5 stazioni nell'Aree Industriali;
- Libero Consorzio Comunale di Siracusa, n. 8 stazioni nell'Aree Industriali;
- A2A (ex-Edipower) n. 3 stazioni nell'Aree Industriali.

Si precisa che ad oggi i dati di monitoraggio delle stazioni comprese nel PdV di proprietà della società A2A e di quelle gestite dalla Città Metropolitana di Messina, non sono stati trasmessi direttamente al CED regionale gestito da ARPA Sicilia. I dati di monitoraggio relativi al 2015 sono stati trasmessi dalla Città Metropolitana di Messina in data 30/01/2017 (*cf.* Allegato 9) e da A2A.

Le restanti stazioni previste nel PdV (n. 17) saranno realizzate nel corso del 2018.

Una volta completati i lavori di adeguamento della rete regionale di monitoraggio, entro il 2018, le stazioni di monitoraggio della QA, attualmente gestite da diverse Amministrazioni/Enti, passeranno sotto la gestione di ARPA Sicilia.

Progressivamente alcuni degli attuali gestori hanno provveduto a disattivare le stazioni non conformi al D.Lgs. 155/2010.

Alcune stazioni non incluse nel PdV, soprattutto tra quelle ricadenti nelle Aree Industriali, risultano ancora attive nel 2015 (*cf.* Tabella 54 e Tabella 55) e in diverse stazioni oltre ai parametri previsti nel PdV, sono stati monitorati parametri non normati, quali idrocarburi non metanici (NMHC) e idrogeno solforato (H₂S), correlati alle attività industriali presenti in tali aree. I dati acquisiti da queste stazioni sono stati valutati in quanto tali inquinanti sono responsabili di disturbi olfattivi che le popolazioni di queste aree lamentano. Gli NMHC sono inoltre composti precursori nel processo di formazione di ozono nell'aria.

Tabella 54: Rete qualità dell'aria ARPA Sicilia – Stazioni attive e parametri misurati

	PdV	Ozono (O ₃)	Biossido di zolfo (SO ₂)	Biossido di azoto (NO _x)	Particolato (PM _{2.5})	Particolato (PM ₁₀)	Benzene (C ₆ H ₆)	Monossido di carbonio (CO)	Metano (CH ₄)	Idrocarburi non metanici (NMHC)	Idrogeno Solforato (H ₂ S)
Rete Arpa											
Trapani	si	X	X	X		X	X	X			
Enna	si	X		X		X	X	X			
Partinico	si	X	X	X		X	X	X			
Termini Imerese	si	X	X	X		X	X	X			
Termica Milazzo	si	X		X		X	X	X			
Contrada Gabbia (Pace)	si		X	X			X				
Misterbianco	si	X	X	X		X	X	X			
Ex-autoparco Gela	si						X		X	X	
Megara Z.I. Siracusa	no						X		X	X	
C.da Marcellino	no						X		X	X	
Parcheggio Agip – Gela	no						X		X	X	
Villa Augusta	no						X		X	X	

Stazioni e/o parametri non inclusi nel PdV



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



Tabella 55: Rete qualità dell'aria altri gestori pubblici - Stazioni attive e parametri misurati

	PdV	Ozono (O ₃)	Biossido di zolfo (SO ₂)	Biossido di azoto (NO _x)	Particolato (PM _{2.5})	Particolato (PM ₁₀)	Benzene (C ₆ H ₆)	Monossido di carbonio (CO)	Metano (CH ₄)	Idrocarburi non metanici (NMHC)	Idrogeno Solforato (H ₂ S)
Rete comune di Palermo (RAP)											
Belgio	si			X		X		X			
Boccadifalco	si	X	X	X		X	X	X			
Castelnuovo	si	X	X	X	X	X	X	X			
CEP	no		X	X				X			
Di Blasi	si		X	X	X	X	X	X			
Giulio Cesare	no		X	X		X		X			
Indipendenza	si			X		X		X			
Torrelunga	no			X				X			
Unità d'Italia	no			X		X		X			
Rete comune di Catania											
P. Gioieni	si	X	X	X		X	X	X			
P. Moro	no			X		X		X			
V.le Veneto	si		X	X		X	X	X			
Rete Città Metropolitana di Messina											
Messina Boccetta	si	X		X		X	X	X			
Messina Villa Dante	si	X				X	X	X			
Rete Libero Consorzio di Caltanissetta-Gela											
Agip Mineraria	si		X	X		X	X		X	X	
Gela- via Venezia	si	X	X	X	X	X	X	X			
Gori - Niscemi Centro storico	si		X	X		X	X	X			
Gela Biviere	si	X	X	X		X					
Capo Soprano	si	X	X	X		X	X	X			
Centro Storico Caltanissetta	no	X		X		X	X	X		X	
San Cataldo - C.so V.	no			X		X		X			
Gela Pontile	no		X	X		X	X		X	X	
Piazza Capuana	no			X				X			
Via F. Turati - Caltanissetta	no							X			

	PdV	Ozono (O ₃)	Biossido di zolfo (SO ₂)	Biossido di azoto (NO _x)	Particolato (PM _{2.5})	Particolato (PM ₁₀)	Benzene (C ₆ H ₆)	Monossido di carbonio (CO)	Metano (CH ₄)	Idrocarburi non metanici (NMHC)	Idrogeno Solforato (H ₂ S)
Rete Libero Consorzio di Siracusa											
Augusta	si		X	X	X	X			X	X	X
Belvedere	si		X	X		X			X	X	X
Melilli	si	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Priolo	si	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Bixio	si		X	X	X	X			X	X	
Scala Greca	si	X	X	X	X	X			X	X	
Specchi	si		X	X	X	X	X				
Teracati	si				X	X	X	X			
Acquedotto	no	X	X	X	X	X		X	X	X	
San Cusumano	no	X	X	X		X	X		X	X	X
Ciapi	no		X	X		X		X	X	X	X
Rete di Agrigento disattivata nel mese di marzo 2013											
Rete di Ragusa											
Campo Atletica	si	X		X	X	X			X	X	
Villa Archimede	si	X	X	X		X	X	X	X	X	
Marina di Ragusa	no			X				X	X	X	

Stazioni e/o parametri non inclusi nel PdV

In particolare nelle Aree Industriali (cfr. Tabella 55):

- ARPA Sicilia gestisce 5 stazioni ricomprese nel PdV e 4 stazioni non comprese. Di queste ultime, la stazione Gela Parcheggio Agip verrà rilocata nel sito denominato Gela Tribunale e successivamente sarà quindi compresa nel PdV. Le stazioni di Megara, di C.da Marcellino e Villa Augusta, rilocata ad agosto 2015 nel centro urbano di Augusta, effettuano il monitoraggio del benzene e degli idrocarburi non metanici. Le stazioni di Megara e di Villa Augusta, sebbene non comprese nel PdV, verranno mantenute attive, così come la stazione C.da Marcellino, limitrofa agli stabilimenti industriali, che continuerà ad essere operativa in quanto prevista nella rete regionale di monitoraggio, come riferimento aerea per la valutazione modellistica degli inquinanti monitorati (benzene e COVNM) ma i cui dati non saranno utilizzati per la valutazione regionale della qualità dell'aria;
- il Libero Consorzio (ex- Provincia) di Caltanissetta gestisce 5 stazioni comprese nel PdV e 5 stazioni non comprese. Di queste ultime, due (Caltanissetta Centro Storico e Gela Pontile) effettuano il monitoraggio del benzene e degli idrocarburi non metanici. Il rilevamento degli NMHC è effettuato anche nella stazione di Gela Agip Mineraria

- compresa nel PdV. Le stazioni non previste nel PdV non saranno gestite da ARPA Sicilia;
- il Libero Consorzio (ex- Provincia) di Siracusa gestisce nell'area industriale di Siracusa, oltre alle stazioni previste nel PdV (8), altre 3 stazioni attualmente attive (Acquedotto, Ciapi e San Cusmano). La stazione di Siracusa Ospedale Neuropsichiatrico ex Acquedotto, inclusa nel PdV verrà realizzata ex novo e i parametri monitorati saranno ridotti. Tutte le stazioni del Libero Consorzio (ex- Provincia) di Siracusa ubicate all'interno dell'area industriale rilevano, vista la peculiarità della zona caratterizzata da un numero rilevante di grandi impianti industriali, gli idrocarburi non metanici (NMHC) e l'idrogeno solforato (H_2S) a supporto della valutazione della qualità dell'aria effettuata in tali aree. In totale su 11 stazioni gestite dal Libero Consorzio (ex- Provincia) di Siracusa 9 misurano gli idrocarburi non metanici (NMHC) e 5 misurano l'idrogeno solforato (H_2S). Nel PdV è previsto di dotare le stazioni ubicate in prossimità dell'area industriale (Augusta, Belvedere, Melilli e Scala Greca) dell'analizzatore per il monitoraggio del benzene. Le stazioni non previste nel PdV non saranno gestite da ARPA Sicilia;
 - il comune di Ragusa gestisce 2 stazioni incluse nel PdV (Campo Atletica e Villa Archimede) che effettuano il monitoraggio degli idrocarburi non metanici (NMHC) e dell'idrogeno solforato (H_2S) ed una stazione (Marina di Ragusa) non inclusa nel PdV che effettua il monitoraggio degli idrocarburi non metanici. Le stazioni non previste nel PdV non saranno gestite da ARPA Sicilia.

La strumentazione analitica installata sulle stazioni fisse della rete regionale di monitoraggio già ricomprese nel PdV è conforme a quanto previsto dall'allegato VI del D.Lgs 155/2010. In Tabella 56 vengono riportati le caratteristiche ed i requisiti minimi degli analizzatori in continuo utilizzati.

Tabella 56: Dotazione strumentale stazioni fisse rete regionale di monitoraggio

ANALIZZATORE	METODO DI RIFERIMENTO	PRINCIPIO CHIMICO-FISICO DI MISURA	REQUISITI DI PRESTAZIONE	SISTEMA DI VERIFICA CALIBRAZIONE INTEGRATO
Analizzatore ossidi di azoto (NO/NO_2)	Allegato VI, sezione A, punto 2 del D.Lgs. 155/2010 Norma UNI EN 14212:2012 "Metodo normalizzato per la misura della concentrazione di ossidi di azoto mediante chemiluminescenza"	Chemiluminescenza	Norma UNI EN 14211:2012	Tubo a permeazione certificato NO_2 o bombola ad alta concentrazione certificata per gli strumenti dotati di diluitore a tecnica GPT

ANALIZZATORE	METODO DI RIFERIMENTO	PRINCIPIO CHIMICO-FISICO DI MISURA	REQUISITI DI PRESTAZIONE	SISTEMA DI VERIFICA CALIBRAZIONE INTEGRATO
Analizzatore biossido di zolfo (SO₂)	Allegato VI, sezione A, punto 1 del D.Lgs. 155/2010 Norma UNI EN 14212:2012 "Metodo normalizzato per la misura della concentrazione di biossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta"	Fluorescenza UV	Norma UNI EN 14212:2012	Tubo a permeazione certificato - SO ₂
Analizzatore monossido di carbonio (CO)	Allegato VI, sezione A, punto 7 del D.Lgs. 155/2010 Norma UNI EN 14626:2012 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva"	Assorbimento IR	Norma UNI EN 14626:2012	Bombola a bassa concentrazione di CO certificata
Analizzatore particolato fine PM₁₀	Allegato VI, sezione A, punto 4 del D.Lgs. 155/2010 Norma UNI EN 12341:2014 Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM ₁₀ o PM _{2,5} o metodo equivalente per decadimento di radiazione β	Gravimetria o decadimento radiazione β (per il metodo equivalente)	Norma UNI EN 12341:2014	Verifica strumentale dei parametri di funzionamento su ogni filtro campionato
Analizzatore particolato fine PM_{2,5}	Allegato VI, sezione A, punto 4 del D.Lgs. 155/2010 Norma UNI EN 12341:2014 Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM ₁₀ o PM _{2,5} o metodo equivalente per decadimento di radiazione β.	Gravimetria o decadimento radiazione β (per il metodo equivalente)	Norma UNI EN 12341:2014	Verifica strumentale dei parametri di funzionamento su ogni filtro campionato

ANALIZZATORE	METODO DI RIFERIMENTO	PRINCIPIO CHIMICO-FISICO DI MISURA	REQUISITI DI PRESTAZIONE	SISTEMA DI VERIFICA CALIBRAZIONE INTEGRATO
Analizzatore ozono (O₃)	Allegato VI, sezione A, punto 8 del D.Lgs. 155/2010 Norma UNI EN 14625:2012 Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta	Assorbimento UV	Norma UNI EN 14625:2012	Generatore fotolitico di ozono interno allo strumento
Analizzatore BTX	Allegato VI, sezione A, punto 8 del D.Lgs. 155/2010 Norma UNI EN 14662:2005 - parte 3 Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene. Campionamento in continuo e separazione gascromatografia in situ con rilevazione per fotoionizzazione (PID).	Desorbimento termico, separazione gascromatografia e rivelatore a fotoionizzazione (PID)	Norma UNI EN 14662:2005 - parte 3	Bombola a bassa concentrazione di BTX certificata

Sulla strumentazione analitica e sulle apparecchiature ausiliarie vengono condotte, dai singoli gestori delle reti, attività di manutenzione ordinaria e programmata per garantire l'affidabilità e l'accuratezza dei risultati descritte nel paragrafo che segue. ARPA Sicilia effettua periodicamente procedura di manutenzione ordinaria e programmata (*cfr.* paragrafo 2.1.3) per garantire la costante taratura degli analizzatori.

Nell'ambito delle attività di adeguamento della rete di monitoraggio per la qualità dell'aria, conformemente a quanto previsto dall'art. 17 del D.Lgs. 155/2010 e dalle linee guida ISPRA⁶⁰, verrà implementata una procedura per le attività di assicurazione/controllo di qualità (QA/QC). Tale attività è già stata avviata da ARPA Sicilia.

2.1.2 Laboratori mobili

ARPA Sicilia dispone di n. 6 laboratori mobili; tre di questi, acquistati a fine 2015 secondo la Linea d'intervento 2.3.1 B-D "Azioni di monitoraggio della qualità dell'aria in accordo con la pianificazione nazionale e regionale" del PO FESR Sicilia 2007-2013, sono divenuti operativi nei primi mesi del 2016 e assegnati in dotazione alle Strutture Territoriali di ARPA Sicilia con sede in Caltanissetta, Messina e Siracusa, nei cui territori ricadono rispettivamente le AERCA (aree ad elevato

⁶⁰ Linee Guida ISPRA 108/2014 "Linee Guida per le attività di assicurazione/controllo di qualità (QA/QC) per le reti di monitoraggio per la qualità dell'aria ambiente ai sensi del D.Lgs. 155/2010 come modificato dal D.Lgs. 250/2012".

rischio di crisi ambientale) di Gela, del Comprensorio del Mela e della Provincia di Siracusa.

La presenza delle tre aree a elevato rischio di crisi ambientale implica la rilevazione di quegli inquinanti specifici e peculiari dei processi di produzione o lavorazione emessi da sorgenti industriali o assimilabili. Pertanto questi tre laboratori mobili sono dotati di analizzatori per la misura in continuo di biossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x - NO - NO_2), per la misura di particolato atmosferico, di composti organici volatili (VOC) e di inquinanti in genere derivanti dai processi produttivi e/o di lavorazione, in particolare fortemente presenti nelle emissioni diffuse e "fuggitive" delle lavorazioni di raffinazione del petrolio e di petrolchimica. A tal fine sono stati inoltre equipaggiati con sistema analitico gas-massa trasportabile, a singolo quadrupolo con sorgente EI interfacciato con sistema di intrappolamento campioni con auto campionatore e sistema di termo adsorbimento e con un sistema di spettrometria di massa a trasferimento di carica protonica per il monitoraggio in continuo. Sono inoltre dotati di sensori meteo per la misura in continuo dei seguenti parametri meteorologici: velocità del vento (VV), direzione del vento (DV), temperatura (T), pressione atmosferica (P), precipitazioni (Pluv), umidità relativa (UR), irraggiamento (IRR).

Gli altri tre laboratori mobili sono corredati di analizzatori per la misura in continuo dei seguenti inquinanti: biossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x - NO - NO_2), particolato fine (PM_{10} - $\text{PM}_{2.5}$), BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, mp-xilene, o-xilene), in riferimento al D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010, e metano (CH_4) e idrocarburi non metanici (NMHC). Sono inoltre dotati di sensori meteo per la misura in continuo dei seguenti parametri meteorologici: velocità del vento (VV), direzione del vento (DV), temperatura (T), pressione atmosferica (P), precipitazioni (Pluv), umidità relativa (UR), irraggiamento (IRR).

Uno dei laboratori mobili, progettato e realizzato per il monitoraggio dei precursori dell'ozono, è anche in grado di rilevare in continuo, oltre ai parametri previsti dal D.Lgs. n. 155/2010, CH_4 e NMHC, ben 49 composti idrocarburi appartenenti alle famiglie C_2 - C_6 e C_6 - C_{14} .

Uno di questi ultimi tre laboratori mobili è utilizzato per monitorare la qualità dell'aria nel comune di Porto Empedocle (AG) tramite l'acquisizione di misurazioni indicative in sostituzione della stazione fissa, prevista nel PdV, non ancora realizzata. L'acquisizione delle misurazioni indicative consente inoltre di ottemperare a quanto previsto dal D.A. 168/GAB del 18 settembre 2009, che prescrive la ricerca di IPA e metalli sulla frazione PM_{10} di particolato atmosferico nella stazione di Porto Empedocle. Da aprile a settembre 2015 il laboratorio mobile è stato operativo presso la scuola media statale "Rizzo" in via Spinola. Si precisa che l'ubicazione del laboratorio nell'anno 2015 non coincide, per motivi tecnici, con quella prevista dal PdV per la stazione fissa e risulta posizionata all'interno di una scuola in prossimità della costa (cfr. Figura 67).

Sulla base di specifici obiettivi individuati dagli organismi di coordinamento di ARPA Sicilia e delle richieste da parte delle amministrazioni comunali, l'Agenzia provvede a redigere un programma annuale di campagne di monitoraggio da effettuare con l'impiego dei laboratori mobili in tutto il territorio regionale. La scelta dei siti di monitoraggio viene effettuata in conformità ai dettami tecnici definiti dal D.Lgs. 155/2010.

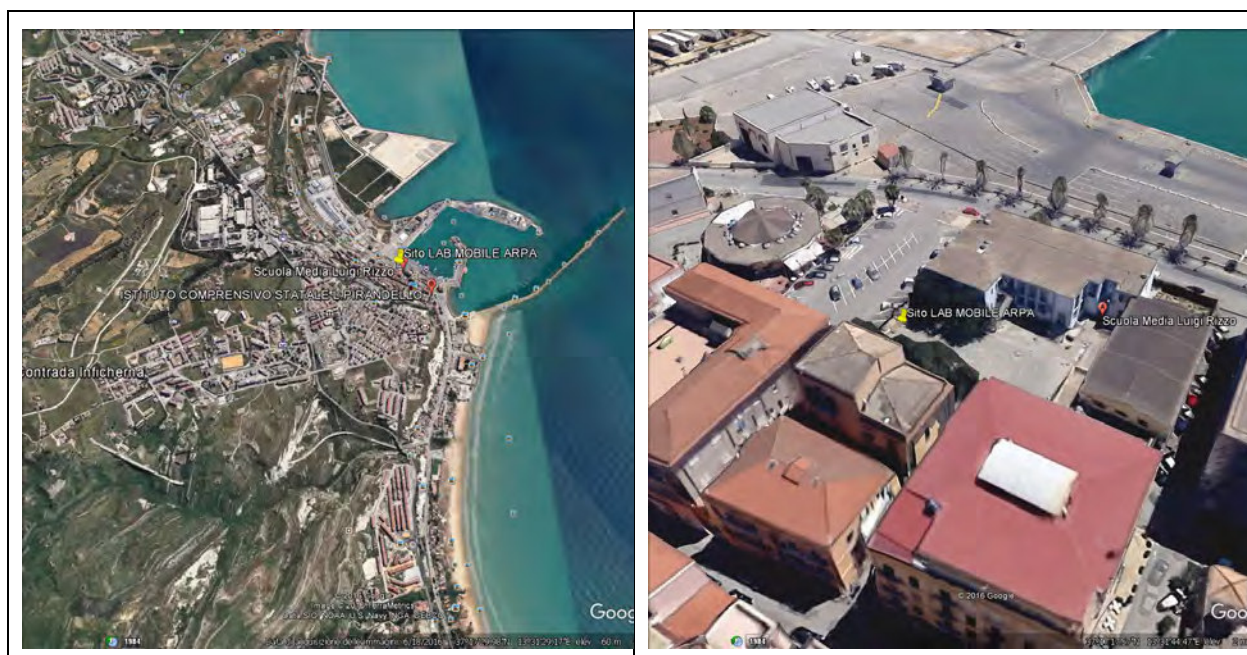


Figura 67: Ubicazione laboratorio mobile presso la scuola Rizzo di Porto Empedocle (AG)

2.1.3 Attività di manutenzione ordinaria e programmata

Vengono di seguito descritte le azioni e le modalità operative che vengono intraprese dagli operatori di ARPA Sicilia per garantire il controllo di tutte le apparecchiature di misura e ausiliarie che per loro natura necessitano di un programma di manutenzione per garantire l'affidabilità del dato rilevato.

Le attività di manutenzione ordinaria vengono di norma effettuate dal personale tecnico con cadenza pari a 15 giorni sulle apparecchiature di misura dei parametri della qualità dell'aria e sulle apparecchiature ausiliarie presenti nelle stazioni fisse e nei laboratori mobili durante le campagne di rilevamento della qualità dell'aria, e riguardano:

- a. Controllo dello strumento - avvio e spegnimento.
- b. Verifica di tutti i parametri di funzionamento che variano da strumento a strumento e sono elencati nel relativo manuale. In genere, in assenza di anomalie di funzionamento, i parametri principali oggetto di verifica sono:
 - verifica modalità campionamento;
 - valori di flusso;
 - valori di pressione e temperatura interne allo strumento;
 - parametri relativi alla misura (verifica fattore di pendenza "slope", etc.);
 - valore di fondo scala impostato;
 - verifica di eventuali altri parametri significativi per l'analizzatore che si sta controllando.
- c. Sostituzione filtro sample posto all'ingresso strumentale della linea di campionamento per la protezione dal particolato atmosferico;

- d. Controllo di taratura su due punti (zero e span check). Il controllo di taratura è l'operazione mediante la quale si controlla se i valori di lettura forniti dall'analizzatore in corrispondenza di un'assegnata misura "n" di concentrazione nota sono compresi entro un "range" di misura assegnato. Questo controllo permette di documentare lo stato di funzionamento dell'analizzatore considerato. Il controllo di taratura sugli analizzatori di rete viene eseguito su due punti (denominati zero e span) con la periodicità stabilita dalla normativa (generalmente 24 ore) in funzione dell'apparecchio. Per scostamenti inferiori al 15% i dati sono considerati validi, per scostamenti superiori al 15% lo strumento è considerato in uno stato di span defect e i dati sono considerati invalidati dall'acquisitore di cabina ed è necessario intervenire per mantenere e tarare lo strumento.
- e. Sostituzione consumabili come carbone attivo - purafil – gel di silice. Alcuni strumenti per un corretto funzionamento necessitano di aria purificata per eseguire lo zero in fase di taratura (zero – span) e di verifica di calibrazione. L'aria di "zero" per essere purificata dagli inquinanti interferenti, viene fatta passare in barilotti pieni di "carbone attivo"/"purafil", nonché attraverso "gel di silice" e riscaldamento a 400°C ove necessita. Detti barilotti che si trovano sulla linea d'ingresso dedicata al circuito zero / span, devono essere facilmente ispezionabili per verificarne l'efficienza e eventualmente procedere alla loro sostituzione.
- f. Inserimento e/o integrazione filtri PM10 e/o PM2.5. La maggior parte dei campionatori/analizzatori di particolato PM10 e/o PM2.5 utilizzano filtri da 47 mm di diametro in fibra di vetro o in fibra di quarzo, per campionare e determinare il particolato atmosferico. Con questa tipologia di strumenti, è necessario inserire e successivamente integrare ogni 15 giorni i filtri, che vanno posti in appositi supporti, ed impilati in apposito porta filtri installato sopra lo strumento. I filtri campionati vengono asportati dal contenitore di raccolta, liberati dal supporto e se previsto trasferiti in laboratorio per ulteriori indagine analitiche.
- g. Pulizia della testa di prelievo PM10 e/o PM2.5. La sonda di campionamento utilizzata per il prelievo in aria di particolato, è dotata di una particolare testa di prelievo che assicura la separazione della frazione PM10 o PM2.5 del particolato atmosferico. La pulizia della suddetta testa di prelievo, dotata di impattatore inerziale, funzionante ad una velocità di aspirazione di 2,3 mc/h, rappresenta un punto di criticità dell'analizzatore. Per assicurare il corretto funzionamento e garantire il taglio della frazione di particolato, la pulizia e l'applicazione del film di grasso (come da manuale di funzionamento) devono essere eseguiti correttamente con cadenza quindicinale. L'operazione di pulizia non comporta il fermo dello strumento in quanto trattasi di una operazione che dura pochi minuti, e che non inficia il campione giornaliero.
- h. Integrazione acqua bi-distillata nel generatore di H₂. Il generatore di H₂ necessario per il funzionamento di strumenti come gli analizzatori di idrocarburi, benzene o precursori dell'ozono, utilizza l'acqua bi-distillata per produrre l'idrogeno necessario all'alimentazione del rilevatore FID degli strumenti. Il contenitore dell'acqua deve essere periodicamente riempito per evitare l'esaurimento dell'acqua che provocherebbe il blocco del generatore di H₂ con conseguente fermo degli analizzatori.
- i. Verifica livelli e scadenze gas tecnici. Un altro aspetto importante è la verifica delle miscele degli standard certificati in bombole, utilizzate per le verifiche di calibrazione, la verifica consiste nel controllare il contenuto residuo e la scadenza delle miscele, in modo da poterli ordinare per tempo ed evitare il loro esaurimento.

Gli interventi di manutenzione trimestrale, semestrale e annuale nonché correttiva, sono effettuati da ditte specializzate con cui si stipulano dei contratti di manutenzione.

La manutenzione programmata comprende interventi tecnici durante i quali sono svolte le attività previste nei manuali d'uso degli strumenti e la fornitura dei materiali di consumo, come sotto specificato (in modo esemplificativo, ma non esaustivo):

- sostituzione dei pezzi di ricambio nuovi di fabbrica e fornitura dei materiali di consumo;
- fornitura dei gas carrier e di calibrazione, dei filtri in fibra di vetro o quarzo;
- operazioni di pulizia interna ed esterna delle apparecchiature, comprese le teste di campionamento dei campionatori gravimetrici e dei misuratori automatici di particolato atmosferico;
- taratura degli analizzatori (CO, SO₂, NO_x, CH₄-NMHC e BTX) con bombole di gas certificati SIT o altri centri certificatori;

La taratura multipunto degli analizzatori (CO, SO₂, NO_x, CH₄-NMHC e BTX) con bombole di gas certificati SIT o altri centri certificatori avviene con cadenza annuale e dopo la manutenzione programmata.

Sugli analizzatori e/o campionatori automatici di particolato PM₁₀/PM_{2,5} viene invece effettuato trimestralmente il controllo del flusso di aspirazione in testa alla sonda con flussimetro digitale provvisto di certificato di taratura rilasciato dagli Enti preposti. La sorgente beta degli analizzatori/campionatori automatici di particolato PM₁₀/PM_{2,5} viene verificata secondo una procedura prevista dalla casa costruttrice una volta l'anno, o in caso di riparazioni tutte le volte che si interviene su parti dello strumento che interessano il sistema di lettura. Sugli strumenti che non fanno la verifica automatica ogni ciclo di campionamento, viene effettuata una taratura semestrale con "membrane di riferimento".

Per la calibrazione dell'analizzatore dell'ozono non è possibile avere a disposizione delle bombole a concentrazione nota e stabile, data l'elevata reattività dell'ozono con tutto ciò che lo circonda. La verifica di calibrazione giornaliera, viene eseguita mediante l'utilizzo di un generatore di ozono interno allo stesso strumento che funge da calibratore, in grado di generare sempre la stessa concentrazione nota di ozono che tramite un circuito interno diverso dal sample lo invia alla camera di lettura dello strumento.

L'analizzatore di ozono, viene tarato una volta l'anno o al bisogno in caso di intervento di manutenzione avente coinvolto la camera di lettura, con un strumento di riferimento che fa parte della catena metrologica che ha come riferimento lo strumento primario dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), con cui viene tarato annualmente.

ARPA Sicilia dal 2004 è entrata a far parte del progetto CTN-ACE in qualità di laboratorio zonale per la misura dell'ozono in quanto dotata di uno spettrofotometro UV calibratore di ozono Mod. 49C della Thermo Electron Corporation a sua volta tarato periodicamente presso INRIM. Tale strumento viene usato per la taratura annuale degli analizzatori di ozono delle stazioni fisse e dei laboratori mobili di ARPA Sicilia.

I sensori meteo vengono controllati nel loro funzionamento e posizionamento e vengono sottoposti a taratura annualmente.

Tutte le tarature vengono effettuate utilizzando metodi e campioni riferibili ad una catena metrologica certificata o per confronto in campo con sensori certificati da un Ente preposto.

2.1.4 Validazione dei dati

Le reti pubbliche operanti sul territorio regionale, ad esclusione delle stazioni gestite dalla Città Metropolitana di Messina, sono tutte connesse al Centro Elaborazione Dati (CED) Regionale realizzato nel 2008 con un progetto finanziato con i fondi POR 2000/2006, che ha sede presso ARPA Sicilia, basato su una tecnologia client-server ormai datata che verrà sottoposta ad un profondo aggiornamento nell'ambito dei lavori di ristrutturazione della rete regionale.

Il dato grezzo, acquisito dal sistema informatico, valido in base ai soli test strumentali giornalieri, viene sottoposto ad un processo di validazione e certificazione da parte dei tecnici dei gestori delle reti. La validazione dei dati registrati effettuata di norma giornalmente ha lo scopo di individuare le anomalie legate al non corretto funzionamento della strumentazione e per tale ragione il personale addetto alla validazione/certificazione dei dati deve essere sempre informato sulle condizioni di funzionamento delle apparecchiature di rilevamento. L'attività di validazione dei dati si basa infatti principalmente su:

1. segnalazioni automatiche del sistema di acquisizione;
2. valutazioni dell'operatore.

Le segnalazioni automatiche marcano a priori come non validi quei dati i cui valori numerici non soddisfano i seguenti criteri oggettivi predefiniti dall'operatore:

- anomalia sui dati impostati per la verifica di calibrazione giornaliera;
- il valore di taratura differisce di oltre il 15% del valore teorico di span (span defect);
- dati non sufficienti (>75%) nel corso dell'ora.

Per quanto riguarda le valutazioni dell'operatore, si riportano di seguito i principali criteri adottati nel corso della validazione per l'individuazione dei dati ritenuti anomali su cui approfondire lo stato di validazione:

- nel caso di misure derivate (es. $\text{NO}_2 = \text{NO}_x - \text{NO}$; $\text{NMHC} = \text{THC} - \text{CH}_4$), se almeno una sola delle misure principali non è valida;
- nel caso di misure derivate se la somma delle misure principali ha uno scostamento in valore assoluto superiore al 10% del valore complessivo;
- non è rispettata la corrispondenza prevista tra le concentrazioni di inquinanti correlati;
- i dati rilevati non sono compatibili con le condizioni meteorologiche;
- le elaborazioni statistiche su l'ora (valore min/max istantaneo, varianza etc.) assumono valori anomali rispetto al tipico funzionamento della strumentazione;
- si riscontrano valori costanti su periodi di alcune ore o ricorrenti a intervalli regolari.

In particolari condizioni la conferma di validità dei dati può richiedere un supplemento di indagine. In questo caso la validazione viene effettuata con riserva rimandando la decisione definitiva sulla validità dei dati. Gli eventi che possono generare situazioni di questo tipo sono:

- errata taratura (span defect) da parte di un analizzatore monocanale non dovuta ad un malfunzionamento dell'analizzatore ma ad un esaurimento della bombola o del tubo a permeazione;
- discontinuità nella serie dei dati (perdita saltuaria di dati orari o di dati istantanei) non originate da guasti, ma dovute a cause esterne (es. mancanza alimentazione elettrica).



REGIONE SICILIA

I dati così validati vengono acquisiti da ARPA Sicilia tramite il CED. Con cadenza semestrale si effettua la certificazione dei dati utilizzando gli stessi criteri adottati per la validazione e aggiungendo le seguenti analisi statistiche su medio-lungo periodo:

- test di consistenza interna;
- test di consistenza storica;
- test di consistenza di serie parallele;
- confronto di valori medi, mediana, percentili, etc.

Annualmente ARPA Sicilia effettua, a consuntivo dell'anno precedente, l'elaborazione dei dati, acquisiti, validati e certificati provenienti da tutte le reti pubbliche attive in Sicilia, in atto ad eccezione di quella della Città Metropolitana di Messina (ex Provincia), i cui dati non sono ancora disponibili. Tale attività viene pubblicata sul sito istituzionale di questa Agenzia al fine di garantire l'accesso ai dati di qualità dell'aria⁶¹. Inoltre per i dati monitorati dalla rete di ARPA Sicilia viene pubblicato un bollettino giornaliero⁶².

⁶¹ ⁶² <http://www.arpa.sicilia.it/storage/#titoloinizio>

⁶² <http://www.arpa.sicilia.it/storage/#titoloinizio>

2.2 RISULTATI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PER L'ANNO 2015

Nella Tabella 57 sono riportati i valori dei parametri registrati dalle stazioni attive della rete regionale di monitoraggio, nella configurazione prevista dal PdV, per l'anno 2015 e i relativi superamenti dei limiti prescritti dal D.Lgs. 155/2010, inclusi i dati delle stazioni di A2A – Milazzo, Pace del Mela e San Filippo del Mela trasmessi dalla A2A il 23/01/2017, questi ultimi in atto non sono validati da nessun gestore pubblico, ed i dati delle stazioni di Messina Bocchetta, Messina Dante e Santa Lucia del Mela, per i quali la Città Metropolitana di Messina ha trasmesso il 30/01/2017 una tabella di sintesi (*cfr.* Allegato 9). Si evidenzia che in molti casi, indipendentemente dal gestore della rete, si è verificato il mancato rispetto degli obiettivi di qualità, in particolare della raccolta minima dei dati, che, in base a quanto previsto nell'Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010, dovrebbe essere pari al 90% per tutti gli inquinanti monitorati. Cionondimeno, considerato che l'adeguamento della rete non è ancora stato completato e che i dati attualmente disponibili con una copertura >90% non consentirebbero un'analisi omogenea e significativa del territorio regionale, verranno presi in considerazione anche i dati con una copertura <90%, escludendo solo i dati con una copertura statistica non significativa.

In Tabella 58 sono invece riportate le misure indicative acquisite a Porto Empedocle con il laboratorio mobile descritto nel paragrafo 2.1.2 e non con la stazione fissa prevista dal Programma di Valutazione, attualmente non operativa. Si ricorda che l'ubicazione del laboratorio mobile per motivi tecnici non coincide con quella prevista nella stazione del PdV.

Nel 2015, come verrà meglio dettagliato in seguito, sono stati registrati superamenti dei valori limite e dei valori obiettivo per il biossido di azoto (NO₂), per il particolato fine (PM₁₀), per l'ozono (O₃) e per il PM_{2,5}. Nessun superamento è stato registrato a livello regionale per gli altri parametri normati dal D.Lgs. 155/2010 quali CO, SO₂, benzene, IPA e metalli pesanti.

Tabella 57: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dalle stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria

				PM10				PM2.5			NO ₂				CO		C ₆ H ₆			O ₃				SO ₂				
				giorno ⁷	anno ⁸		copertura	anno ⁶	copertura	ora ⁴	anno ⁵		S.A. ^d	copertura	8 ore ¹⁰	copertura	anno ⁹	copertura	8 ore ¹	S.I. ^a	S.A. ^b	copertura	ora ²	giorno ³	S.A. ^c	copertura		
	ZONA	NOME STAZIONE		n°	si/no	media	%	si/n o	media	%	n°	si/no	media	si/no	%	n°	%	si/no	media	%	n°	si/no	si/no	%	n°	n°	si/no	%
Zona IT1911 Agglomerato di Palermo																												
1	IT1911	Bagheria	N																									
2	IT1911	Belgio		11	no	28	73				0	si	42	no	92													
3	IT1911	Boccadifalco		5	no	17	58				0	no	12	no	80						3	no	no	87				
4	IT1911	Indipendenza		7	no	28	83	A	A	A	0	no	30	no	94			A	A	A								
5	IT1911	Castelnuovo		12	no	30	87	A	A	A	0	si	56	no	95			no	1.7	28								
6	IT1911	Di Blasi		69	no	40	94				1	si	65	no	81	0	87	no	4.3	66								
7	IT1911	Villa Trabia	N																									
Zona IT1912 Agglomerato di Catania																												
8	IT1912	Garibaldi ⁽¹¹⁾																										
9	IT1912	V.le Vittorio Veneto		7	no	28	77				0	si	48	no	79	0	77	no	2.6	76								
10	IT1912	Parco Gioieni		6	no	24	82	A	A	A	0	no	20	no	81						11	no	no	82	0	0	no	83
11	IT1912	San Giovanni La Punta	N																									

				PM10				PM2.5			NO ₂				CO		C ₆ H ₆			O ₃				SO ₂				
				giorno ⁷	anno ⁸		copertura	anno ⁶	copertura	ora ⁴	anno ⁵	S.A. ^d	copertura	8 ore ¹⁰	copertura	anno ⁹	copertura	8 ore ¹	S.I. ^a	S.A. ^b	copertura	ora ²	giorno ³	S.A. ^c	copertura			
	ZONA	NOME STAZIONE		n°	si/no	media	%	si/n o	media	%	n°	si/no	media	si/no	%	n°	%	si/no	media	%	n°	si/no	si/no	%	n°	n°	si/no	%
12	IT1912	Misterbianco		5	no	21	98	A	A	A	0	no	22	no	90						2	no	no	88				
Zona IT1913 Agglomerato di Messina ⁽¹²⁾																												
13	IT1913	Messina Boccetta ⁽¹²⁾		0	no	16	-				0	no	39	--	--	0	--	no	0,8	--								
14	IT1913	Messina Villa Dante ⁽¹²⁾														0	--	no	0,8	--								
Zona IT 1914 Aree Industriali																												
15	IT1914	Porto Empedocle	N																									
16	IT1914	Gela - ex Autoparco		A	A	A	A				A	A	A	A	A			no	0.3	78					A	A	A	A
17	IT1914	Gela Tribunale	N																									
18	IT1914	Gela AGIP Mineraria		10	no	24	98				0	no	7	no	93			no	0.5	93					0	0	no	94
19	IT1914	Gela Biviere		7	no	22	94				0	no	4	no	95						40	no	no	94	0	0	no	95
20	IT1914	Gela Capo Soprano									0	no	8	no	84						19	no	no	95	0	0	no	94
21	IT1914	Gela - Via Venezia		12	no	30	78				0	no	27	no	95	0	97	no	1.0	97								
22	IT1914	Niscemi C.STORICO (Gori)		10	no	31	47				0	si	45	no	95	0	97	no	2.2	96								
23	IT1914	Barcellona P.G.	N																									
24	IT1914	Pace del Mela C.da Gabbia		A	A	A	A				0	no	14	no	80			no	1.4	87					0	0	no	92
25	IT1914	Termica Milazzo		7	no	20	94	A	A	A	0	no	16	no	95	0	93	no	0.4	93	68	no	no	85	A	A	A	A
26	IT1914	A2A- Milazzo ⁽¹³⁾		7	no	25	100				0	no	14	no	100						3	no	no	100	0	0	no	100
27	IT1914	A2A - Pace del mela ⁽¹³⁾		7	no	20	98				0	no	6	no	100										0	0	no	100
28	IT1914	A2A - S.Filippo del Mela ⁽¹³⁾		6	no	21	100				0	no	7	no	100						0	no	no	100	0	0	no	100



REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



				PM10				PM2.5			NO ₂				CO		C ₆ H ₆			O ₃				SO ₂				
				giorno ⁷	anno ⁸			copertura	anno ⁶	copertura	ora ⁴	anno ⁵			S.A. ^d	copertura	8 ore ¹⁰	copertura	anno ⁹	copertura	8 ore ¹	S.I. ^a	S.A. ^b	copertura	ora ²	giorno ³	S.A. ^c	copertura
	ZONA	NOME STAZIONE		n°	si/no	media	%	si/n o	media	%	n°	si/no	media	si/no	%	n°	%	si/no	media	%	n°	si/no	si/no	%	n°	n°	si/no	%
29	IT1914	S.Lucia del Mela ⁽¹²⁾									0	no	3												0	0		
30	IT1914	Partinico		7	no	22	98				1	no	34	no	95	0	95	no	1.5	94	0	no	no	89	0	0	no	94
31	IT1914	Termini Imerese		5	no	16	93				0	no	4	no	92	0	92	no	0.4	90	1	no	no	92	0	0	no	86
32	IT1914	Ragusa CAMPO ATLETICA		A	A	A	A	A	A	A	0	no	7	no	81	A	A				0	no	no	88				
33	IT1914	Ragusa VILLA ARCHIMEDE		A	A	A	A				0	no	14	no	79			no	0.2	78								
34	IT1914	Pozzallo	N																									
35	IT1914	Augusta		8	no	20	91				0	no	10	no	89			A	A	A					0	0	no	86
36	IT1914	Siracusa Belvedere		6	no	18	72				0	no	8	no	83			A	A	A					0	0	no	76
37	IT1914	Melilli		7	no	19	88				0	no	8	no	91			A	A	A	80	si	si	91	0	0	no	90
38	IT1914	Priolo		10	no	24	77	no	13	76	0	no	14	no	90			no	1.7	86					0	0	no	90
39	IT1914	Siracusa - Scala Greca		12	no	27	88				18	no	29	no	81			A	A	A	3	si	si	86	0	0	no	86
40	IT1914	Siracusa Osp. Neurop. Ex acquedotto	N																									
41	IT1914	Siracusa - Bixio		14	no	31	75				0	no	34	no	58													
42	IT1914	Siracusa - Specchi		13	no	28	97				0	no	22	no	95			no	1.9	97								
43	IT1914	Siracusa Teracati		54	no	40	94				A	A	A	A	A													
44	IT1914	Solarino	N																									
Zona IT 1915 Altro																												
45	IT1915	Agrigento Centro	N																									
46	IT1915	Agrigento Monserrato ⁽¹⁴⁾		A	A	A	A	A	A	A						A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

				PM10				PM2.5			NO ₂					CO		C ₆ H ₆			O ₃				SO ₂			
				giorno ⁷	anno ⁸	copertura		anno ⁶	copertura	ora ⁴	anno ⁵		S.A. ^d	copertura		8 ore ¹⁰	copertura	anno ⁹	copertura		8 ore ¹	S.I. ^a	S.A. ^b	copertura	ora ²	giorno ³	S.A. ^c	copertura
	ZONA	NOME STAZIONE		n°	si/no	media	%	si/no	media	%	n°	si/no	media	si/no	%	n°	%	si/no	media	%	n°	si/no	si/no	%	n°	n°	si/no	%
47	IT1915	Agrigento ASP	N																									
48	IT1915	Lampedusa	N																									
49	IT1915	CL Campo sportivo	N																									
50	IT1915	Enna		5	no	14	96	A	A	A	0	no	5	no	94	0	96	no	0.3	39	63	no	no	89	0	0	no	78
51	IT1915	Trapani		1	no	19	95				0	no	15	no	87	0	85	no	0.4	89	2	no	no	89				
52	IT1915	Cesarò Port. Femmina morta	N																									
53	IT1915	Salemi diga Rubino	N																									

Legenda Tabella 57:

N Stazione prevista nel Programma di Valutazione da realizzare

A Analizzatore da implementare come previsto dal Programma di Valutazione

1) Valore Obiettivo (120 µg/m³ come max. concentrazione media su 8 ore nel giorno) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs. 155/2010 - numero di superamenti consentiti n. 25 per anno civile

a) Soglia di Informazione (180µg/m³ come media oraria) ai sensi del D.Lgs. 155/2010

b) Soglia di Allarme (240µg/m³ come media oraria) ai sensi del D.Lgs. 155/2010

2) Valore Limite (350 µg/m³ come media oraria) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs. 155/2010 - numero di superamenti consentiti n. 24

3) Valore Limite (125 µg/m³ come media delle 24 ore) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs. 155/2010 - numero di superamenti consentiti n. 3

c) Soglia di Allarme (500µg/m³ come media oraria per tre ore consecutive) ai sensi del D.Lgs. 155/2010

4) Valore Limite (200 µg/m³ come media oraria) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs. 155/2010 - numero di superamenti consentiti n. 18

5) Valore Limite (40 µg/m³ come media annuale) da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs. 155/2010



-
- d) Soglia di Allarme ($400\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria per tre ore consecutive) ai sensi del D.Lgs. 155/2010
 - 6) Valore Limite ($25\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale per l'anno 2015) ai sensi del D.Lgs. 155/2010
 - 7) Valore Limite ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media delle 24 ore) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs. 155/2010 - numero di superamenti consentiti n. 35
 - 8) Valore Limite ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale) da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs. 155/2010
 - 9) Valore Limite ($5\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale) per la protezione della salute umana da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs. 155/2010
 - 10) Valore Limite ($10\mu\text{g}/\text{m}^3$ come max. concentrazione media su 8 ore nel giorno) per la protezione della salute umana da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs. 155/2010
 - 11) Stazione esistente di proprietà del comune di Catania ma non attiva
 - 12) Stazioni esistenti di proprietà del Libero Consorzio Comunale di Messina i cui dati non sono trasmessi al CED di Arpa Sicilia, ma sono stati trasmessi in maniera incompleta il 30/01/2017 (cfr. Allegato 9)
 - 13) Stazioni esistenti di proprietà di A2A S.p.A., non validati da nessun gestore pubblico.
 - 14) Stazione esistente di proprietà del Libero Consorzio di Agrigento ma non attiva

Tabella 58: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dal laboratorio mobile ubicato a Porto Empedocle

2015			PM10				PM2.5			NO ₂				NO _x	CO		C ₆ H ₆			O ₃				SO ₂				SO _x	
			giorno ⁷	anno ⁸		copertura	anno ⁶	copertura	ora ⁴	anno ⁵		S.A. ^d	copertura	anno ¹⁵	8 ore ¹⁰	copertura	anno ⁹	copertura	8 ore ¹	S.I. ^a	S.A. ^b	copertura	ora ²	giorno ³	S.A. ^c	copertura	anno ¹⁶		
	Laboratorio Mobile ARPA Sicilia		n°	si/no	media	%	si/no	media	%	n°	si/no	media	si/no	%	media	n°	%	si/no	media	%	n°	n°	si/no	%	n°	n°	si/no	%	media
	Porto Empedocle (14/04/15 al 04/09/15)		38	si	47	70	si	27	67	0	no	20	no	75	20	0	51	no	0,6	64	0	no	no	86	0	0	no	79	9

Legenda:

- 1) Valore Obiettivo (120 µg/m³ come max. concentrazione media su 8 ore nel giorno) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs 155/2010 – numero di superamenti consentiti n. 25 per anno civile
- a) Soglia di Informazione (180 µg/m³ come media oraria) ai sensi del D.Lgs 155/2010
- b) Soglia di Allarme (240 µg/m³ come media oraria) ai sensi del D.Lgs 155/2010
- 2) Valore Limite (350 µg/m³ come media oraria) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs 155/2010 – numero di superamenti consentiti n. 24
- 3) Valore Limite (125 µg/m³ come media delle 24 ore) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs 155/2010 – numero di superamenti consentiti n. 3
- c) Soglia di Allarme (500 µg/m³ come media oraria per tre ore consecutive) ai sensi del D.Lgs 155/2010
- 4) Valore Limite (200 µg/m³ come media oraria) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs 155/2010 – numero di superamenti consentiti n. 18
- 5) Valore Limite (40 µg/m³ come media annuale) da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs 155/2010
- d) Soglia di Allarme (400 µg/m³ come media oraria per tre ore consecutive) ai sensi del D.Lgs 155/2010
- 6) Valore Limite (25 µg/m³ come media annuale per l'anno 2015) ai sensi del D.Lgs 155/2010
- 7) Valore Limite (50 µg/m³ come media delle 24 ore) per la protezione della salute umana ai sensi del D.Lgs 155/2010 – numero di superamenti consentiti n. 35
- 8) Valore Limite (40 µg/m³ come media annuale) da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs 155/2010
- 9) Valore Limite (5 µg/m³ come media annuale) per la protezione della salute umana da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs 155/2010
- 10) Valore Limite (10 µg/m³ come max. delle media mobile trascianta di 8 ore) per la protezione della salute umana da non superare nell'anno civile ai sensi del D.Lgs 155/2010
- 15) Livello critico per la protezione della vegetazione (30 µg/m³ come media annua)
- 16) Livello critico per la protezione della vegetazione (20 µg/m³ come media annua)

2.2.1 Biossido di azoto

Per quanto riguarda il biossido di azoto (NO_2):

- il valore limite espresso come media annua ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato in 5 stazioni ubicate nell'Agglomerato di Palermo e di Catania e nella Zona Aree Industriali. In particolare, il superamento è stato registrato in 3 stazioni (Castelnuovo, Di Blasi, e Belgio) dell'Agglomerato di Palermo IT1911, in una stazione (V.le Veneto) dell'Agglomerato di Catania IT1912 e in una stazione (Gori – Niscemi) nella Zona Aree Industriali IT1914 (cfr. Figura 68 e Figura 69).
- il valore limite orario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato una volta nella stazione Di Blasi dell'Agglomerato di Palermo, una volta nella stazione di Partinico e n.18 volte, pari al numero massimo consentito dal D.Lgs. 155/2001, nella stazione di Siracusa - Scala Greca della Zona Aree Industriali IT1914 (cfr. Figura 68 e Figura 69).
- non è stato registrato nessun superamento della soglia di allarme ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- i livelli critici per la protezione della vegetazione, attualmente possono essere valutati solo nella stazione esistente e prevista nel PdV da fondo rurale di Gela Biviere, in quanto rispondente alle caratteristiche previste dal D.Lgs. 155/2010. La concentrazione media annua rilevata è stata pari a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto al limite massimo consentito di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I superamenti dei valori limite hanno quindi riguardato stazioni da traffico urbano dell'Agglomerato di Palermo, dell'Agglomerato di Catania e della Zona Aree Industriali (cfr. Figura 68 e Figura 69).

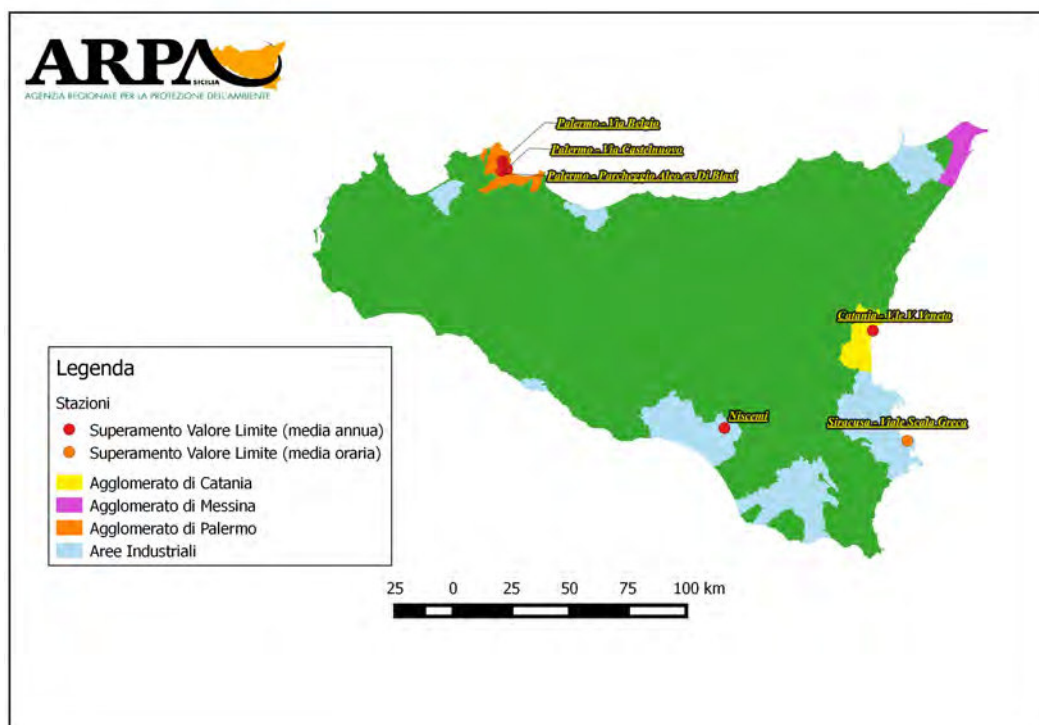


Figura 68: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati superamenti dei valori limite espressi come media annua e come media oraria per NO_2 – anno 2015

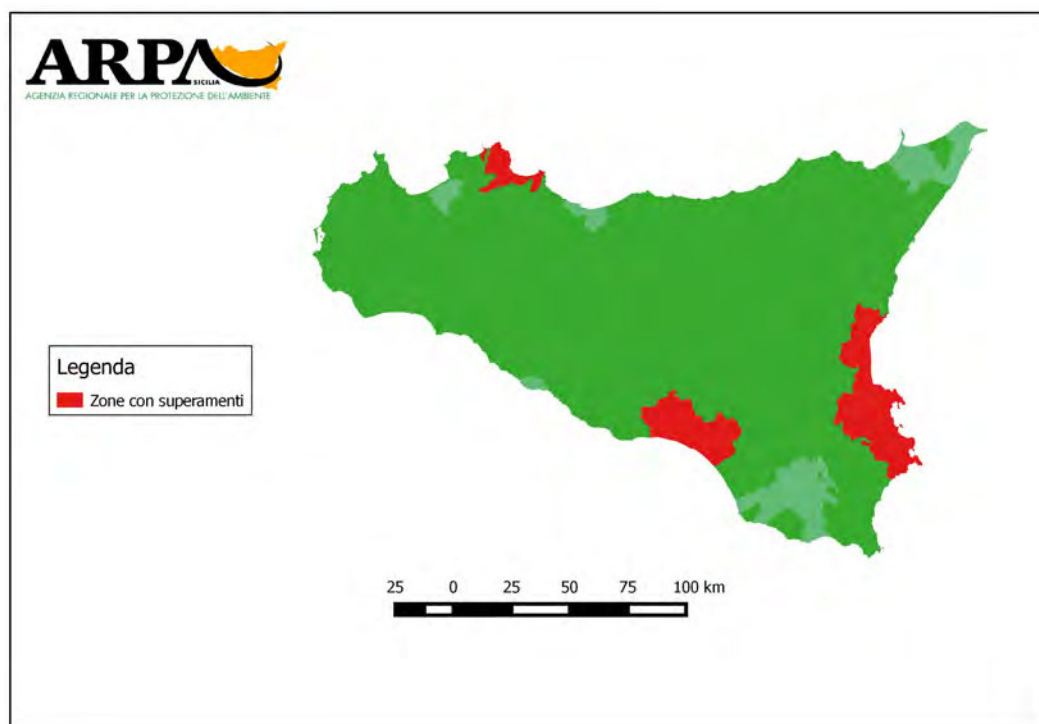


Figura 69: Mappa degli Agglomerati/Zone per i quali si registrano superamenti dei valori limite espressi come media annua e come media oraria per NO₂ – anno 2015

I dati di concentrazione media annua registrati dalle stazioni attive e rientranti nel PdV aggregati per tipologia di stazione e per agglomerato/zona sono stati rappresentati tramite box-plot (*cfr.* Figura 70 e Figura 71). L'obiettivo principale di rappresentare dati tramite box plot è quello di dare un'informazione sintetica delle statistiche descrittive di una serie di dati. I box plot sono una rappresentazione grafica utilizzata per descrivere la distribuzione di un campione tramite semplici statistiche di posizione. Viene rappresentato tramite un rettangolo diviso in due parti, da cui escono due segmenti. Il rettangolo ("box") è delimitato dal primo e dal terzo quartile e diviso al suo interno dalla mediana. Poiché tra q1/4 e q3/4 si trova il 50 per cento centrale della distribuzione, se la loro differenza è piccola, vuol dire che la variabilità del parametro è contenuta; se la differenza è ampia, la variabilità del parametro è elevata. I segmenti terminali (i "whiskers" o "baffi") rappresentano il minimo ed il massimo dei valori della distribuzione. La differenza tra il massimo e il minimo fornisce il campo di variazione della misura.

Nelle stazioni da traffico urbano e nelle aree a maggiore densità abitativa (Agglomerato di Palermo e Catania) si registrano valori di concentrazioni medie annue più elevati sia come valore massimo che come mediana.

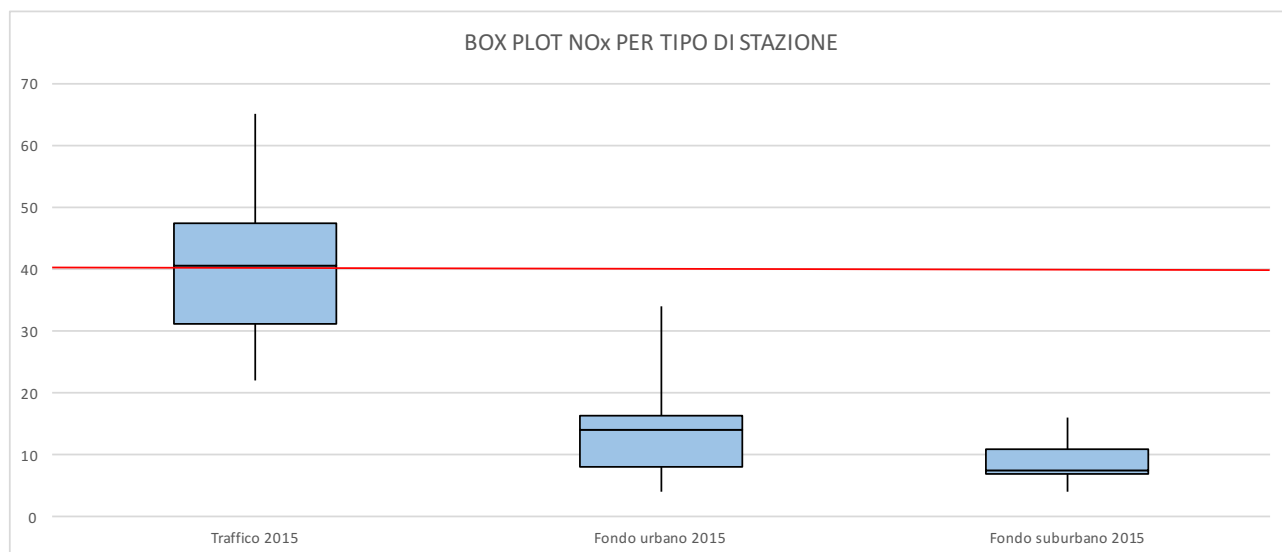


Figura 70: Box-plot concentrazioni medie annue NO₂ per tipologia di stazione – anno 2015

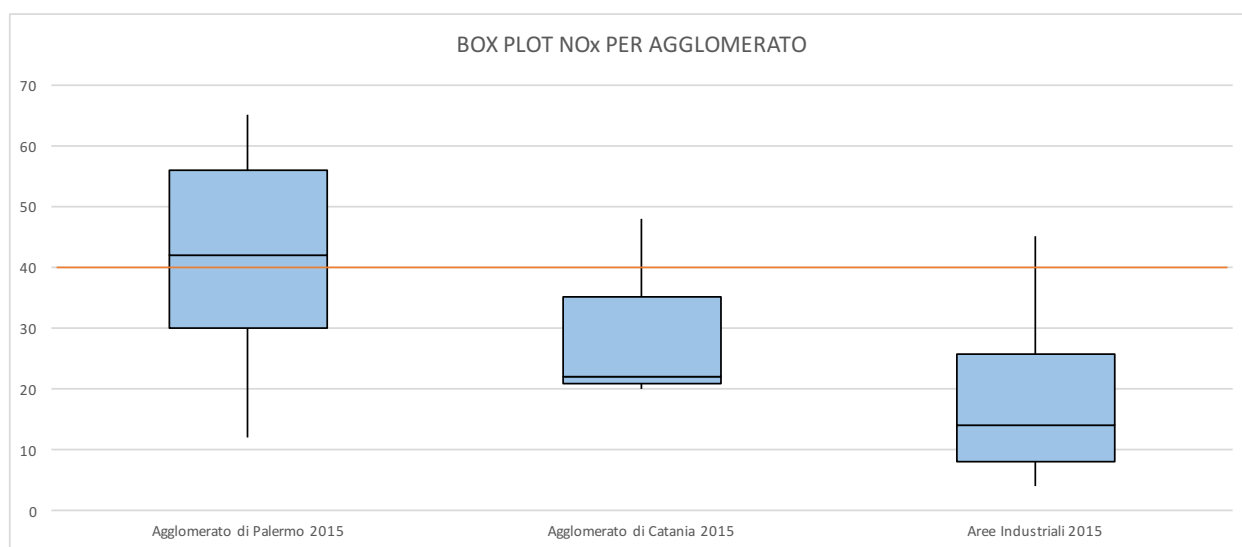


Figura 71: Box-plot concentrazioni medie annue NO₂ per Agglomerato/Zona – anno 2015

2.2.2 Particolato fine PM10 e PM2,5

Per quanto riguarda il particolato fine PM10:

- nella stazione Di Blasi dell'Agglomerato di Palermo e nella stazione di Siracusa – Teracati della Zona Aree Industriali è stata registrata una concentrazione media annua pari al valore limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), nonché il superamento di tale limite per le misure registrate nel laboratorio mobile ubicato a Porto Empedocle, che potendosi intendere misurazione indicativa, rispetta il periodo minimo di copertura ($>14\%$), anche se inferiore alla raccolta minima dei dati (90%) fissati nell'Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010 (cfr. Figura 72);

- il valore limite espresso come media su 24 ore ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato nelle stesse stazioni un numero di giornate superiore al limite (n.35) fissato dal D.Lgs. 155/2010. Anche dai dati (media su 24 ore) registrati dal laboratorio mobile ubicato a Porto Empedocle hanno superato il limite in 38 giornate nell'arco temporale della campagna (cfr. Figura 72);
- nel 2015 il PM_{2.5} è stato misurato nella sola stazione di monitoraggio di Priolo (SR), in quanto le altre stazioni, per le quali il PdV prevede il monitoraggio di questo parametro, non sono state ancora adeguate. La media annua dei valori di concentrazioni, inferiore al valore limite, è pari a $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La media dei valori registrati nel corso della campagna condotta a Porto Empedocle con il laboratorio mobile è risultata superiore al valore limite espresso come media annua ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

I superamenti dei valori limite hanno quindi riguardato stazioni da traffico urbano ubicate nell'Agglomerato di Palermo e nella zona Aree Industriali (cfr. Figura 73). Il dato registrato dal laboratorio mobile, considerata l'ubicazione prossima alla costa, potrebbe aver risentito di un contributo significativo dalle fonti naturali ed in particolare dell'aerosol marino.

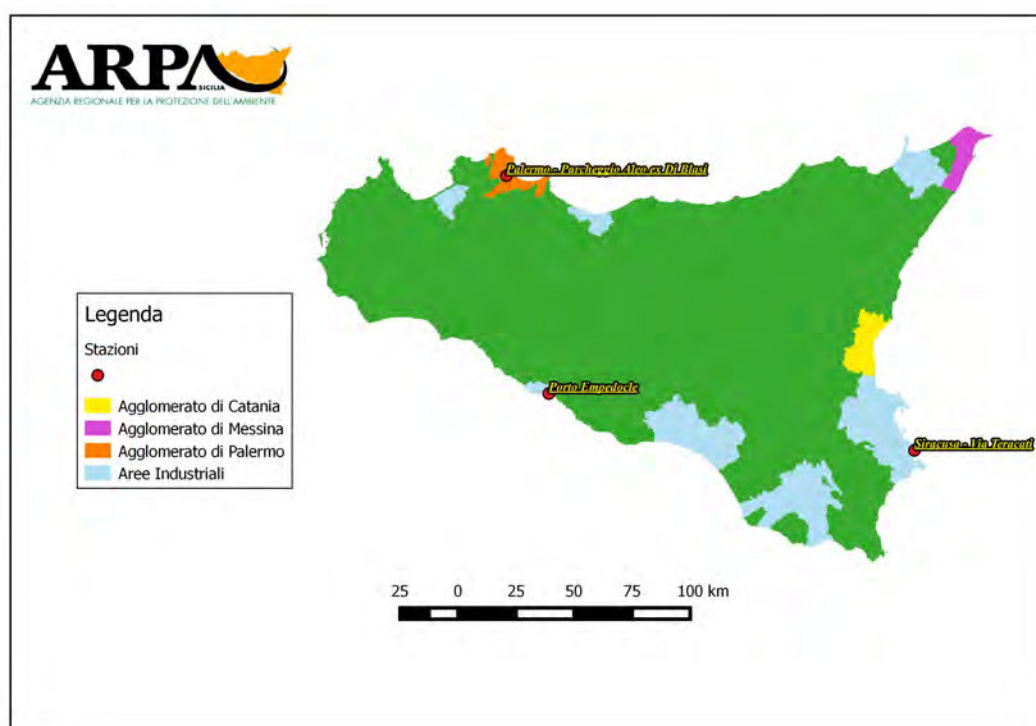


Figura 72: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati dei superamenti del valore limite espresso come media annua e come media su 24 ore per PM₁₀ – anno 2015



REGIONE SICILIA

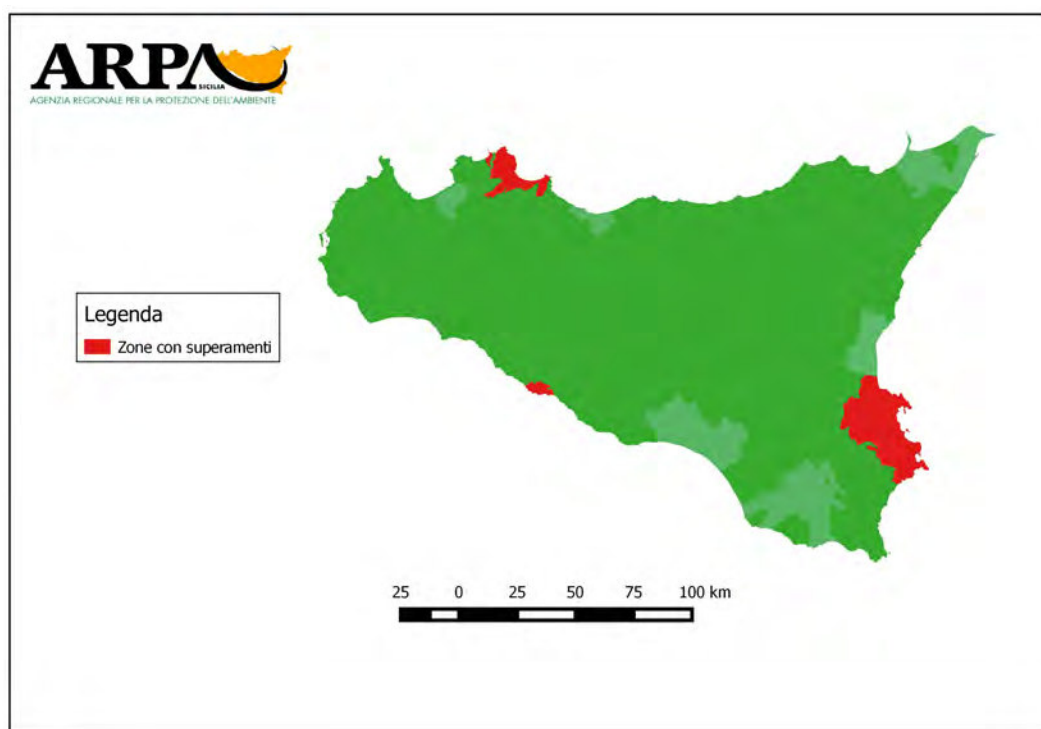


Figura 73: Mappa degli agglomerati/zone in cui si sono registrati superamenti del valore limite espresso media annua e come media su 24 ore per PM10 – anno 2015

I dati di concentrazione media annua registrati dalle stazioni attive e rientranti nel PdV aggregati per tipologia di stazione e per agglomerato/zona sono stati rappresentati tramite box-plot (*cfr.* Figura 74 e Figura 75). Nelle stazioni da traffico urbano si registrano valori di concentrazioni medie annue più elevati sia come valore massimo che come mediana, mentre non si osserva una differenza significativa nella distribuzione dei valori delle medie annue tra le differenti agglomerati/zone del territorio regionale con valore massimo registrato nell'Agglomerato di Palermo, che potrebbe essere quindi legato anche a condizioni locali della stazione di rilevamento.

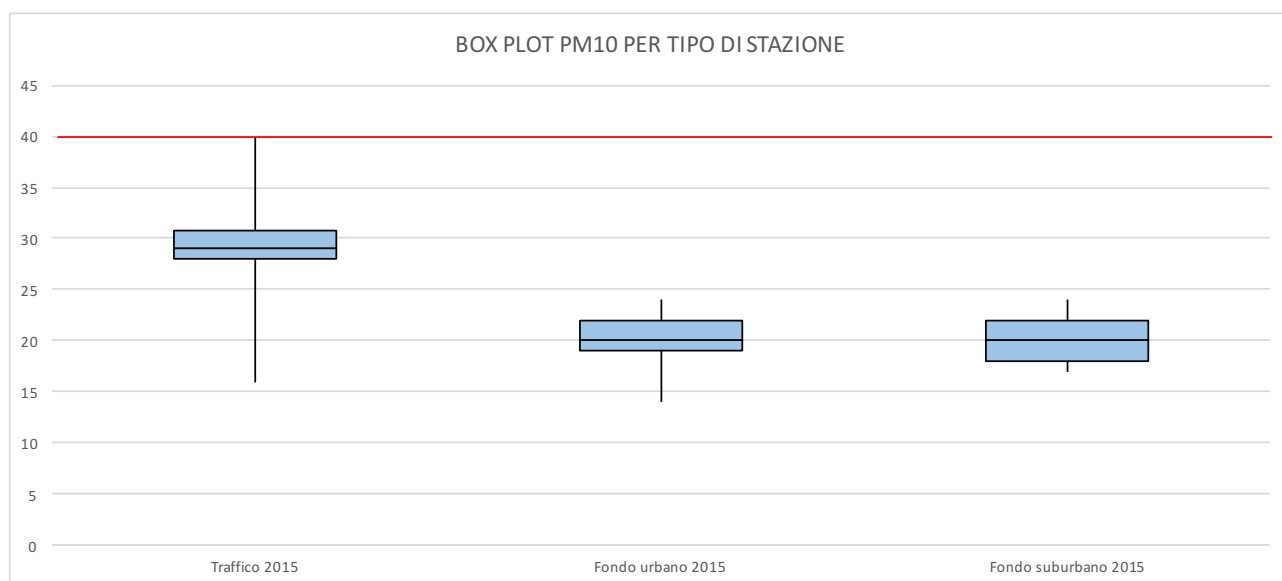


Figura 74: Box-plot concentrazioni medie annua di PM10 per tipologia di stazione – anno 2015

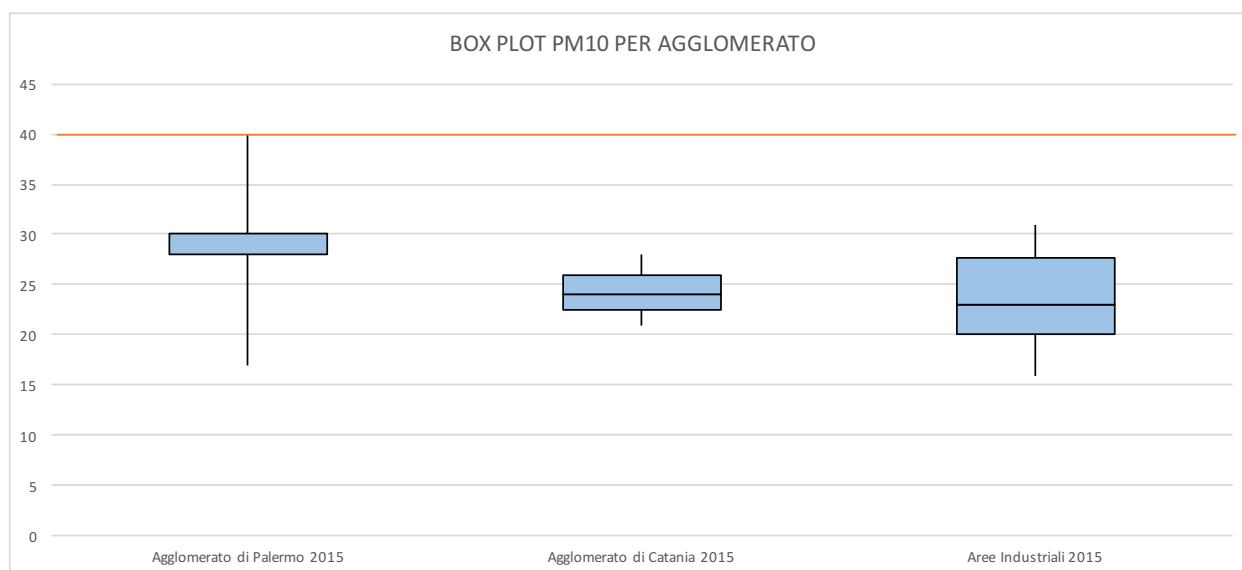


Figura 75: Box-plot concentrazioni medie annua di PM10 per agglomerato/zona – anno 2015

2.2.3 Ozono

Per quanto riguarda l'ozono O₃ si registrano:

- in quasi tutte le stazioni in cui viene monitorato (11 su 13) ed in tutti gli Agglomerati e le Zone, superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana fissato dal D.Lgs. 155/2010, espresso come massimo della media sulle 8 ore, pari a 120 µg/m³. Per tale obiettivo la norma non prevede il termine temporale entro cui lo

- stesso debba essere raggiunto, pertanto lo stesso non costituisce un mancato rispetto della normativa vigente;
- nelle stazioni di Enna, Gela (Biviere), Milazzo (Termica Milazzo), e Siracusa (Melilli) un numero di superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana maggiore di 25 (*cfr.* Figura 76). Il D.Lgs. 155/2010 prevede che il numero dei superamenti debba essere mediato su 3 anni. Per tale valutazione si rinvia all'analisi del trend dei dati relativi al periodo 2012-2015 (*cfr.* par. 2.3.3);
 - superamenti della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e della soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni di Siracusa-Scala Greca e Melilli ubicate nella Zona Aree Industriali. La soglia di informazione è stata superata anche nella stazione di Priolo che rileva ancora l'ozono anche se non previsto dal PdV;
 - superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione ($6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) in tutte le stazioni di fondo suburbano e rurale in cui viene monitorato l'ozono ed il superamento del valore obiettivo per la protezione della vegetazione ($18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) nelle stazioni di Termica Milazzo e Gela Biviere (*cfr.* Figura 78). La norma prevede che il valore dell'AOT40 sia mediato su 5 anni. Per questa valutazione si rinvia all'analisi del trend dei dati relativi al periodo 2012-2015 (*cfr.* par. 2.3.3).

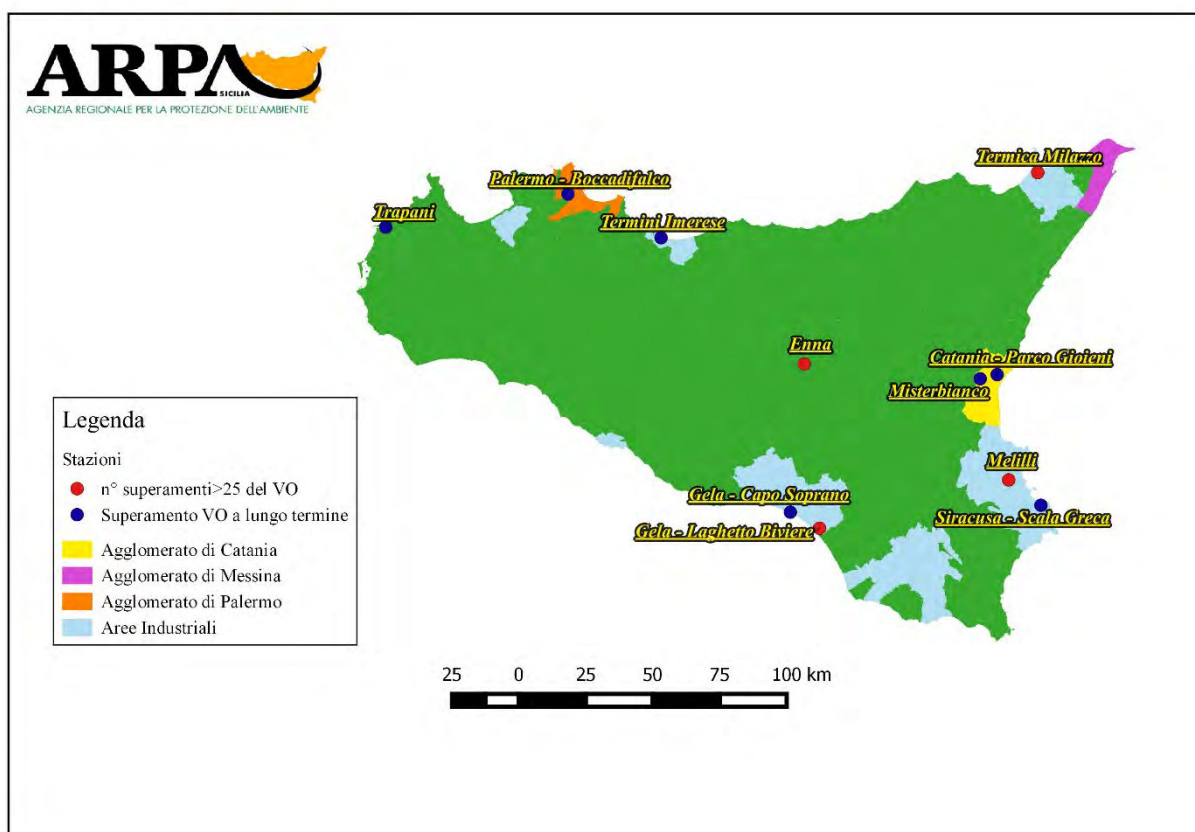


Figura 76: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati superamenti per l'ozono O_3 del valore obiettivo per la protezione della salute

Il numero dei superamenti delle concentrazioni medie su 8 ore registrati dalle stazioni attive e rientranti nel PdV aggregati per tipologia di stazione e per agglomerato sono stati rappresentati tramite box-plot. Il superamento del valore obiettivo a lungo termine riguarda sia stazioni da traffico che stazioni da fondo con una frequenza maggiore dei superamenti nelle stazioni di fondo (*cfr.* Figura 77). I superamenti delle soglie di allarme e di informazione hanno riguardato esclusivamente le stazioni ubicate nelle aree industriali ed in particolare l'AERCA di Siracusa.

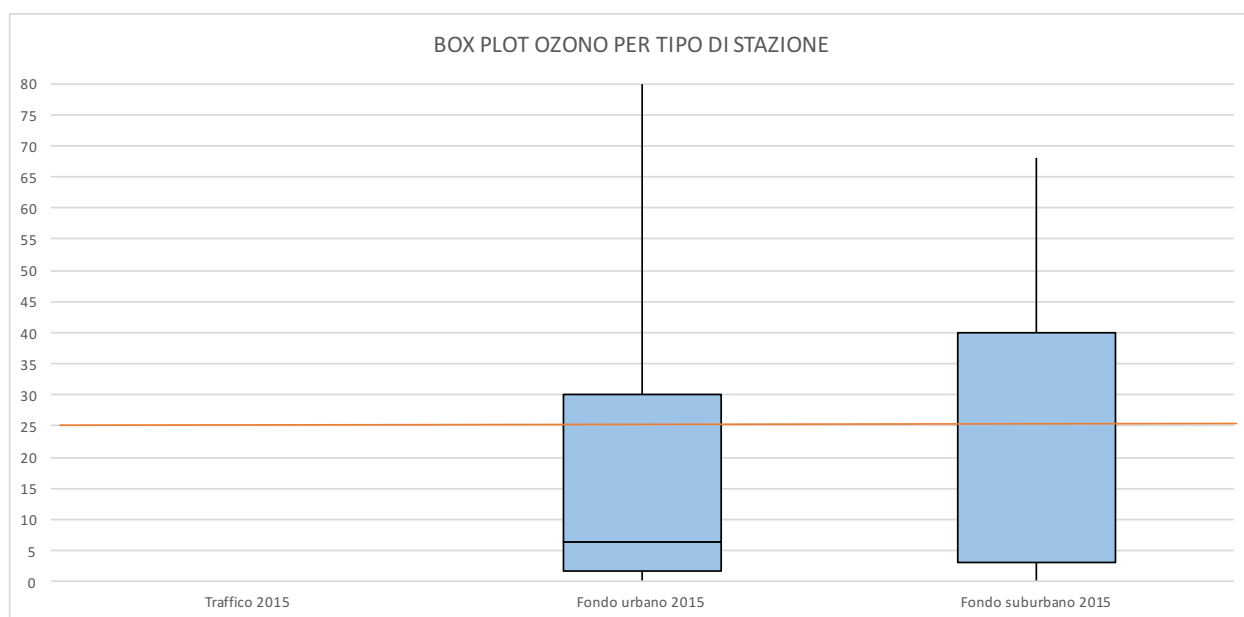


Figura 77: Box-plot n. superamenti concentrazioni medie su 8 ore ozono per tipologia di stazione – anno 2015

Per la valutazione dell'impatto dell'inquinamento da ozono sulla vegetazione e sulla popolazione sono stati usati due indicatori:

- l'AOT40, definito dal D.Lgs. 155/2010 come la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stesso, rilevate da maggio a luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno fra le 8:00 e le 20:00 e per il quale la norma fissa un valore obiettivo per la protezione della vegetazione a lungo termine pari a $6.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h})$ e un valore obiettivo, come media su 5 anni, pari a $18.000 (\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h})$;
- il SOMO35 usato a livello nazionale (ISPRA) e comunitario (EEA) per valutare l'esposizione cumulata della popolazione all'ozono. Esso misura la somma annuale delle eccedenze di ozono da una soglia (cosiddetto cut-off level) al di sopra della quale esiste uno statistico incremento del rischio relativo di mortalità per la popolazione vulnerabile. Questa soglia di concentrazione di ozono è 35 ppb pari a $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media massima giornaliera su 8h).

Calcolo AOT40

È stato effettuato il calcolo dell'AOT40 nelle stazioni di fondo suburbano previste nel PdV, esistenti ed attive nel 2015 (Boccadifalco (PA), Termica Milazzo (ME), Campo d'Atletica (RG), Scala

Greca (SR) e Misterbianco (CT)) e per quelle rurali (Gela Biviere), malgrado siano disponibili solo i dati degli anni 2014 e 2015 (cfr. Tabella 59). Il grado di copertura dei dati è maggiore del valore minimo previsto dalla normativa (90%) per tutte le stazioni. Qualora non siano disponibili tutti i dati misurati possibili, il valore dell'AOT40 misurato deve essere corretto (AOT40 stimato) sulla base dei valori orari misurati rispetto ai totali possibili nel periodo di riferimento (numero di ore compreso nel periodo di tempo di cui alla definizione dell'AOT40) adottando la seguente formula, conformemente a quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010:

$$\text{AOT40}_{\text{stimato}} = \text{AOT40}_{\text{misurato}} \times \frac{\text{numero totale di ore possibili (*)}}{\text{numero di valori orari misurati}}$$

Tabella 59: Valori calcolati del parametro AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) anno 2015

	2015
Stazione Boccadifalco	
AOT40 misurato	16.118
copertura	99%
AOT40 stimato	16.280
Stazione Termica Milazzo	
AOT40 misurato	33.552
copertura	98%
AOT40 stimato	34.266
Stazione Campo d'Atletica	
AOT40 misurato	9.188
copertura	94%
AOT40 stimato	9.744
Stazione Scala Greca	
AOT40 misurato	14.466
copertura	99%
AOT40 stimato	14.652
Stazione Misterbianco	
AOT40 misurato	11.870
copertura	91%
AOT40 stimato	13.043
Stazione Gela Biviere	
AOT40 misurato	33.081
copertura	99%
AOT40 stimato	33.505

Per il 2015, si osserva il superamento del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione ($6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) in tutte le stazioni e il superamento del valore obiettivo per la protezione della vegetazione ($18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) nelle stazioni di Termica Milazzo e Gela Biviere (cfr. Figura 78). Entrambe queste stazioni, seppur classificate come fondo rispettivamente suburbano e rurale, sono localizzate in prossimità di aree industriali, caratterizzate da emissioni puntuali di inquinanti primari da cui si genera l'ozono. Tale valore obiettivo è riferito alla media dei valori di AOT40 su 5 anni. Per il calcolo nel periodo 2011-2015 si rinvia al paragrafo 2.3.3. Per quanto riguarda il valore obiettivo a lungo termine, si ribadisce che la norma non prevede il termine temporale entro cui lo stesso debba essere raggiunto, pertanto lo stesso non costituisce un mancato rispetto della normativa vigente.

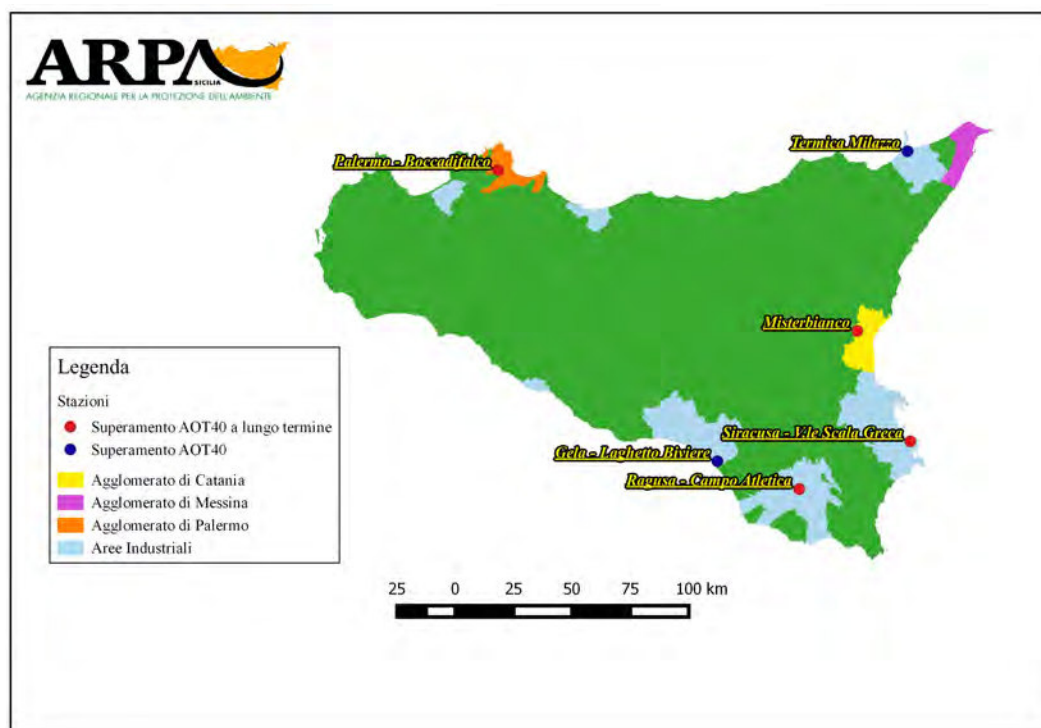


Figura 78: Mappa delle stazioni in cui si sono registrati superamenti per l'ozono O_3 del valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40)

Calcolo SOMO35

Il SOMO35 è un indicatore usato a livello nazionale (ISPRA) e comunitario (EEA) per valutare l'esposizione cumulata della popolazione all'ozono.

L'indicatore è definito come:

$$\text{SOMO35}_{\text{UNCORRECTED}} = \sum_i \max\{0, C_i - 70 \mu\text{g}/\text{m}^3\}$$

dove:

- C_i è la concentrazione media massima giornaliera calcolata sulle 8 ore
- la sommatoria va dal giorno $i=1$ al giorno 365, per anno.

L'indicatore viene calcolato in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

IL SOMO35 è molto sensibile a eventuali valori mancanti durante l'anno, ragion per cui è il valore calcolato viene corretto sulla base dell'attuale copertura dei dati nell'anno. L'indicatore è così calcolato come:

$$\text{SOMO35}_{\text{ESTIMATED}} = \text{SOMO35}_{\text{UNCORRECTED}} * 365 / N_{\text{valid}}$$

dove N_{valid} è il numero di valori-giorni validi.

In Tabella 60 vengono riportati i valori di SOMO35 calcolati e corretti con la procedura sopra riportata dai dati di concentrazione media oraria di ozono misurati nelle aree urbane di Palermo, Catania e Siracusa ed i valori medio pesato sulla popolazione pari per il 2015 a 6.479 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tra le aree urbane, Palermo è quella interessata da un valore maggiore dell'indice SOMO35 pari a 6.992 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), più impattato dal traffico veicolare urbano.

Per le aree industriali AERCA si hanno valori di SOMO35 superiori sia a quelli delle aree industriali non-AERCA sia a quelli dei maggiori centri urbani (cfr. Tabella 60, Tabella 61 e Tabella 62).

Pertanto si evidenzia che includere le aree industriali AERCA e quelle non-AERCA nella stessa categoria di zonizzazione (Decreto Assessoriale n. 97 del 2012) aggrega territori sottoposti a differenti pressioni antropiche. Peraltro, l'art. 4 comma 2 del D.Lgs. 155/2010 prevede che la zonizzazione debba essere aggiornata almeno ogni 5 anni.

Tabella 60: Valori calcolati del parametro SOMO35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in ambiente urbano per il 2015

Area urbana	$\text{SOMO35}_{\text{ESTIMATED}}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Popolazione
Palermo	6.992,45	678.492
Catania	5.826,85	315.601
Siracusa	5.312,30	122.503
Valore medio SOMO35 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	6.043,86	
Media pesata sulla popolazione indagata in Sicilia	6.478,67	

Tabella 61: Valori calcolati del parametro SOMO35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni delle Aree Industriali AERCA per il 2015

Area industriale AERCA	$\text{SOMO35}_{\text{ESTIMATED}}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Popolazione
Comprensorio di Gela	10002,01	108.139
Comprensorio di Siracusa	8482,20	215.373
Comprensorio del Mela	11008,33	54.787
Valore medio SOMO35 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	9830,85	
Media pesata sulla popolazione indagata in Sicilia	9282,49	

Tabella 62: Valori calcolati del parametro SOMO35 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni delle Aree Industriali non-AERCA per il 2015

Area industriale non-AERCA	SOMO35 _{ESTIMATED} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Popolazione
Comprensorio di Ragusa	3247,36	147.498
Partinico	1365,67	32.079
Termini Imerese	5420,65	26.263
Valore medio SOMO35 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	3344,56	
Media pesata sulla popolazione indagata in Sicilia	3231,40	

2.2.4 Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo, a seguito di politiche incentrate sulla riduzione del tenore di questo composto nei combustibili, ha ormai concentrazioni in atmosfera poco significative nelle aree non impattate da impianti industriali e/o vulcani.

In tutto il territorio regionale nel 2015 non si sono registrati superamenti dei valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione della salute umana sia come media oraria che come media su 24 ore.

Per quanto riguarda i livelli critici per la protezione della vegetazione, attualmente è possibile valutare l' SO_2 solo nella stazione esistente e prevista nel Programma di Valutazione, di Gela Biviere perché rispondente alle caratteristiche previste ed attiva dal 2014. La concentrazione media annua rilevata è stata pari a $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto al livello massimo consentito di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.2.5 Monossido di carbonio

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, nel 2015 non sono mai stati registrati, in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio, superamenti del valore limite per la protezione della salute umana, espresso come massimo della media sulle 8 ore.

2.2.6 Benzene

Per quanto concerne il benzene (C_6H_6), malgrado la media annua sia stata sempre inferiore al valore limite (pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ espresso come media annua) sia nelle stazioni comprese nel PdV (*cfr.* Tabella 57) che in quelle non comprese (*cfr.* Tabella 63), nel corso del 2015 si sono registrati:

- nelle stazioni di monitoraggio delle Aree Industriali, numerosi picchi della concentrazione media oraria (maggiori di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Allegato 6) ed in particolare:
 - nelle stazioni dell'area di Siracusa con valori massimi di $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (San

- Cusmano), di 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Specchi), di 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Megara) e di 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (C.da Marcellino – ex SASOL);
 - nella stazione di Gela via Venezia con valore massimo di 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - nella stazione di C.da Gabbia (Pace del Mela) con valore massimo di 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre nella stazione di Termica Milazzo non si osservano tali picchi probabilmente per la posizione della stazione rispetto ai venti dominanti nell'area industriale di Milazzo.
- nelle stazioni da traffico urbano degli agglomerati di Palermo e Catania picchi di concentrazione media oraria con valori massimi inferiori a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 63: Tabella riassuntiva dei dati di benzene rilevati nell'anno 2015 dalle stazioni non comprese nel PdV

				Benzene		
				Anno ¹	copertura	
	ZONA	NOME STAZIONE		si/no	media	%
Rete ARPA						
1	IT1914	Megara Z.I. Siracusa		no	1.9	79
2	IT1914	C.da Marcellino Z.I. Siracusa		no	3.2	26
3	IT1914	Parcheggio Agip – Gela		no	0.3	81
4	IT1914	Villa Augusta		no	1.1	28
Rete Libero Consorzio di Caltanissetta						
5	IT1914	Capo Soprano		no	0.4	93
6	IT1914	Centro Storico Caltanissetta		no	1.4	75
7	IT1914	Gela Pontile		no	1.7	94
Rete Libero Consorzio di Siracusa						
8	IT1914	Teracati		no	3.8	94
9	IT1914	San Cusmano		no	0.7	96
Rete comune di Ragusa						
10	IT1914	Villa Archimede		no	0.1	78

Al fine di correlare i picchi osservati nelle stazioni dell'area industriale di Siracusa e di Milazzo in Figura 79 vengono confrontate le concentrazioni medie orarie del benzene nelle stazioni di San Cusmano (Siracusa), C.da Gabbia (Pace del Mela), Megara (Siracusa), V.le Veneto (Catania) e Di Blasi (Palermo), le ultime due ubicate in agglomerati urbani non influenzate da attività industriali e quindi imputabili esclusivamente al traffico veicolare. Dal grafico si evince che nelle stazioni di San Cusmano, via Venezia e C.da Gabbia, influenzate dalle attività industriali, si registrano picchi di concentrazione media oraria più elevati rispetto alle stazioni caratterizzate esclusivamente dal traffico veicolare con picchi massimi sempre inferiori a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



REGIONE SICILIA

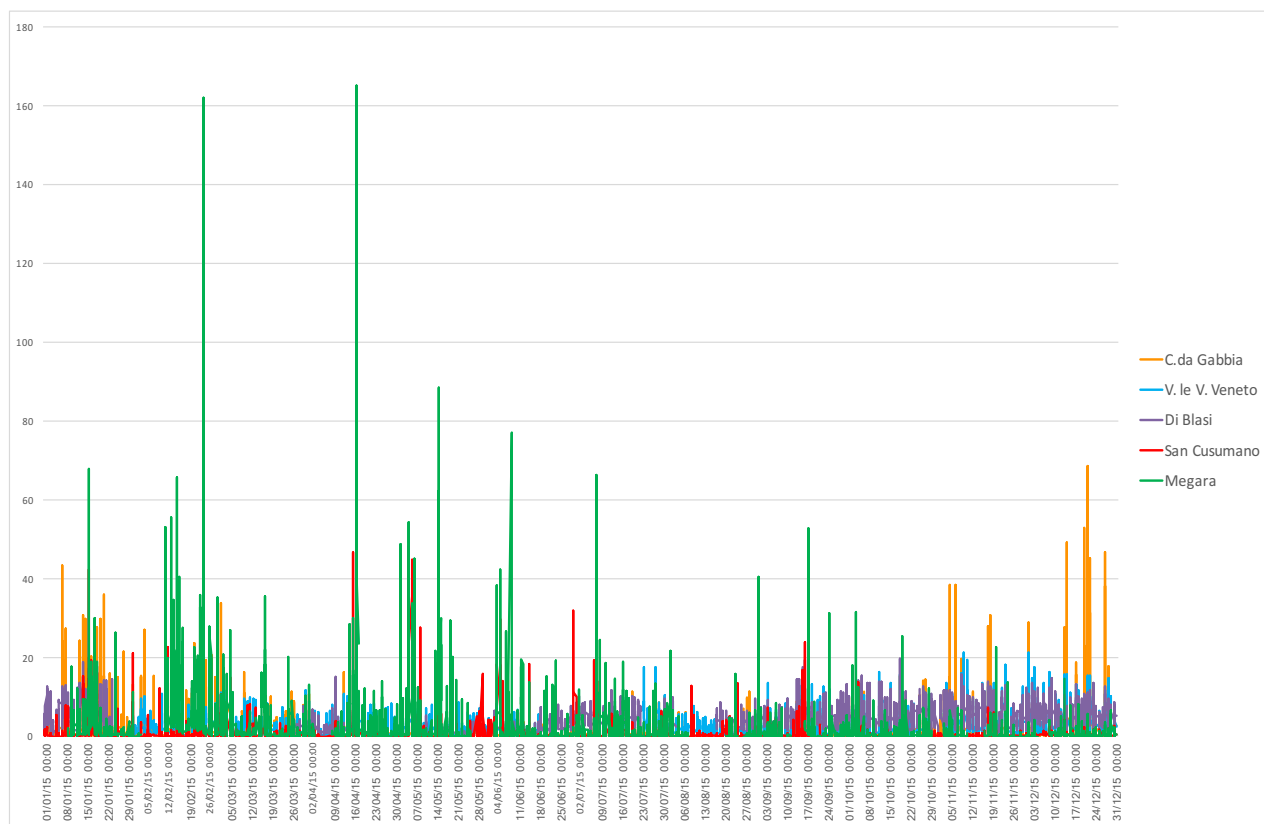


Figura 79: Concentrazioni medie orarie di benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni da traffico urbano (Di Blasi (Palermo), V.le Veneto (Catania)) e nelle stazioni dell'area industriale di Siracusa (San Cusumano e Megara) e di Milazzo (C.da Gabbia)

Il benzene è una sostanza altamente cancerogena per la quale l'OMS non ha stabilito alcuna soglia minima al di sotto della quale non esiste pericolo per la salute umana⁶³. Il benzene è un inquinante primario le cui principali sorgenti di emissione in aria sono i veicoli alimentati a benzina (gas di scarico e vapori di automobili e ciclomotori), gli impianti di stoccaggio e distribuzione dei combustibili, i processi di combustione che utilizzano derivati dal petrolio e l'uso di solventi contenenti benzene.

È stata condotta un'analisi dei dati di concentrazione media oraria registrate dalle stazioni fisse di monitoraggio. I dati di Enna e Palermo Castelnuovo sono stati inclusi nelle valutazioni in quanto stazioni di fondo e di traffico per le quali la norma prevede un periodo minimo di copertura nell'anno del 35% con una raccolta dei dati nel periodo pari al 90%.

I dati sono stati presentati tramite box plot raggruppando i dati per tipologia di stazione (traffico, fondo urbano e fondo suburbano) (cfr. Figura 80). Tali grafici sono indicativi solo delle distribuzioni delle concentrazioni medie orarie e non dei valori massimi in quanto quest'ultimi sono stati eliminati e quindi non possono fornire indicazioni in merito ai picchi orari osservati.

⁶³ Air Quality Guidelines for Europe, World Health Organization 2nd Edition 2000

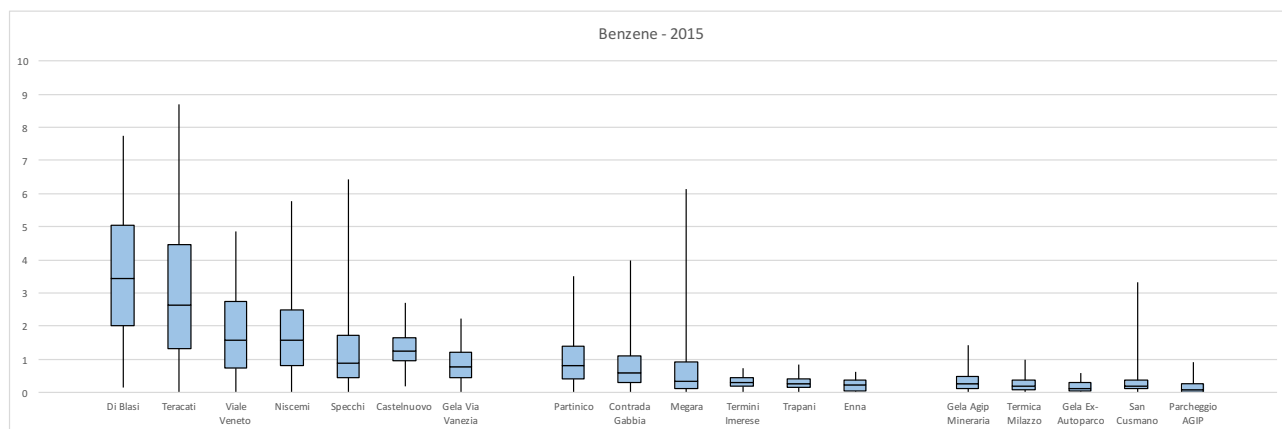


Figura 80: Box Plot concentrazioni medie orarie benzene - anno 2015

Le stazioni da traffico e da fondo urbano mostrano una distribuzione delle concentrazioni medie orarie più elevate, imputabili al contributo del traffico veicolare. Seppur depurate dei valori di picco anomali, le stazioni soggette alle ricadute dei plume di inquinanti di origine industriale registrano valori estremi più elevati.

Nella Tabella 64 sono riportate le stazioni nelle quali sono state misurate concentrazioni medie orarie superiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore massimo misurato nelle stazioni da traffico, e la frequenza di tali episodi. Tali risultati confermano, per quanto concerne il benzene, che nell'area industriale di Siracusa e Milazzo, seppur le concentrazioni medie annue siano entro i limiti di legge, si osservano picchi di concentrazione media oraria legati alla presenza degli impianti industriali.

Tabella 64: Numero dei episodi di picco della concentrazione medie orarie registrate nelle stazioni delle aree industriali – anno 2015

Stazione	Superamenti
Partinico	5
Enna	0
Trapani	0
Termini Imerese	1
Palermo - Di Blasi	0
Palermo - Castelnuovo	0
Catania - Viale Veneto	3
Termica Milazzo	0
Milazzo - Cda Gabbia	44
Gela Agip Mineraria	1
Gela via Venezia	5
Gela Ex- Autoparco	0
Niscemi	3
Siracusa - Specchi	34

Stazione	Superamenti
Siracusa - Teracati	28
San Cusmano	21
Cda Marcellino	62
Megara	86
Parcheggio Agip	0

2.2.7 Metalli pesanti e benzo(a)pirene

In attuazione di quanto previsto dal Decreto dell'Assessore Regionale Territorio e Ambiente n. 168 del 18/09/2009 "Adempimenti attuativi del D.Lgs. 3 agosto 2007, n. 152" (Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente) – Valutazione preliminare e zonizzazione preliminare", nel 2015 Arpa Sicilia ha effettuato la determinazione dei suddetti inquinanti (metalli e IPA) nelle polveri campionate di PM10 nelle stazioni individuate dall'allegato tecnico del D.A., ancora attive e ricomprese nel PdV:

- IT1911 Palermo Indipendenza;
- IT1912 Catania Viale Veneto e Parco Gioieni, in sostituzione della stazione di Librino;
- IT1914 Siracusa Scala Greca e Priolo;
- IT1914 Gela Via Venezia;
- IT1914 Milazzo Termica;
- IT1914 Porto Empedocle (laboratorio mobile ARPA).

Nelle stazioni IT1913 Messina Bocchetta e IT1914 Porto Empedocle (AG) previste dal citato D.A. non sono state effettuate indagini in quanto la prima è stata attivata nel corso del 2015 dal Libero Consorzio di Messina mentre la seconda non è attiva. Questa Agenzia, nel corso del 2015, ha provveduto a posizionare un Laboratorio Mobile nel comune di Porto Empedocle al fine di garantire le determinazioni dei Metalli e degli IPA.

Per quanto concerne la stazione di Librino del comune di Catania, la stessa è stata disattivata dal gestore nei primi mesi dell'anno 2013. A seguito della disattivazione della stazione di Librino nel 2014 e nel 2015, ARPA Sicilia ha effettuato le misurazioni dei suddetti inquinanti nelle stazioni di Parco Gioieni e V.le Veneto così come previsto nel Piano di valutazione per la qualità dell'aria in Sicilia di cui al D.D.G. ARTA n. 449/2014.

Nel 2015 il periodo minimo di copertura di campionamenti di PM10 (D.Lgs. 155/2010 Allegato I – Tabella II) per la determinazione dei metalli e degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) non sempre è stato rispettato, per svariati motivi sia di ordine tecnico che organizzativo. L'indagine per i metalli (piombo, cadmio, arsenico e nichel), ha garantito la percentuale minima prevista dalla normativa (50%) per le postazioni di Milazzo Termica, Catania Parco Gioieni, Catania Viale Veneto, Priolo, Siracusa Scala Greca. Per la stazione di Palermo Indipendenza la percentuale è stata pari al 49% quindi di poco inferiore alla copertura prevista, mentre per la postazione di Gela Via Venezia si è raggiunta la copertura annuale pari a 38%.

Per quanto attiene gli "IPA" (benzo(a)pirene), la copertura minima prevista (33%), è stata raggiunta per la stazione di Milazzo Termica, Siracusa Scala Greca e Catania Parco Gioieni. Per le stazioni di Priolo (28%), Gela Via Venezia (27%) e Palermo Indipendenza (30%) è stata di poco



REGIONE SICILIA

inferiore al valore prescritto dalla normativa. Per l'agglomerato di Catania si è effettuata la determinazione del parametro benzo(a)pirene solo nella stazione di Parco Gioieni per cui non sono disponibili dati per la postazione di Catania Viale Veneto.

Nella Tabella 65 si riportano i valori di copertura e le concentrazioni medie annue per i metalli e gli IPA relativi all'anno 2015. Sebbene la copertura minima non sia stata sempre rispettata, si evidenzia che per tutte le stazioni di monitoraggio previste nel PdV e per tutti i parametri (Cadmio, Arsenico, Nichel, Piombo, benzo(a)pirene) la concentrazione espressa come media annua non supera i valori limite fissati dal D.Lgs.155/2010.

Tabella 65: Percentuali di campionamento e concentrazioni degli inquinanti espresse come media annuale per il 2015

Postazione	% annuale di PM ₁₀ sottoposto a indagine	% utilizzata per l'indagine dei metalli	% utilizzata per l'indagine degli IPA	Cd (ng/m ³)	As (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	B(a)P (ng/m ³)	Pb (µg/m ³)
Siracusa - Priolo Zona IT 1914	78	50	28	1.2	0.5	1.8	0.04	0.0091
Siracusa - Scala Greca Zona IT 1914	85	52	33	0.5	0.6	1.3	0.2	0.0026
Messina - Boccetta Zona IT 1913	-	-	-	-	-	-	-	-
Milazzo - Termica Milazzo Zona IT 1914	92	50	42	0.3	0.5	4.5	0.1	0.0073
Gela - Venezia Zona IT 1914	65	38	27	0.6	1.4	2.7	0.2	0.0053
Catania - Viale Veneto Zona IT 1912	67	67	-	0.5	1.4	3.7	n.d.	0.0060
Catania - Parco Gioieni Zona IT 1912	89	51	38	0.5	1.4	2.9	0.2	0.0054
Palermo - Indipendenza Zona IT 1911	79	49	30	0.3	0.5	3.1	0.3	0.0051
Agrigento - Porto Empedocle (14/04/15 - 04/09/15) Zona IT 1914	43	15	28	0.17	1.7	4.4	0.07	0.0012
Periodo minimo di copertura annuale di cui al D.Lgs. 155/10 Allegato I - Tabella II		50	33					
Valore limite espresso come media annuale - (Allegato XI D.Lgs 155/10)				-	-	-	-	0,5
Valore obiettivo espresso come media annuale - (Allegato XIII D.Lgs 155/10)				5,0	6,0	20,0	1,0	-

2.2.8 Inquinanti non normati: idrocarburi non metanici ed idrogeno solforato

Come già evidenziato nel paragrafo 2.1.1 (*cf.* Tabella 54 e Tabella 55) le stazioni delle aree industriali sono dotate di analizzatori per il monitoraggio di parametri non normati, quali idrocarburi non metanici (NMHC) e idrogeno solforato (H_2S), presenti nell'aria ambiente di tale zona in concentrazioni maggiori rispetto ad altre zone non interessate da attività industriali. Tali inquinanti sono responsabili di disturbi olfattivi che le popolazioni di queste aree lamentano. Gli idrocarburi non metanici sono inclusi tra gli inquinanti da monitorare per i Piani di azione a breve termine adottati nelle AERCA (*cf.* Allegato 2), che individuano soglie di intervento di 1°, 2° e 3° livello. Gli NMHC sono inoltre composti precursori nel processo di formazione di ozono nell'aria.

Vengono di seguito riportati i risultati di un approfondimento sulla valutazione della qualità dell'aria nelle Aree Industriali in relazione a questi parametri (Allegato 6).

Per quanto riguarda gli idrocarburi non metanici (NMHC), ad oggi, non esiste un limite normativo a cui riferirsi. L'ultimo decreto, ormai abrogato, che ne fissava un limite, pari a $200 \mu g/m^3$ come media di 3 ore consecutive in presenza di ozono, è il D.P.C.M. 28/03/1983 abrogato dall'art. 21 del D.Lgs. 155/2010.

Per questo parametro, in assenza di una normativa a livello comunitario, nazionale e regionale si è ritenuto utile utilizzare la soglia di $200 \mu g/m^3$, espressa come media oraria, come indicatore di possibili fenomeni di cattiva qualità dell'aria. Si è proceduto ad un'analisi dei dati ed in particolare della media annuale, della concentrazione massima oraria registrata nell'anno e altre statistiche che possono fornire indicazioni sulla presenza di questo inquinante nei territori delle Aree ad elevato rischio di crisi ambientale di Siracusa (*cf.* Tabella 66), Caltanissetta (*cf.* Tabella 67) e del comune di Ragusa (*cf.* Tabella 68). Nel 2015 non sono stati registrati le concentrazioni di NMHC nella stazione di C.da Gabbia (Pace del Mela) per motivi tecnici e quindi non sono disponibili dati relativi a questo parametro per il Comprensorio del Mela.

Nelle stazioni dell'area di Siracusa (9 gestite dal Libero Consorzio di Siracusa e 3 da ARPA Sicilia) la copertura dei dati raccolti risulta statisticamente significativa (>75%) ad esclusione delle stazioni di Megara, Cda Marcellino e Villa Augusta gestite da ARPA per le quali la copertura è pari rispettivamente a 53%, 68% e 33%. In generale è possibile affermare che si registra una presenza diffusa di tale classe di composti nell'aria in tutte le stazioni del comprensorio di Siracusa-Priolo con concentrazioni massime orarie che raggiungono valori pari a circa $3.000 \mu g/m^3$ nella stazione di Priolo, compresa nel PdV, e quindi conforme in termini di ubicazione rispetto ai criteri del D.Lgs. 155/2010 (*cf.* Figura 81). Il numero di dati medi orari che superano la concentrazione scelta come riferimento ($200 \mu g/m^3$) evidenziano che è la stazione di San Cusumano, seguita da Priolo ed Acquadotto, quella con il numero più alto di concentrazioni maggiori alla soglia individuata. Il valore massimo dei superamenti della soglia è stato registrato nella stazione di C.da Marcellino ubicata in prossimità degli stabilimenti di Priolo.

Tabella 66: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (NMHC) dell'AERCA di Siracusa

Dati monitoraggio NMHC anno 2015 AERCA Siracusa	um	Acquedotto	Augusta	Belvedere	Bixio	Ciapi	Melilli	Priolo	San Cusmano	Scala Greca	Villa Augusta	Megara ARPA	C.da Marcellino
Dati raccolti	n.	8112	7267	6927	6604	8138	7611	7398	7933	7270	2924	4630	5966
Copertura	%	93%	83%	79%	75%	93%	87%	84%	91%	83%	33%	53%	68%
Concentrazione media annua	μ g/mc	101,1	35,8	64,5	99,9	54,5	10,2	103,9	126,5	70,5	106,1	94,5	264,3
Valore massimo concentrazione oraria	μ g/mc	928,0	2263,5	924,7	1300,4	1952,1	379,9	2926,6	1839,8	1425,6	1206,1	2723,5	2064,7
Nr. Superamenti media oraria	n.	1469	189	155	542	178	8	1372	1853	564	424	523	3822
Concentrazioni >200 μ g/mc	%	18,1%	2,6%	2,2%	8,2%	2,2%	0,1%	18,5%	23,4%	7,8%	14,5%	10,8%	64,1%

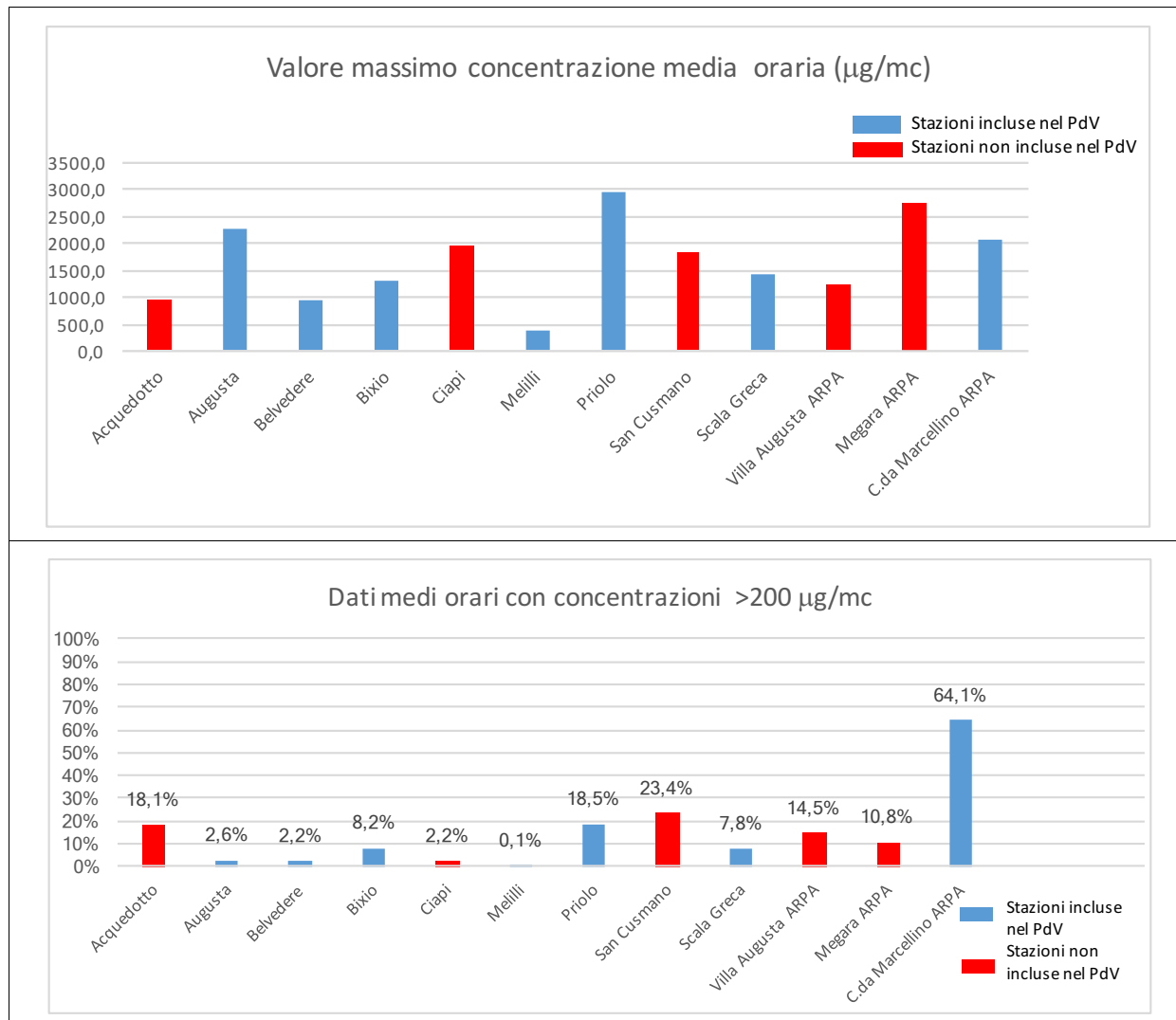
Tabella 67: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (NMHC) dell'AERCA di Caltanissetta - Gela

Dati monitoraggio NMHC anno 2015 AERCA Caltanissetta-Gela	um	Gela Pontile	Caltanissetta Centro Storico	Agip Mineraria	Gela Ex-Autoparco ARPA	Gela Parcheggio AGIP ARPA
Dati raccolti	n.	6987	6721	7755	6493	2311
Copertura	%	80%	77%	89%	74%	26%
Concentrazione media annua	μ g/mc	116,3	92,2	75,1	162,3	139,2
Valore massimo concentrazione oraria	μ g/mc	4810,3	692,1	784,8	1323,2	437,7
Nr. Superamenti media oraria	n.	838	487	54	2882	675
Concentrazioni >200 μ g/mc	%	12%	7%	1%	44%	29%

Tabella 68: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (NMHC) del comune di Ragusa

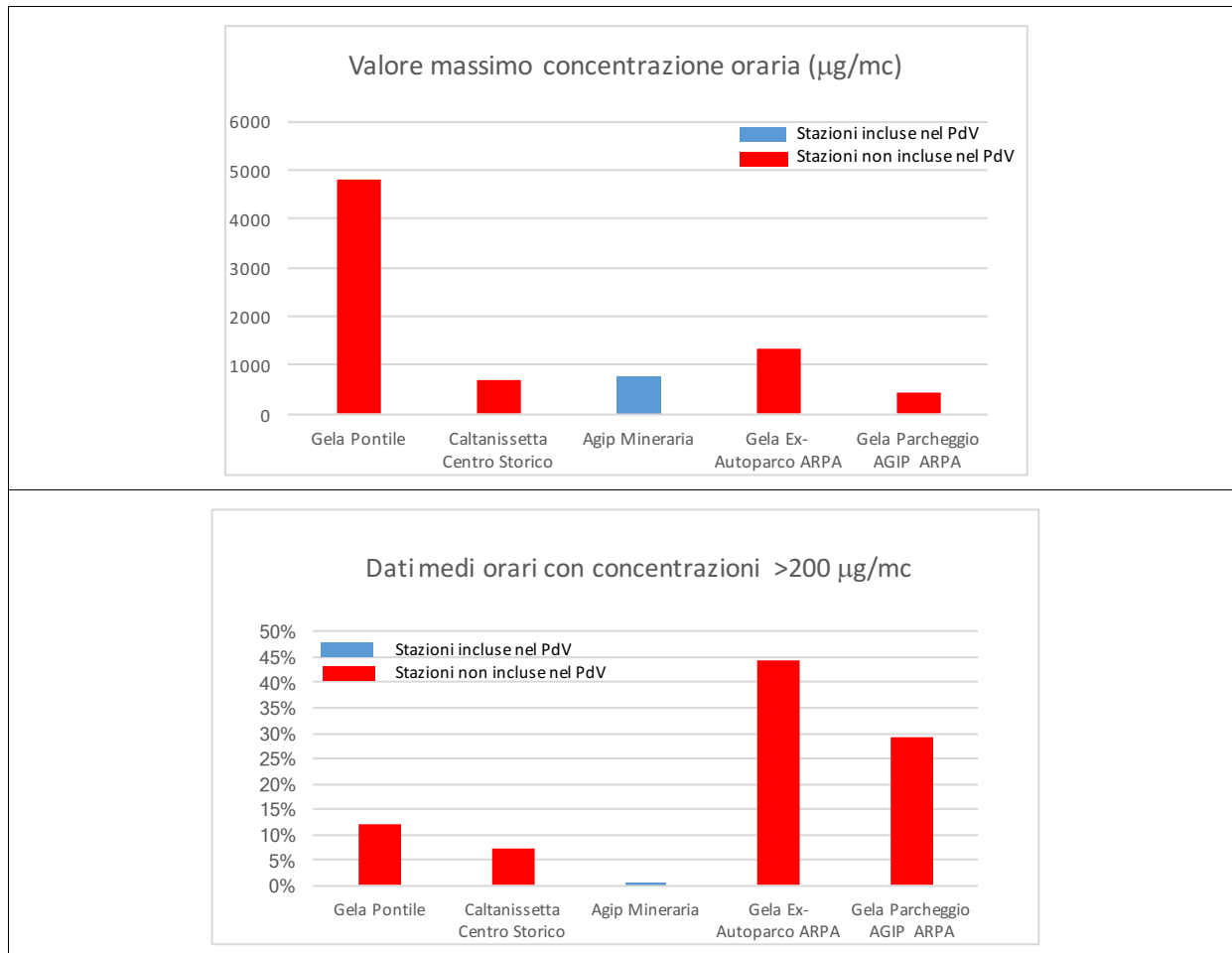
Dati monitoraggio NMHC anno 2015 Ragusa	um	Campo Atletica	Villa Archimede	Marina di Ragusa
Dati raccolti	n.	5627	7839	4870
Copertura	%	64%	89%	56%
Concentrazione media annua	μ g/mc	102,3	89,2	28,8
Valore massimo concentrazione oraria	μ g/mc	780,1	1973,7	165,0
Nr. Superamenti media oraria	n.	138	49	2
Concentrazioni >200 μ g/mc	%	2%	1%	0%

Figura 81: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori a 200 µg/m³ di NMHC nelle stazioni dell'AERCA di Siracusa



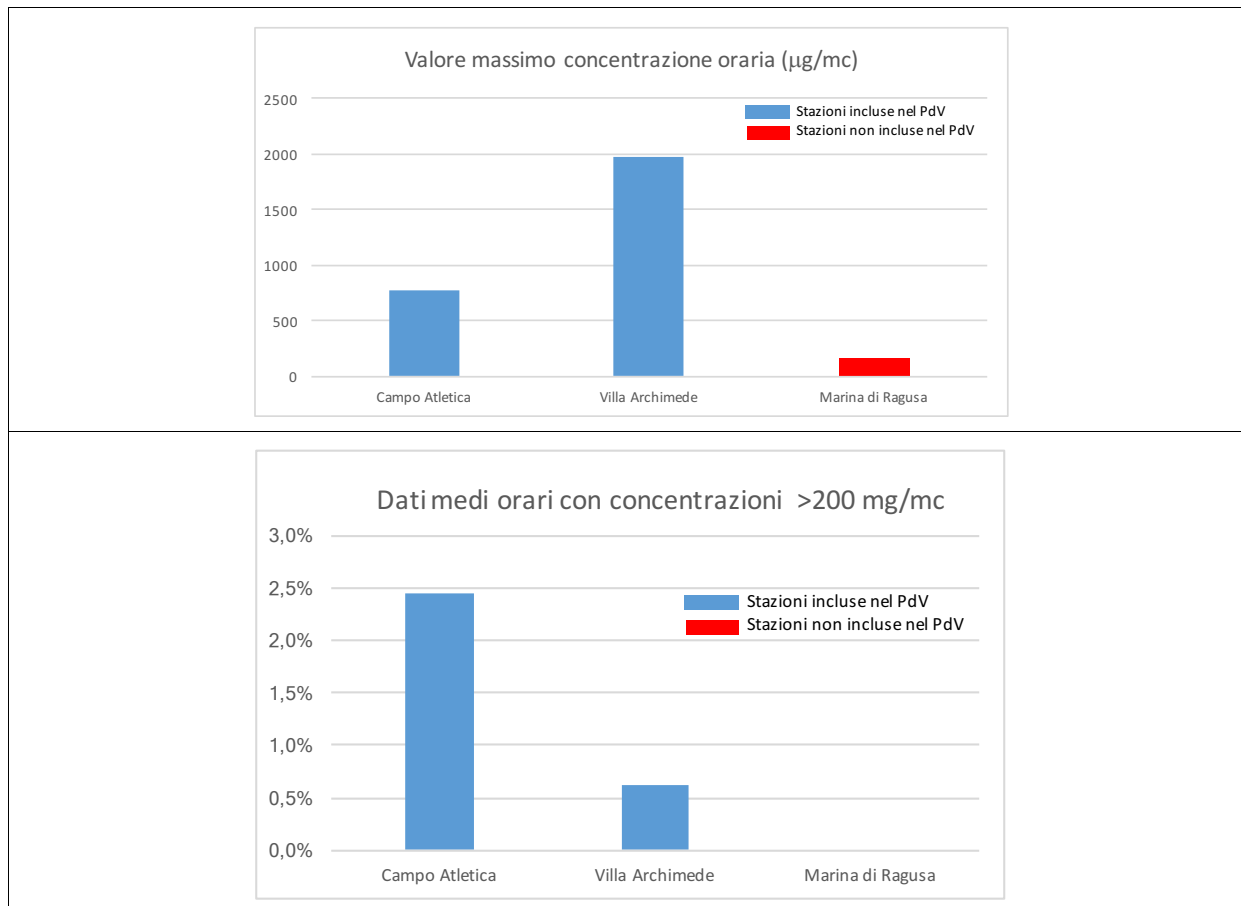
Nelle stazioni del Comprensorio di Caltanissetta-Gela (4 gestite dal Libero Consorzio di Caltanissetta e 1 da ARPA Sicilia) la copertura risulta statisticamente significativa (>75%) ad esclusione delle stazioni di Parcheggio Agip e Autoparco gestita da ARPA per le quali la copertura è pari rispettivamente a 26% e 74%. Le concentrazioni massime orarie risultano inferiori a quanto registrato nelle stazioni del comprensorio di Siracusa ad eccezione della stazione di Gela Pontile dove è stato registrato un valore pari a circa 4.800 µg/m³ (cfr. Figura 82) dovuto presumibilmente alle attività di scarico e carico dal pontile ancora attivo. Il numero di dati medi orari che superano la soglia adottata come riferimento (200 µg/m³) sono risultati maggiori nella stazione di Gela Autoparco.

Figura 82: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori a 200 µg/m³ di NMHC nelle stazioni dell'AERCA di Caltanissetta-Gela



Nelle stazioni del comune di Ragusa (2 incluse nel PdV e 1 non inclusa) la copertura risulta statisticamente significativa (>75%) nella stazione di Villa Archimede, mentre nelle stazioni di Campo Atletica e Marina di Ragusa la copertura è stata pari a 64% e 56%. La concentrazione massima registrata nella stazione Villa Archimede è stata pari a circa 2.000 µg/m³, mentre nelle stazioni Campo Atletica e Marina di Ragusa sono inferiori. Il numero di concentrazioni medie orarie superiori 200 µg/m³ sono pari a 138 nella stazione di Campo Atletica e circa 50 nella stazione di Villa Archimede pari al 2,5% e allo 0,6% dei dati orari registrati. La stazione di Marina di Ragusa risulta quella con concentrazioni medie orarie più basse (*cfr.* Figura 83).

Figura 83: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori a 200 µg/m³ di NMHC nelle stazioni del comune di Ragusa



Le misure di contenimento delle emissioni di NMHC e benzene nelle aree industriali rivestono particolare importanza, oltre che per il miglioramento della qualità dell'aria, per la protezione della salute della popolazione residente in tale aree, vista l'elevata tossicità del benzene e considerato che i NMHC hanno un impatto significativo in termini di odori percepiti.

Come per gli Idrocarburi non Metanici, anche l'Idrogeno Solforato (H₂S) è privo di un riferimento normativo, nazionale e/o europeo, in aria ambiente. L'idrogeno solforato è caratterizzato da una soglia olfattiva decisamente bassa. In letteratura si trovano numerosi valori definiti 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 caratteristico⁶⁴.

Come valori di protezione per la salute, ci si può riferire solo ai valori guida dettati dalla OMS-WHO⁶⁵ che fornisce come valore limite 150 µg/m³ espresso come media su 24 ore.

Per tale ragione si è scelto di usare la soglia di 7 µg/m³ della concentrazione media oraria come

⁶⁴ ("Analisi e controllo degli odori" D. Bertoni, P. Mazzali, A. Vignali - Ed. Pitagora, Bologna 1993); taluni soggetti sono in grado di percepire l'odore già a 0,2 µg/m³ (soglia olfattiva OMS da "Air quality guidelines WHO", anno 1999)

⁶⁵ WHO Guidelines ed. 2000

indicatore dei disturbi olfattivi provocati da questo contaminante sulla popolazione e $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, espresso come media su 24 ore, come soglia di riferimento per la protezione della salute.

L'idrogeno solforato (*cfr.* Tabella 69) viene monitorato nell'area industriale di Siracusa in 6 stazioni gestite dal Libero Consorzio di cui 4 incluse nel PdV (Augusta, Belvedere, Melilli e Priolo) e 2 non incluse (Ciapi e San Cusmano). La copertura dei dati risulta statisticamente significativa (75%) in tutte le stazioni ad eccezione della stazione Belvedere (71%).

In nessuna stazione si sono registrati valori di concentrazione, espressi come media nelle 24 ore, superiori ai valori guida dettati dalla OMS-WHO pari a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori massimi della concentrazione media giornaliera pari a circa $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrati nella stazione Belvedere.

Le concentrazioni massime orarie registrate sono pari a circa $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutte le stazioni ad eccezione della stazione di San Cusmano dove si è registrata un picco di concentrazione oraria pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il numero di eventi di concentrazione media oraria superiore alla soglia olfattiva è maggiore nelle stazioni San Cusmano e Ciapi (72 e 39) (*cfr.* Figura 84).

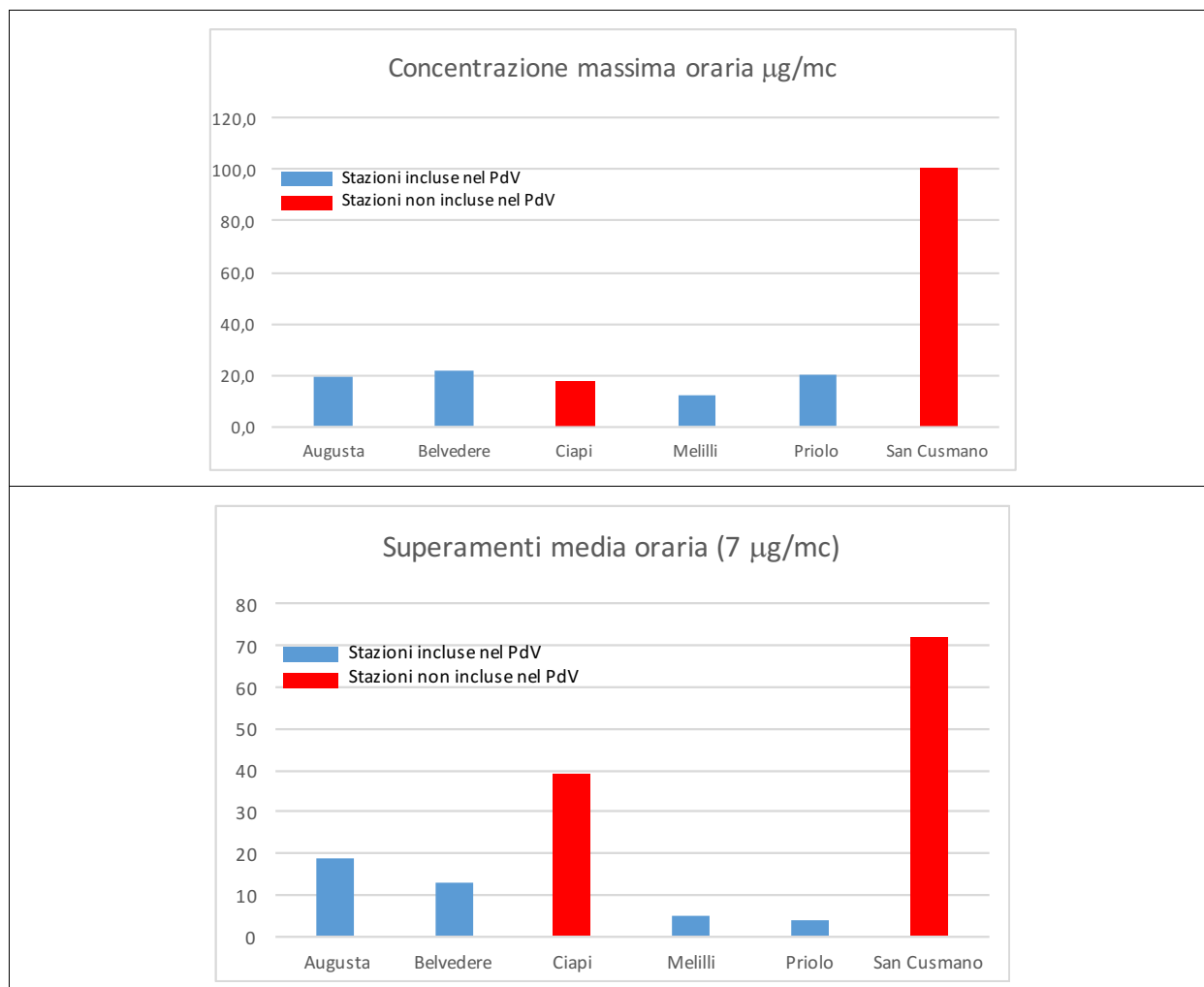
Tabella 69: Tabella riassuntiva dei dati rilevati nell'anno 2015 dei parametri non normati (H_2S) dell'AERCA di Siracusa

Dati monitoraggio H_2S anno 2015 dell'AERCA di Siracusa		um	Augusta	Belvedere	Ciapi	Melilli	Priolo	San Cusmano
Dati raccolti	n.		7529	6239	7234	6767	6794	7904
Copertura	%		86%	71%	83%	77%	78%	90%
Concentrazione massima 24 ore	$\mu\text{g}/\text{mc}$		3,4	11,9	5,6	3,9	2,2	9,08
Concentrazione oraria massima	$\mu\text{g}/\text{mc}$		19,1	21,4	17,7	12,5	20,1	100,80
Superamenti media oraria ($7 \mu\text{g}/\text{mc}$)	n.		19	13	39	5	4	72
Percentuale concentrazioni orarie $>7 \mu\text{g}/\text{mc}$	%		0,25%	0,21%	0,54%	0,07%	0,06%	0,91%



REGIONE SICILIA

Figura 84: Concentrazione massima oraria e percentuali di concentrazioni orarie superiori alla soglia olfattiva ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) di H_2S nelle stazioni dell'AERCA di Siracusa



2.3 ANALISI DEL TREND DEGLI INDICATORI PREVISTI DAL D.LGS. 155/2010 NEL PERIODO 2012-2015

Di seguito si analizza, per ciascun parametro, il trend nel periodo 2012-2015 degli indicatori di qualità dell'aria normati nel D.Lgs. 155/2010 in ognuna delle zone/agglomerato individuate dalla zonizzazione regionale. La Città Metropolitana (ex- Provincia) di Messina, non ha mantenuto operativa la rete presente nell'agglomerato di Messina dal 2010 al 2015. La rete è infatti stata riattivata solo nel maggio del 2015. ARPA Sicilia negli anni 2011-2013, per sopperire a tale situazione, ha mantenuto operativo un laboratorio mobile posizionato nella stessa ubicazione della stazione Boccetta. Gli analizzatori presenti nel laboratorio mobile sono stati spenti nel giugno 2013, come previsto nel D.Lgs. 155/2010, in quanto ormai obsoleti.

Nell'Allegato 10 si riportano i dati registrati dalle stazioni di monitoraggio della rete regionale relativi agli anni 2012, 2013, 2014 con i superamenti dei valori limite e la relativa copertura temporale annuale.

2.3.1 Biossido di azoto

La distribuzione delle concentrazioni medie annue di NO₂ raggruppate per tipo di stazione (*cfr.* Figura 85 e Figura 86) e per agglomerato/zona (*cfr.* Figura 86), in tutti gli anni del periodo in esame, presenta, come già evidenziato per il 2015, valori medi e valori massimi più elevati per le stazioni influenzate dal traffico veicolare rispetto a quelle di fondo urbano e suburbano e negli agglomerati di Palermo e Catania. Nel periodo 2012-2015 si osserva un trend decrescente nelle stazioni da traffico urbano con un aumento nel 2015, nell'agglomerato di Catania e nelle Aree Industriali, mentre meno significativo risulta l'andamento nelle stazioni di fondo suburbano e nell'Agglomerato di Palermo.

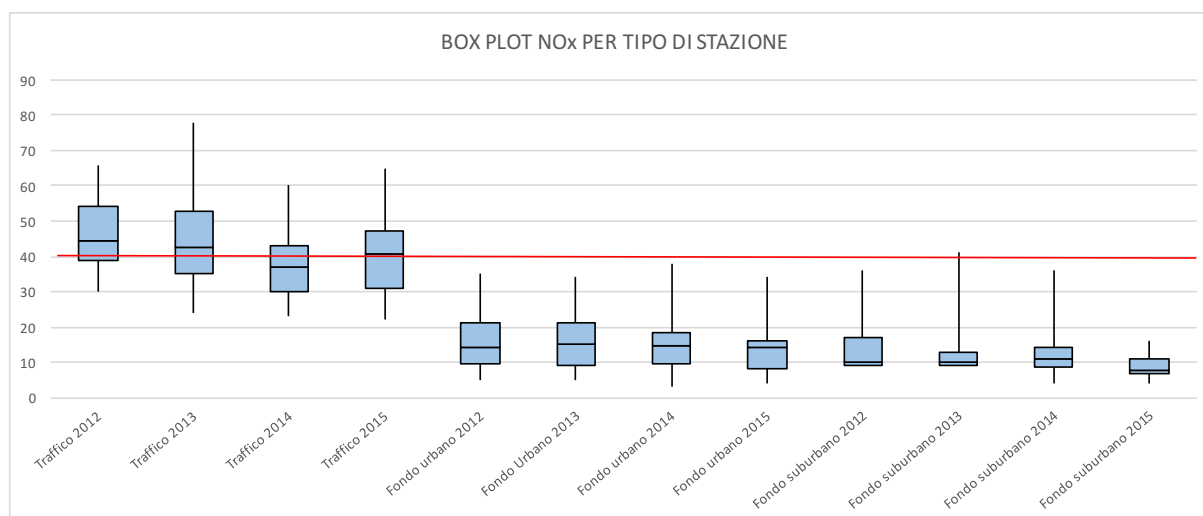


Figura 85: Box plot dati concentrazione media annua NO₂ per tipo di stazione periodo 2012-2015

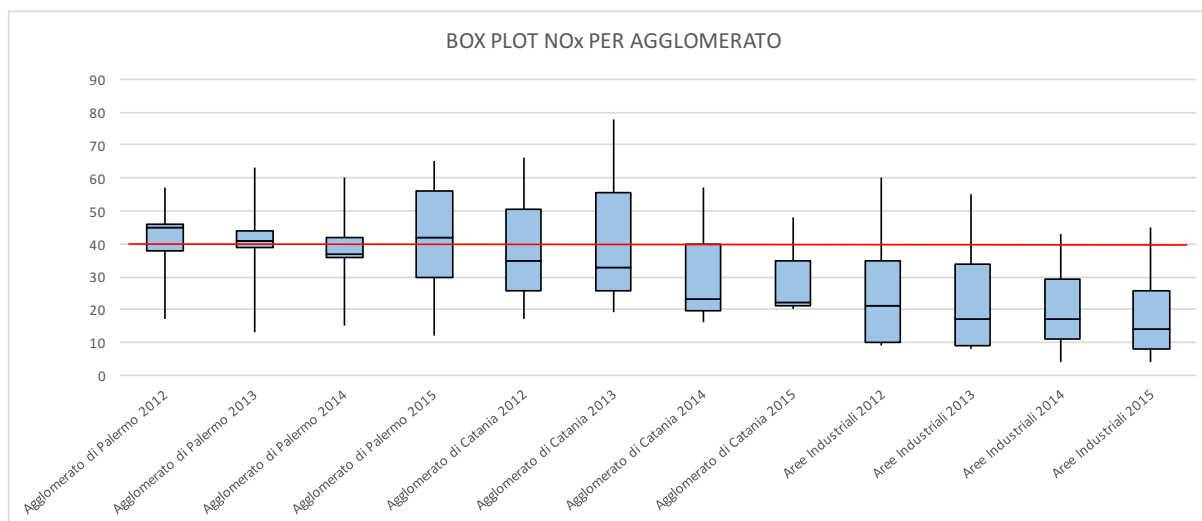


Figura 86: Box plot dati concentrazione media annua NO₂ per agglomerato/zona periodo 2012-2015

Passando ad analizzare gli andamenti degli indicatori per singola stazione, negli agglomerati di Palermo (IT1911) e Catania (IT1912), per tutti gli anni presi in esame, si registrano superamenti del valore limite di NO₂, espresso come media annua, fissato dal D.Lgs. 155/2010 (40 µg/m³), sempre nelle stesse stazioni, ubicate in aree ad intenso traffico veicolare. In particolare nell'Agglomerato di Palermo il superamento del limite annuale si è registrato in tre delle cinque stazioni ricomprese nel PdV (Di Blasi, Belgio e Castelnuovo), mentre nell'Agglomerato di Catania il superamento si è registrato nella sola stazione di Viale Veneto.

Inoltre nell'Agglomerato di Palermo nel 2015 si è registrato un incremento del valore di concentrazione media annua rispetto al triennio precedente per le stazioni Di Blasi e Castelnuovo, mentre per le stazioni Indipendenza e Boccadifalco si è registrato un trend decrescente ed un andamento pressoché costante nei valori registrati dalla stazione Belgio (*cfr.* Figura 87). Per l'Agglomerato di Catania le medie annue dei valori di concentrazione di NO₂ registrati nella stazione di Parco Gioieni risultano costanti nel periodo in esame, mentre per le stazioni di Misterbianco e Viale Veneto si osserva un trend decrescente, seppure Viale Veneto si mantenga sempre al di sopra del valore limite annuale.

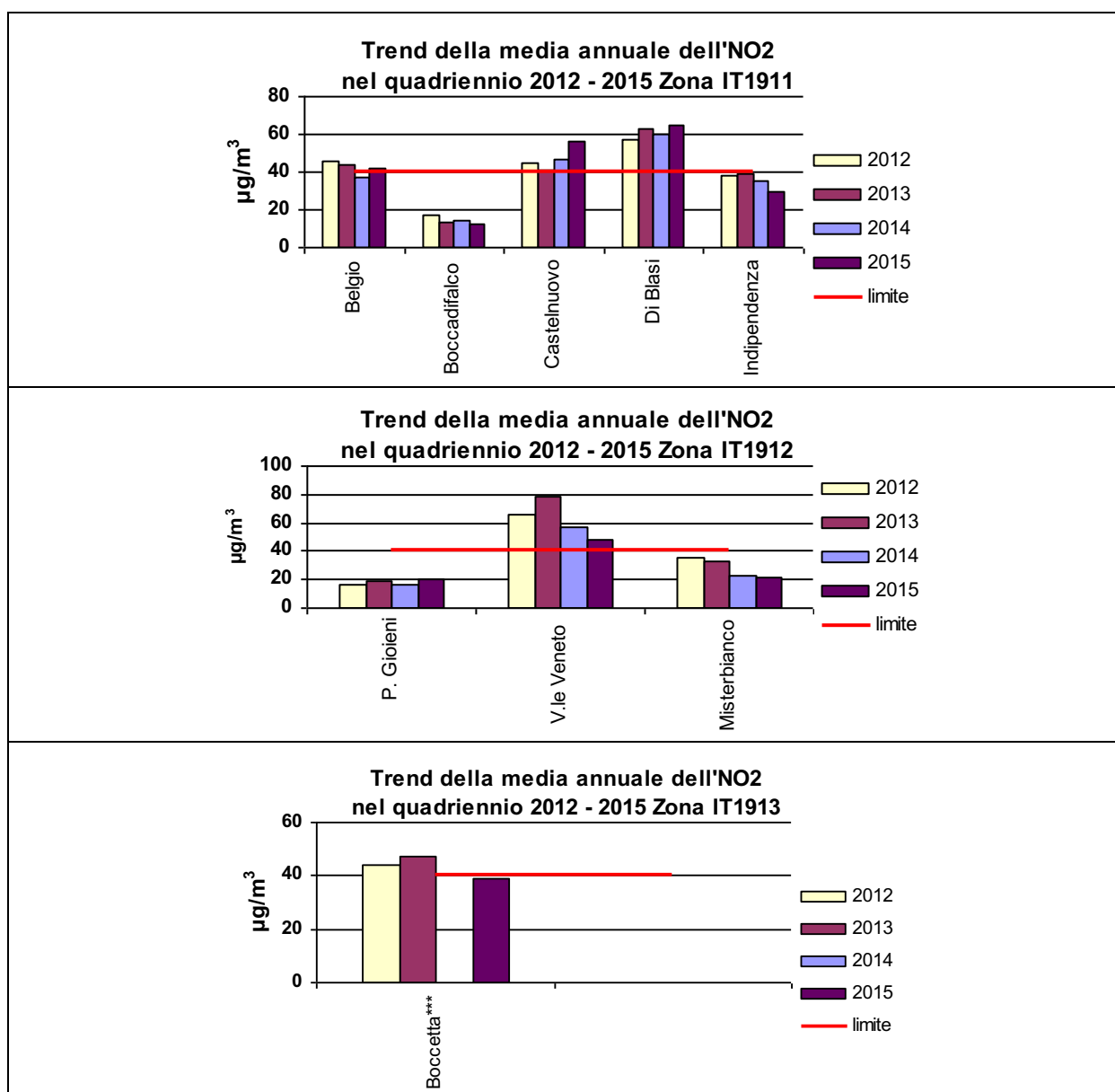
I dati della stazione di Messina Boccetta, gli unici disponibili per l'Agglomerato di Messina, (IT1913) mostrano un andamento della concentrazione media annua di NO₂ decrescente. I dati registrati nel 2012 e 2013 avevano registrato il superamento della concentrazione media annua, mentre nel 2015, seppur il periodo di copertura dei dati è inferiore all'anno, non si è registrato tale superamento.

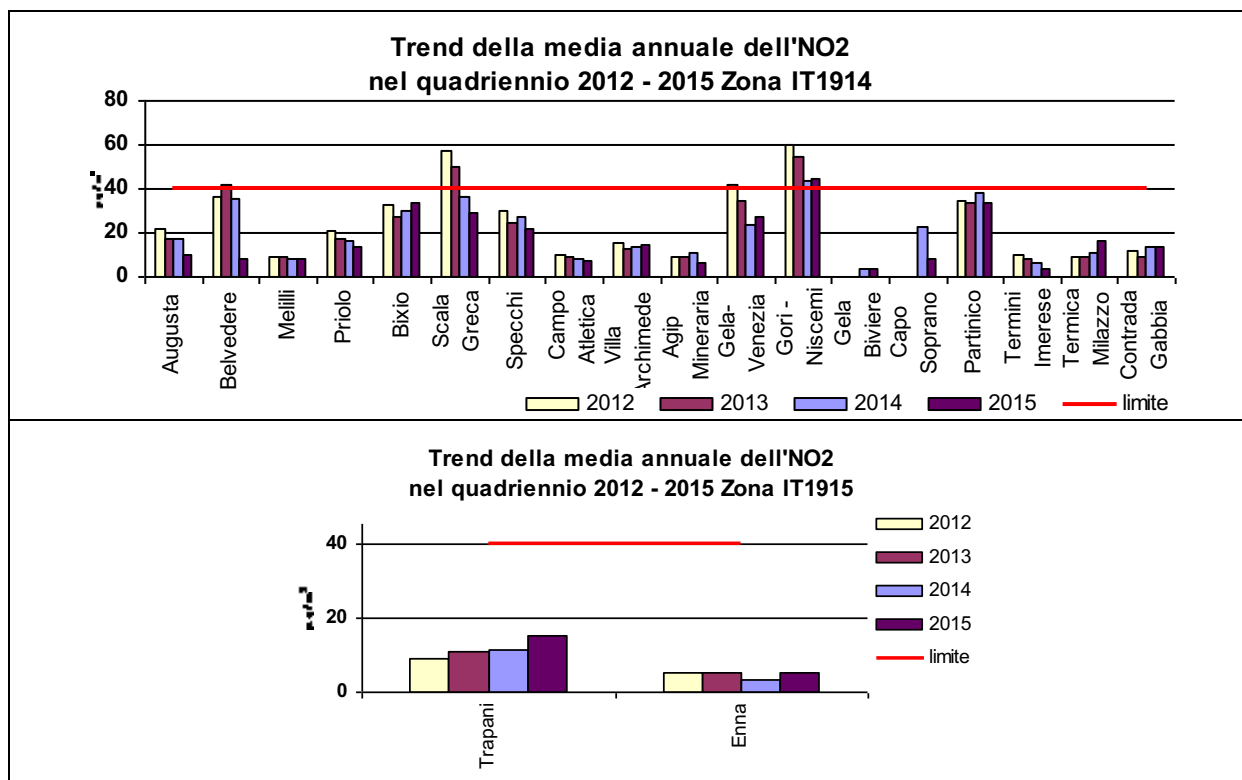
Nella zona Aree Industriali (IT1914) nel periodo 2012-2015 sono stati registrati superamenti del valore limite per l'NO₂, espressi come media annua, in diverse stazioni (Scala Greca (SR), Belvedere (SR), Gela via Venezia (CL) e Niscemi (CL)). L'andamento delle medie annue nel periodo 2012-2015 evidenzia nel 2015 un miglioramento dei dati registrati o un andamento costante in quasi tutte le stazioni. In particolare tale miglioramento che è evidente nelle stazioni di Scala Greca (SR) e Gela via Venezia (CL), che negli anni passati avevano registrato il superamento del valore limite della media annua, ha ridotto di fatto il superamento del limite annuo per la concentrazione di biossido di azoto alla sola stazione di Niscemi. L'unica stazione per cui si registra un trend crescente è stata

Termica Milazzo seppur con concentrazioni medie annue sempre al di sotto del limite di legge.

Nella zona Altro (IT1915) non si registrano superamenti del valore limite e si evidenzia un sostanziale mantenimento dei livelli di concentrazione medi annui per la stazione Enna e un trend crescente per la stazione Trapani, seppur sempre al di sotto del limite di legge.

Figura 87: Trend della media annuale dell'NO₂ per zona/agglomerato





2.3.2 Particolato fine PM₁₀

La distribuzione delle concentrazioni medie annue di particolato fine PM₁₀ raggruppate per tipo di stazione (*cfr.* Figura 88) e per agglomerato/zona (*cfr.* Figura 89), in tutti gli anni del periodo in esame, presenta, come già evidenziato per il 2015, valori medi e valori massimi più elevati per le stazioni influenzate dal traffico veicolare rispetto a quelle di fondo urbano e suburbano e nell'agglomerato di Palermo. Tale evidenza, apparentemente in contrasto con quanto riportato nel paragrafo 1.4.2.2 e nel 1.4.3, in cui si evidenziava che il principale contributo alle polveri PM₁₀ è determinato da sorgenti naturali, tra cui si considerano anche gli incendi, e con percentuali decisamente minori gli impianti di combustione non industriali (riscaldamento) ed infine i trasporti stradali, può essere spiegata considerando che al netto del contributo naturale, pressoché omogeneo e temporalmente non costante su tutte le tipologie di stazioni, le stazioni da traffico sono anche quelle che risentono degli impianti di combustione non industriali (riscaldamento), visto che sono ubicate nelle zone più urbanizzate.

Nel periodo 2012-2015 si osserva un trend debolmente decrescente nelle stazioni da traffico urbano, mentre per i dati rilevati dalle stazioni di fondo urbano e suburbano non si osserva un trend chiaro.

Non si osserva un trend significativo neanche nei dati aggregati per agglomerato/zona.

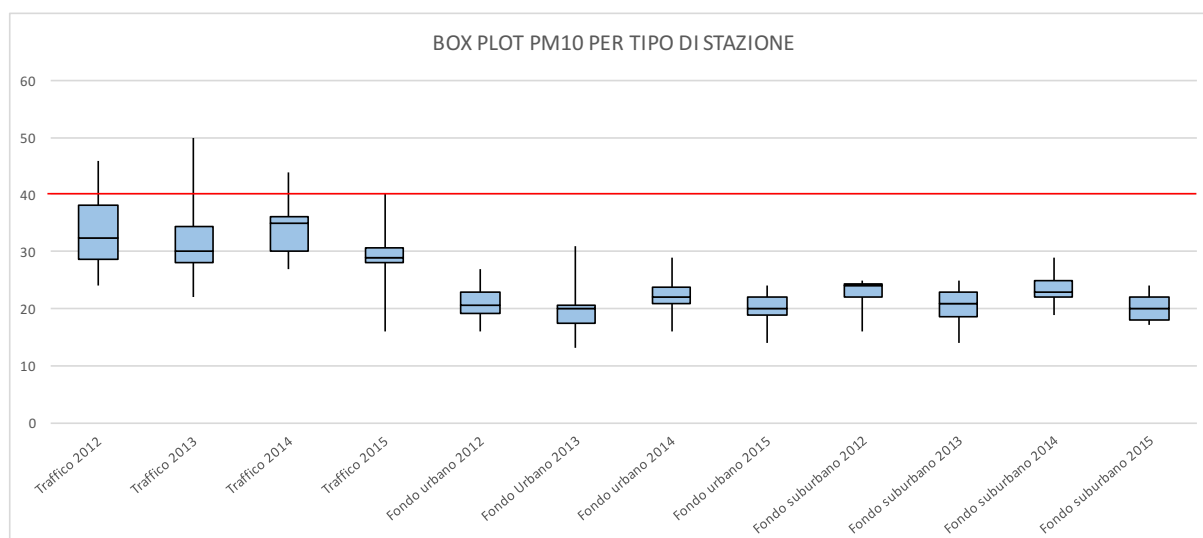


Figura 88: Box plot dati concentrazione media annua PM10 per tipo di stazione periodo 2012-2015

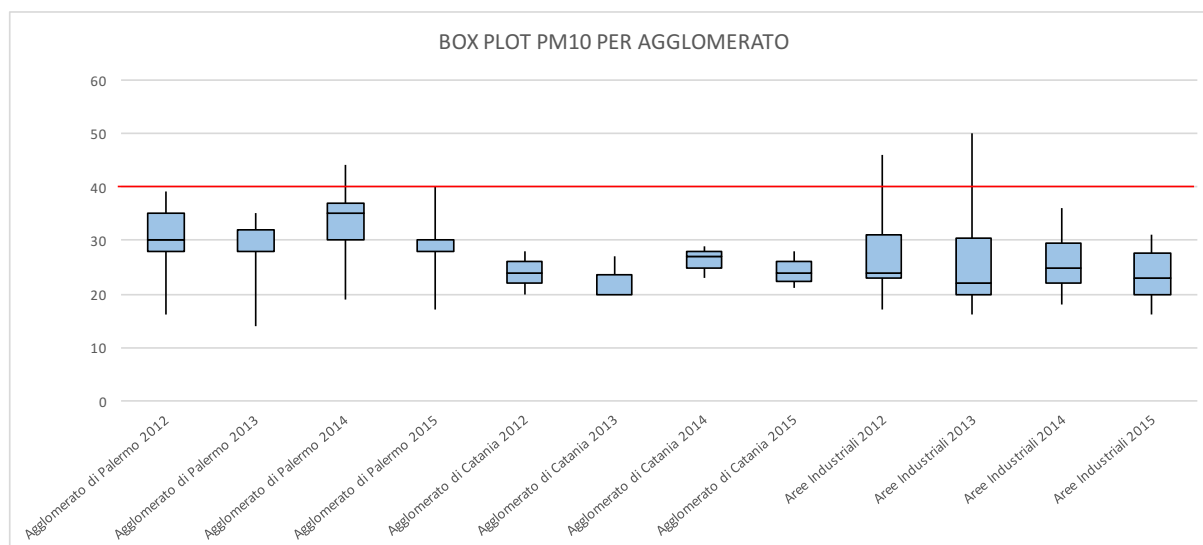


Figura 89: Box plot dati concentrazione media annua PM10 per zona/agglomerato periodo 2012-2015

Passando ad analizzare gli andamenti degli indicatori per singola stazione, nell'agglomerato di Palermo si osserva in tutti gli anni una concentrazione media annua più elevata nelle stazioni influenzate dal traffico veicolare, con una riduzione nel 2015 rispetto al dato registrato nel 2014. La stazione Di Blasi, che nel 2014 aveva registrato valori di concentrazioni di PM10 superiori al valore limite espresso come media annua, nel 2015 ha registrato un miglioramento con riduzione della media annua per il PM10 da 44 a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella stessa stazione sono stati però registrati nel 2015 un numero di superamenti (n.68) del valore limite espresso come media giornaliera superiore a quelli previsti dal D.Lgs. 155/2010 nell'arco di un anno solare (n.35).

Nelle stazioni dell'agglomerato di Catania, l'analisi della serie storica dei dati (2012-2015) mostra un andamento della concentrazione del particolato PM10, distribuito più omogeneamente da un punto di vista spaziale nelle aree investigate con valori di concentrazione, espressi come media

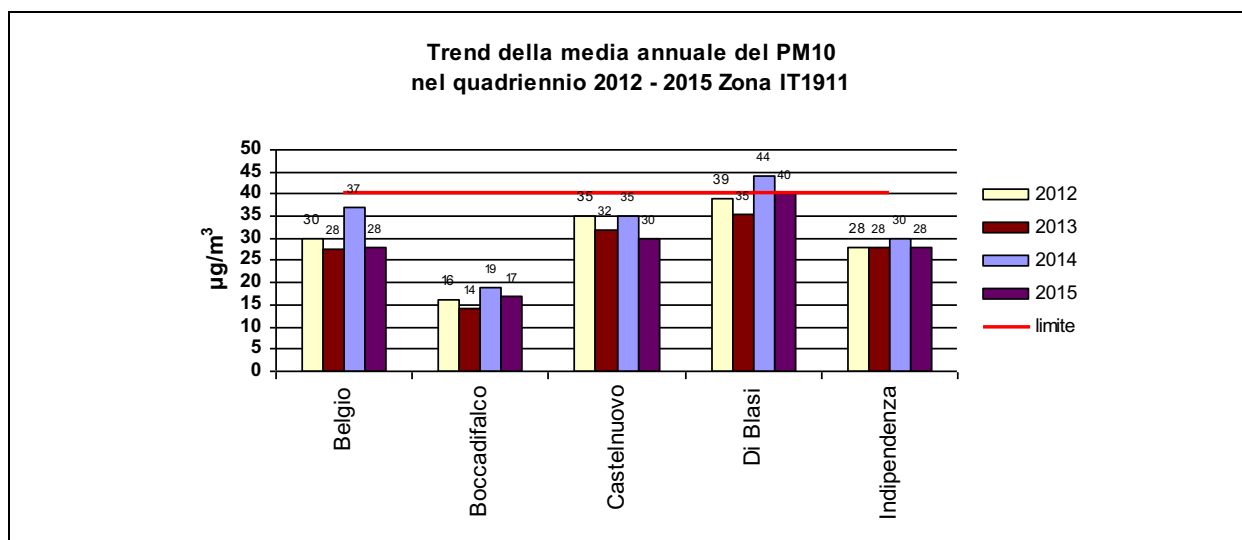
annua, tutti inferiori al valore limite e numero dei superamenti del valore limite sulle 24 ore ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) inferiore al massimo fissato dal D.Lgs. 155/2010, pari a n.35.

I dati della stazione di Messina Bocchetta, gli unici disponibili per l'agglomerato di Messina, mostrano un andamento decrescente nel periodo preso in esame. In nessuno degli anni è stato registrato il superamento del valore limite espresso come media annua.

Per la zona Aree Industriali la media annua dei valori di concentrazioni di PM10 presenta un trend di riduzione soprattutto nelle stazioni che nel 2012 e 2013 avevano registrato il superamento del valore limite (Bixio e Niscemi) o un andamento pressoché costante e per l'anno 2015 non è stato registrato, in nessuna stazione prevista dal PdV, il superamento del valore limite. Solo nella stazione di Teracati (SR) si sono registrati nel 2015 un numero di superamenti (n.54) del valore limite, espresso come media giornaliera, superiore a quelli previsti dal D.Lgs. 155/2010 come massimi ammissibili nell'arco di un anno solare (n.35).

Nelle stazioni di Enna e Trapani l'andamento registrato è leggermente decrescente e le concentrazioni medie annue sono in tutti gli anni molto al di sotto dei valori limite.

Figura 90: Trend della media annuale del PM10 per Zona





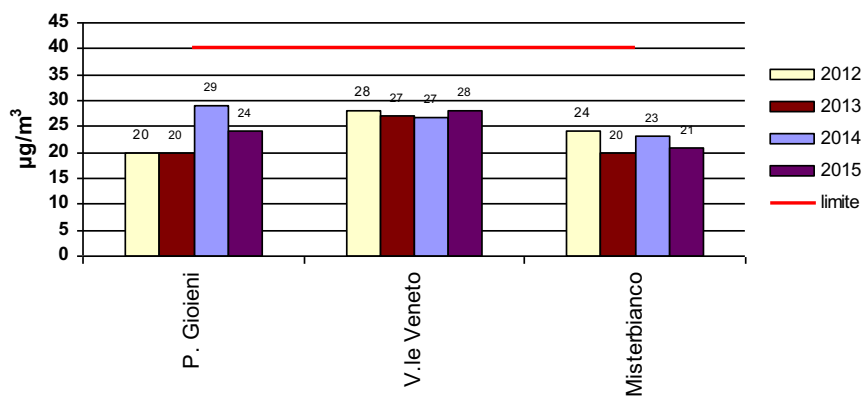
REGIONE SICILIA

REGIONE SICILIANA

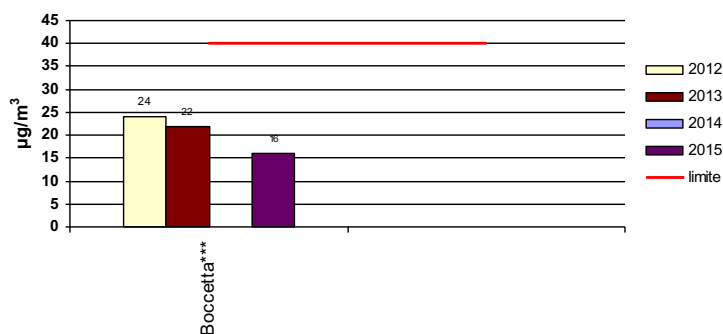
PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



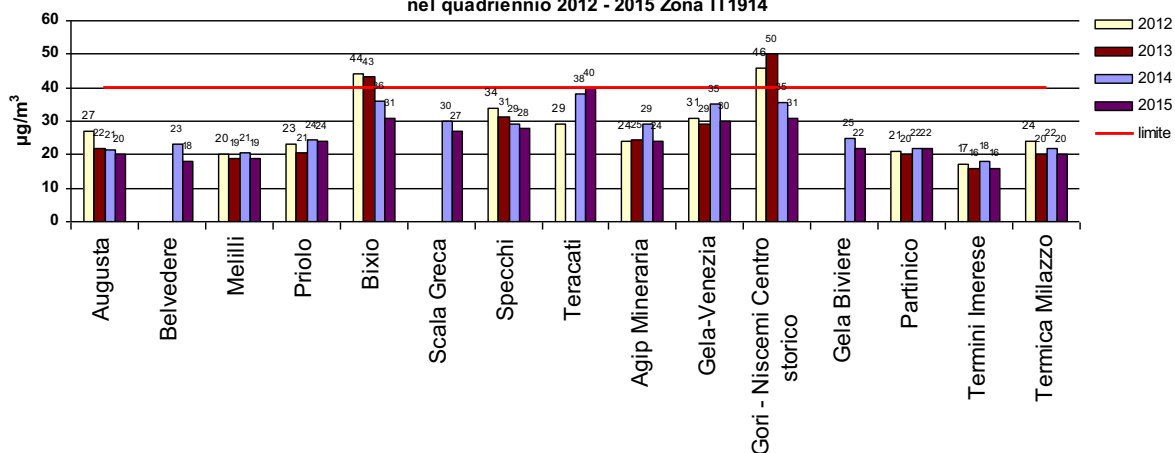
Trend della media annuale del PM10
nel quadriennio 2012 - 2015 Zona IT1912

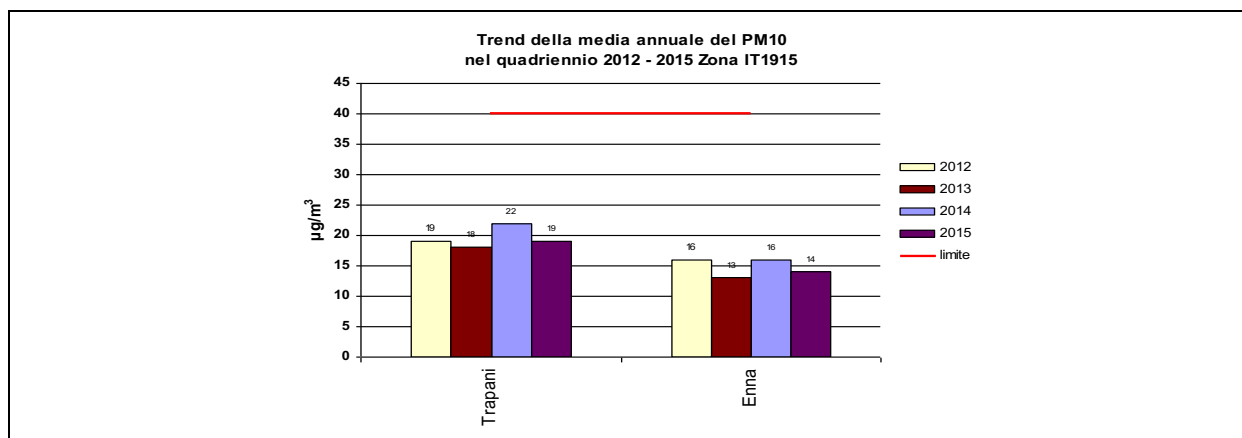


Trend della media annuale del PM10
nel quadriennio 2012 - 2015 Zona IT1913



Trend della media annuale del PM10
nel quadriennio 2012 - 2015 Zona IT1914





2.3.3 Ozono

Per l'ozono si registra il superamento del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, fissato dal D.Lgs. 155/2010 pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nella maggior parte delle stazioni della rete regionale in tutti gli anni del periodo preso in esame. Per tale obiettivo la norma non prevede il termine temporale entro cui lo stesso debba essere raggiunto, pertanto lo stesso non si può ritenere un mancato rispetto della normativa vigente.

Per quanto concerne il valore obiettivo per la protezione della salute umana, il D.Lgs. 155/2010 prevede che il numero dei superamenti mediato su 3 anni non deve essere superiore a 25. Nel periodo preso in esame 2012-2015 si sono registrati nelle stazioni dell'Agglomerato di Palermo e Catania (Boccadifalco e Misterbianco) un numero di superamenti del valore obiettivo superiori al massimo consentito dalla normativa solo nel 2012. Il numero dei superamenti espresso come media su 3 anni è in tutte le stazioni dell'Agglomerato di Palermo e Catania sempre inferiore al numero massimo previsto (25). In tutte le stazioni dell'Agglomerato di Palermo e Catania, si osserva nel periodo preso in esame un trend decrescente del numero dei superamenti del valore obiettivo (*cfr.* Tabella 70).

Nelle aree industriali il numero dei superamenti del valore obiettivo, espresso come media su 3 anni, è superiore al numero massimo fissato dal D.Lgs. 155/2010 per le stazioni di Melilli (SR), in cui si registra un andamento decrescente nel periodo 2012-2015 e Termica Milazzo (ME), in cui invece si registra un andamento crescente nello stesso periodo (*cfr.* Tabella 70). Per la stazione Gela Biviere sono disponibili i dati solo del 2015 e 2014, per cui non è possibile calcolare la media su 3 anni e si sono registrati per entrambi gli anni un numero di superamenti maggiore di 25. In tutte le altre stazioni i superamenti registrati negli anni presi in esame sono stati sempre inferiori a 25.

La stazione di Enna nella zona Altro presenta per tutti gli anni del periodo preso in esame un numero dei superamenti del valore obiettivo superiore al numero massimo fissato dal D.Lgs. 155/2010, e la media 3 anni, superiore al limite fissato dalla norma (*cfr.* Tabella 70). Si evidenzia che tale situazione, visto quanto emerso dall'inventario delle emissioni (paragrafo 1.4), possa essere attribuibile all'altitudine del sito dove è ubicata la stazione stessa e quindi all'intenso irraggiamento solare presente in alcuni mesi dell'anno, che come spiegato nel paragrafo 2.5 ha un ruolo fondamentale nella formazione dell'ozono.

Il problema del superamento del valore obiettivo per l'ozono è un problema diffuso in tutta l'area di Siracusa, anche nelle stazioni di Acquedotto, Priolo e San Cusmano, che rilevano questo

parametro, sebbene non previsto nel PdV.

Sono stati registrati un numero di superamenti, mediati su 3 anni, maggiore di 25 nel periodo 2013-2015. Tale criticità può essere determinata dall'emissione dei precursori dell'ozono e cioè di ossidi di azoto, provenienti sia dal traffico veicolare sia dalle emissioni puntuali, e di composti organici volatili non metanici provenienti dagli impianti presenti nelle due aree interessate dai superamenti.

La complessa chimica della formazione dell'ozono nei bassi strati dell'atmosfera è brevemente spiegata nel paragrafo 2.4.1.2.

Tabella 70: Numero di superamenti del valore obiettivo per l'O₃ e media su 3 anni

Stazione	2013	2014	2015	Media (2013-2015) (n.)
Agglomerato Palermo IT1911				
Boccadifalco	0	1	3	1
Agglomerato Catania IT1912				
Parco Gioieni	12	0	11	7
Misterbianco	4	1	2	2
Aree Industriali IT1914				
Melilli	107	90	80	92
Scala Greca	2	16	3	7
Campo Atletica	12	0	0	4
Gela Biviere		31	40	
Campo Soprano		16	19	
Partinico	0	1	0	
Termini Imerese	2	3	1	2
Termica Milazzo	11	27	68	35
Altro IT1915				
Trapani	17	0	2	6
Enna	55	35	63	51

Nelle stazioni dell'area di Siracusa nel 2014 e nel 2015 sono stati inoltre rilevati superamenti della media oraria per la soglia di informazione (180 µg/m³) con un peggioramento nel 2015 rispetto agli anni precedenti e nel 2015 per la soglia di allarme (240 µg/m³), (cfr. Tabella 71 e Tabella 72).

Tabella 71: Numero superamenti della soglia di informazione limite orario di 180 µg/m³

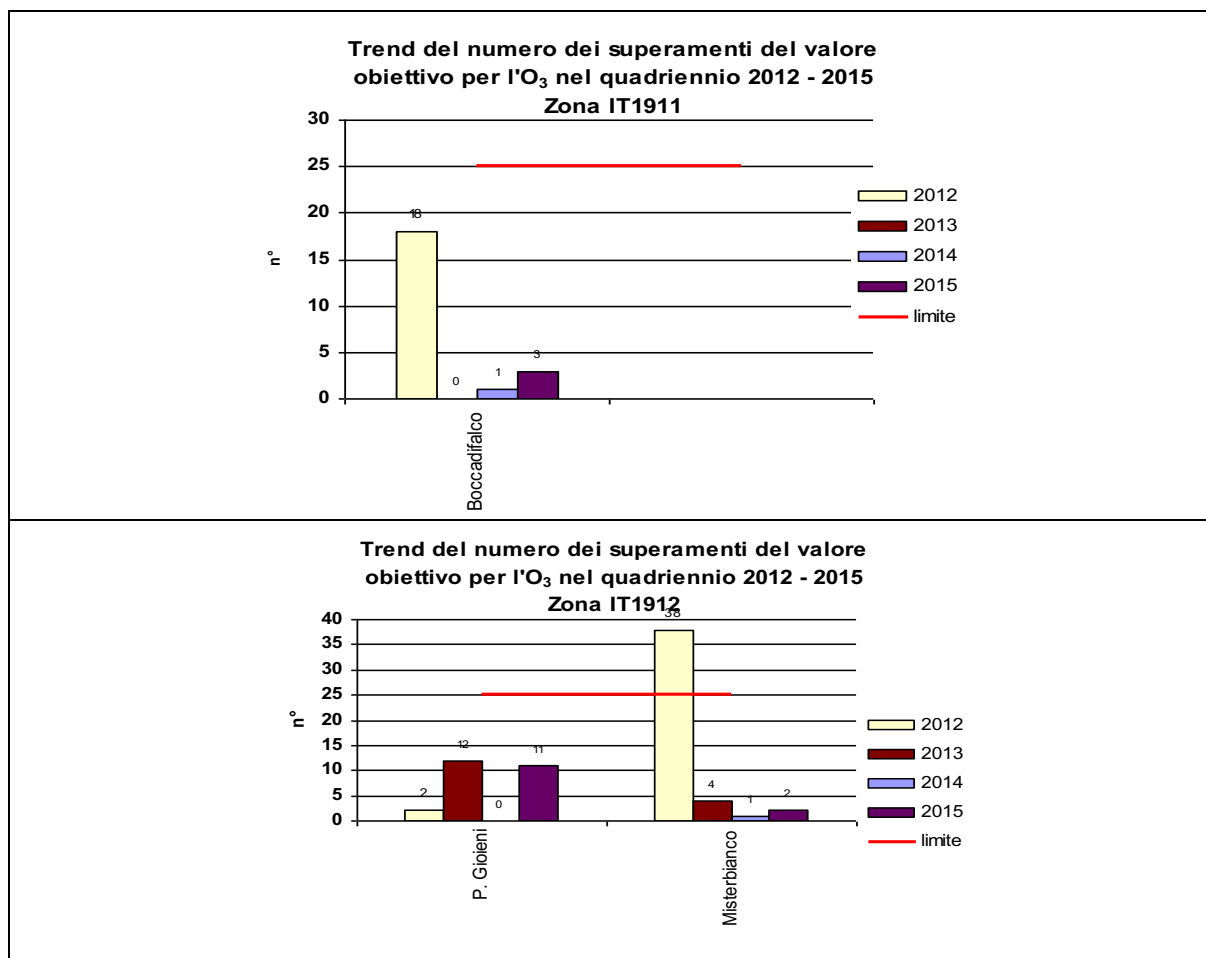
	2013	2014	2015
Acquedotto	0	5	0
Scala Greca	0	0	8

Priolo	0	0	1
Melilli	0	0	8
San Cusmano	0	0	3

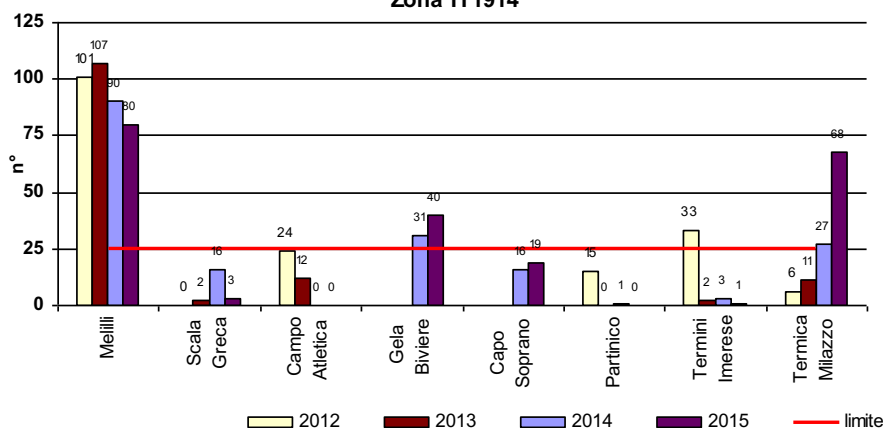
Tabella 72: Numero superamenti della soglia di allarme di 240 µg/m³

	2013	2014	2015
Acquedotto	0	0	0
Scala Greca	0	0	4
Priolo	0	0	0
Melilli	0	0	2
San Cusmano	0	0	0

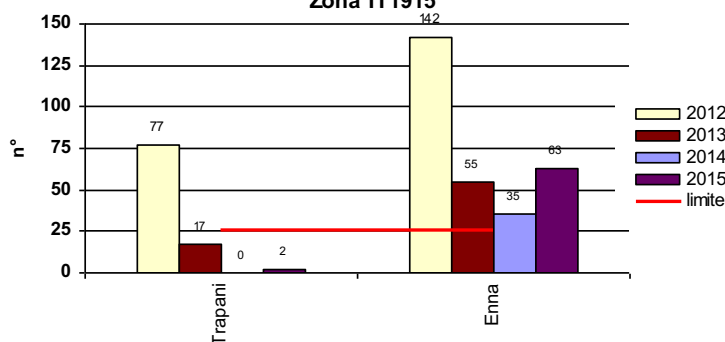
Figura 91: Trend dei superamenti del valore obiettivo del O₃ per zona



**Trend del numero dei superamenti del valore obiettivo per l'O₃
nel quadriennio 2012 - 2015
Zona IT1914**



**Trend del numero dei superamenti del valore obiettivo
per l'O₃ nel quadriennio 2012 - 2015
Zona IT1915**



Calcolo AOT40

È stato effettuato il calcolo dell'AOT40 nelle stazioni di fondo suburbano previste nel PdV (Boccadifalco (PA), Misterbianco (CT), Termica Milazzo (ME), Campo d'Atletica (RG), Scala Greca (SR)), per il periodo 2011 - 2015 e per quelle rurali (Gela Biviere), malgrado siano disponibili solo i dati degli anni 2014 e 2015 (*cf.* Tabella 73). Il grado di copertura dei dati è per tutti gli anni, nel periodo di riferimento (maggio-luglio), maggiore del valore minimo previsto dalla normativa (90%) tranne che nel 2011 nella stazione di Boccadifalco e Termica Milazzo e nel 2013 nella stazione di Misterbianco. Qualora non siano disponibili tutti i dati misurati possibili, il valore dell'AOT40 misurato è stato corretto (AOT40 stimato) sulla base dei valori orari misurati rispetto ai totali possibili nel periodo di riferimento.

Per tutti gli anni si registra in tutte le stazioni il superamento del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione ($6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$). Si ribadisce che, per il valore obiettivo a lungo termine, la norma non prevede il termine temporale entro cui lo stesso debba essere raggiunto, pertanto lo stesso non costituisce un mancato rispetto della normativa vigente. La media dei valori di AOT40 su 5 anni, calcolata nel periodo 2011-2015, è inferiore al valore obiettivo per la protezione della vegetazione ($18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) per tutte le stazioni tranne per la stazione Termica Milazzo e per

la stazione di Gela Biviere per la quale sono disponibili i dati solo per gli anni 2014 e 2015. Nella stazione Termica Milazzo si registra inoltre un trend crescente dei valori nel periodo preso in esame. Nella stazione di Gela il valore dell'AOT40 risulta per entrambi gli anni molto superiore al valore obiettivo. Entrambe queste stazioni, seppur classificate come fondo rispettivamente suburbano e rurale, sono localizzate in prossimità di aree industriali, caratterizzate da emissioni puntuali di inquinanti primari da cui si genera l'ozono (*cfr.* Figura 92).

Nella valutazione della media su 5 anni dell'AOT40 per la stazione di Boccadifalco bisogna tenere in considerazione che i dati relativi all'anno 2011 hanno una copertura nel periodo di calcolo del parametro pari a solo il 33% per cui l'AOT40 corretto rispetto alla copertura potrebbe risultare poco significativo e sovrastimato.

Tabella 73: Valori calcolati del parametro AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$) periodo 2011-2015

	2011	2012	2013	2014	2015	media (2011-2015)
Stazione Boccadifalco						
AOT40 misurato	13.981	7.030	5.948	11.274	16.118	
copertura	33%	73%	92%	96%	99%	
AOT40 stimato	42.404	9.570	5.948	11.274	16.118	17.063
Stazione Misterbianco						
AOT40 misurato	6.793	23.150	12.353	9.309	11.870	
copertura	98%	96%	88%	96%	91%	
AOT40 stimato	6.932	24.115	14.089	9.697	13.044	13.575
Stazione Termica Milazzo						
AOT40 misurato	10.966	14.224	19.609	25.907	33.552	
copertura	71%	96%	92%	89%	98%	
AOT40 stimato	15.520	14.870	21.392	28.949	34.266	22.999
Stazione Campo d'Atletica						
AOT40 misurato	17.123	27.520	21.340	7.505	9.188	
copertura	92%	96%	95%	95%	94%	
AOT40 stimato	18.569	28.771	22.374	7.869	9.744	17.465
Stazione Scala Greca						
AOT40 misurato	164	1.415	1.891	20.056	14.466	
copertura	99,8%	94%	99%	93%	99%	
AOT40 stimato	165	1.504	1.909	21.665	14.652	7.979
Stazione Gela Biviere						
AOT40 misurato	n.d.	n.d.	n.d.	30.348	33.081	
copertura	0	0	0	99%	99%	
AOT40 stimato	n.d.	n.d.	n.d.	30.709	33.505	32.107

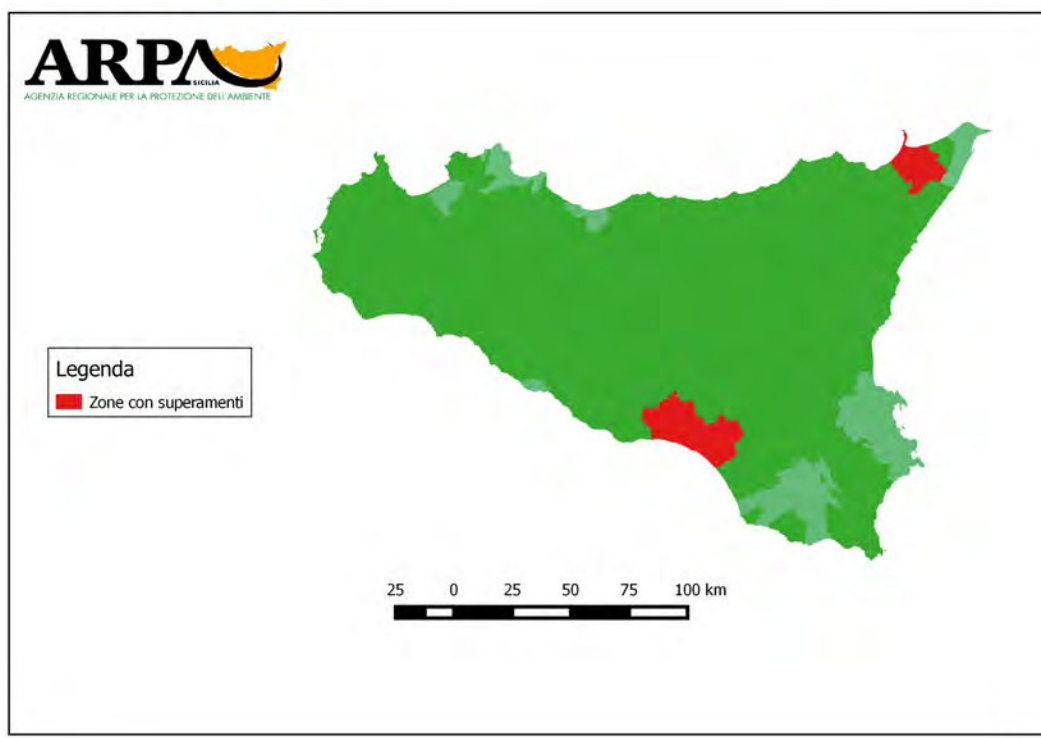


Figura 92: Mappa delle zone in cui si sono registrati superamenti per l'ozono O₃ del valore obiettivo per la protezione della vegetazione (AOT40)

Calcolo SOMO35

I valori di SOMO35 stimati, dal 2008 al 2015, mostrano (*cfr.* Tabella 74 e Figura 93):

1. nel comune di Palermo, un andamento decrescente fino al 2013 e un trend in aumento negli anni 2014 e 2015;
2. nel comune di Catania, anche se per quest'ultima vi sono alcuni anni mancanti, un andamento decrescente fino al 2013 e valori stabili nel 2014 e 2015 rispetto al 2013;
3. nel comune di Siracusa mostrano andamenti dell'indicatore sostanzialmente stabili fino al 2014 ed una evidente diminuzione nel 2015;
4. la media pesata del SOMO35 sulla popolazione totale indagata, ha un andamento decrescente fino al 2013 e un trend in aumento negli anni 2014 e 2015.

Figura 93: Andamento del SOMO35 nelle aree urbane di Palermo, Catania e Siracusa anni 2008-2015

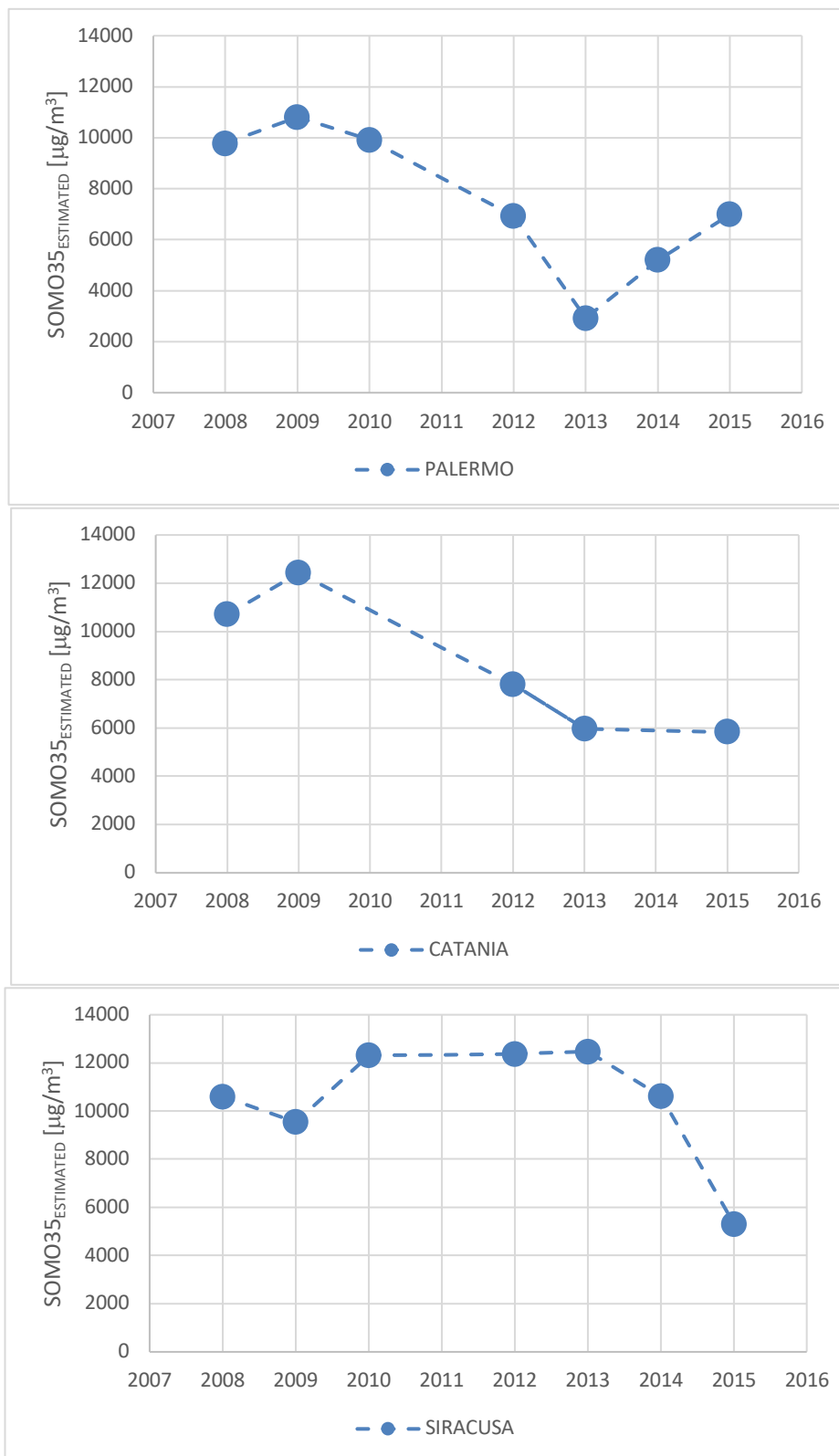
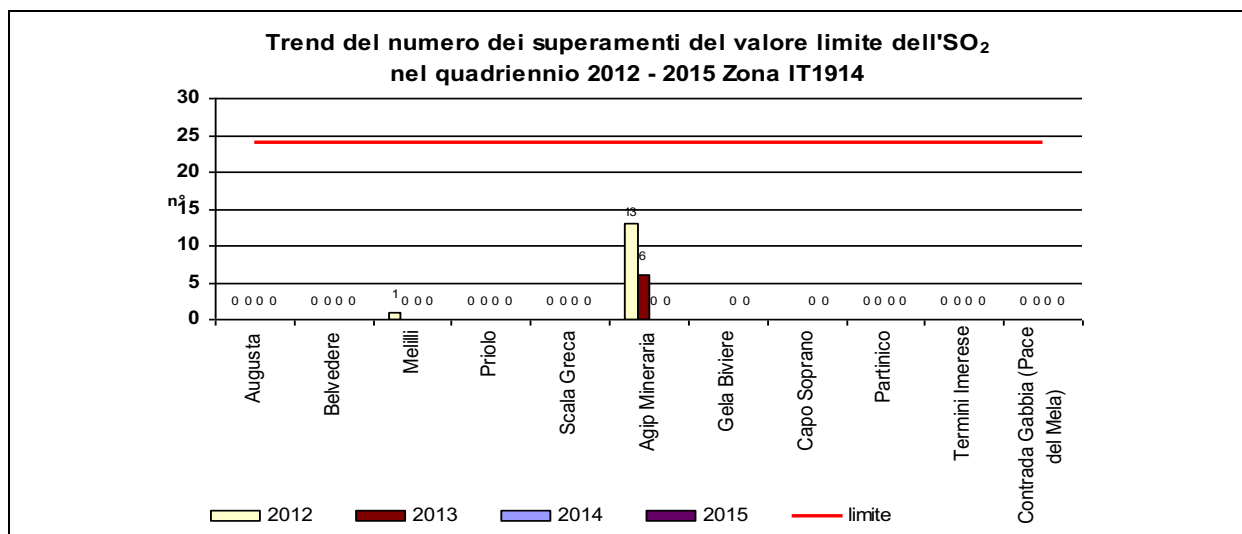


Tabella 74: Andamento del SOMO35 nel periodo 2008-2015

Anni	SOMO35							POPOLAZIONE TOTALE						
	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015
	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[n°ab.]	[n°ab.]	[n°ab.]	[n°ab.]	[n°ab.]	[n°ab.]	[n°ab.]
CITTA'														
PALERMO	9784	10.808	9.917	6.925	2.925	5.207	6.992	663.173	659.433	656.081	656.829	654.987	678.492	678.492
CATANIA	10.704	12.428	n.d.	7.806	5.969	n.d.	5.8275	298.957	296.469	293.458	293.104	290.678		315.601
SIRACUSA	10.597	9.544	12.316	12.372	12.472	10.616	5.312	123.595	124.083	123.768	118.442	118.644	122.304	122.503
								Somma	Somma	Somma	Somma	Somma	Somma	Somma
Valore medio SOMO35 [µgr/m³]	10.362	10.927	11.117	9.034	7.122	7.912	6.044	1.085.725	1.079.985	1.073.307	1.068.375	1.064.309	800.796	1.116.596
Media pesata sulla popolazione indagata in Sicilia	10.130	11.107	10.298	7.770	4.821	6.033	6.479	formula per il calcolo del SOMO35 $SOMO35_{measured} = \sum_i \max(0, (Ci - 70))$ $SOMO35_{estimate} = (SOMO35_{measured} \cdot N_{period}) / N_{valid}$						

2.3.4 Biossido di zolfo

Tra le stazioni previste nel PdV, negli anni precedenti, 2012 e 2013, sono stati registrati superamenti del valore limite espresso come media oraria ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni di Melilli e Agip Mineraria, ma al di sotto del numero massimo previsto dalla normativa (n.24 superamenti) (cfr. Figura 94). Non sono stati registrati ulteriori superamenti dei valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione della salute umana sia come media oraria che come media su 24 ore nel periodo 2012-2015.

 Figura 94: Trend della media annuale dell'SO₂ per zona


2.3.5 Monossido di carbonio

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, negli anni del periodo in esame non sono mai stati registrati, in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio, superamenti del valore limite per la protezione della salute umana, espresso come massimo della media sulle 8 ore.

2.3.6 Benzene

In nessuna delle stazioni esistenti e previste nel PdV, ad eccezione della stazione di c.da Marcellino (ex Sasol) a Siracusa, si sono registrati, nel periodo preso in esame 2012-2015, superamenti del valore limite espresso come media annua ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (cfr. Figura 95). Nella stazione di c.da Marcellino (ex Sasol), facente parte del PdV anche se prevista solo per elaborazioni modellistiche, si è infatti registrato nel 2012 un valore medio annuo di benzene paria a $6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

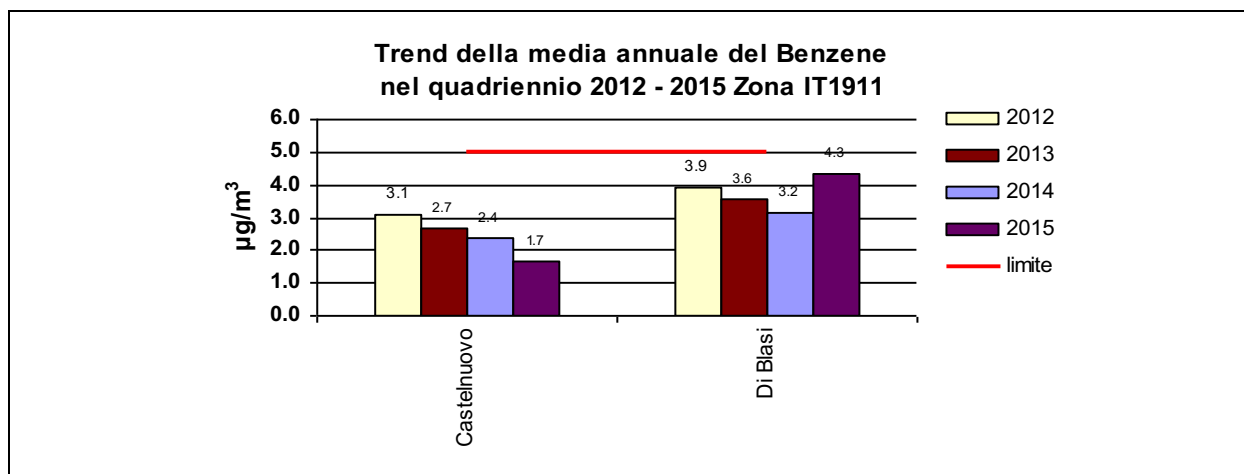
Nell'Agglomerato di Palermo si osserva nella stazione di Castelnuovo un trend decrescente del valore di concentrazione di benzene con un miglioramento nel 2015, mentre i dati registrati nella stazione di Di Blasi nel 2015 mostrano un aumento della media annua rispetto all'anno precedente, seppur sempre al di sotto del valore limite, nel periodo 2012-2015 presentano livelli non trascurabili, verosimilmente determinati dal traffico veicolare.

La stazione V.le Veneto dell'Agglomerato di Catania ha registrato un decremento della media annuale rispetto all'anno precedente, anche se non è possibile identificare un trend nei valori misurati.

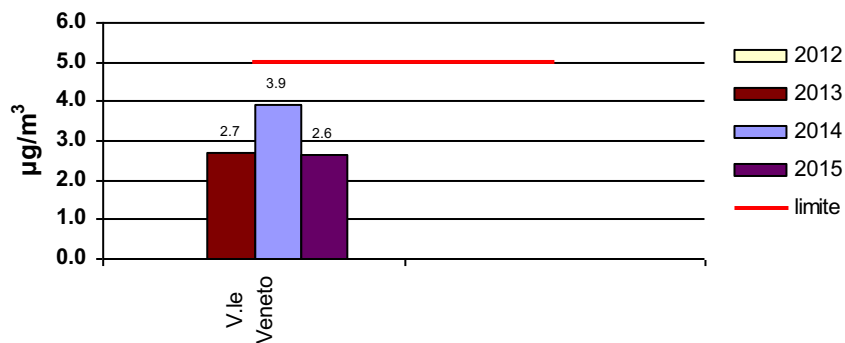
Nelle stazioni delle Aree Industriali l'analisi dei dati rivela un andamento negli anni 2012-2015 sostanzialmente costante dei valori di concentrazione di benzene misurati, ad esclusione delle stazioni di C.da Gabbia e Priolo per le quali il trend dei dati ha un andamento leggermente crescente. La stazione dove si registrano valori più elevati è quella di Gori – Niscemi centro storico e Specchi, più influenzate dal traffico veicolare.

Nelle stazioni di Trapani e Enna della zona Altro sono stati registrati valori di concentrazioni pressoché costanti e molto al di sotto del limite di legge.

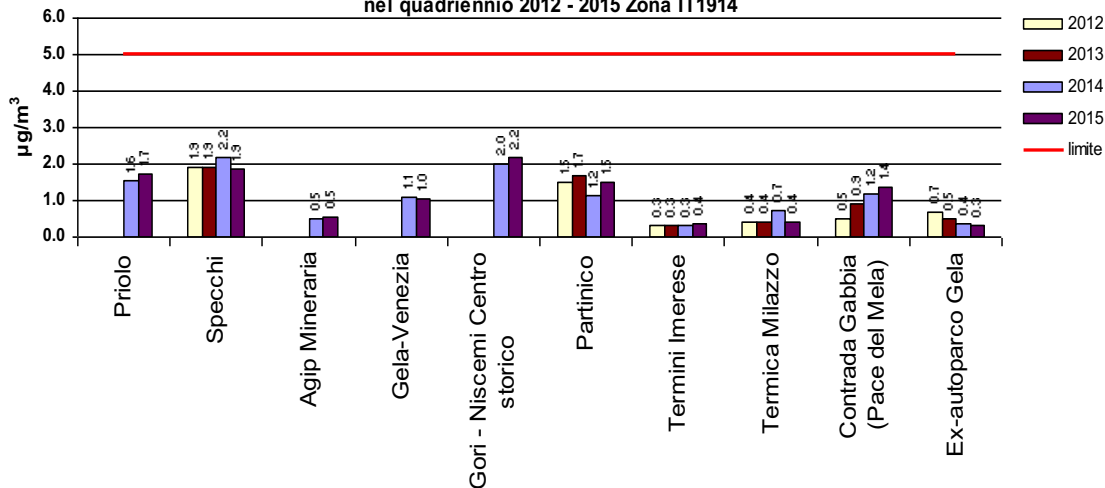
Figura 95: Trend delle concentrazioni medie annue del benzene per Zona



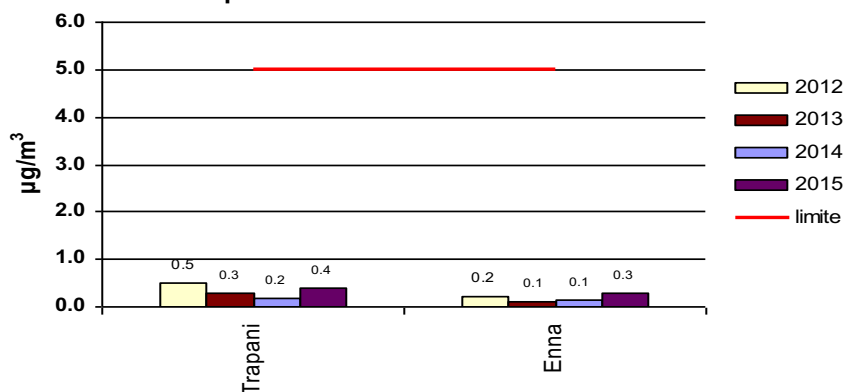
**Trend della media annuale del Benzene
nel quadriennio 2012 - 2015 Zona IT1912**



**Trend della media annuale del Benzene
nel quadriennio 2012 - 2015 Zona IT1914**



**Trend della media annuale del Benzene
nel quadriennio 2012 - 2015 Zona IT1915**

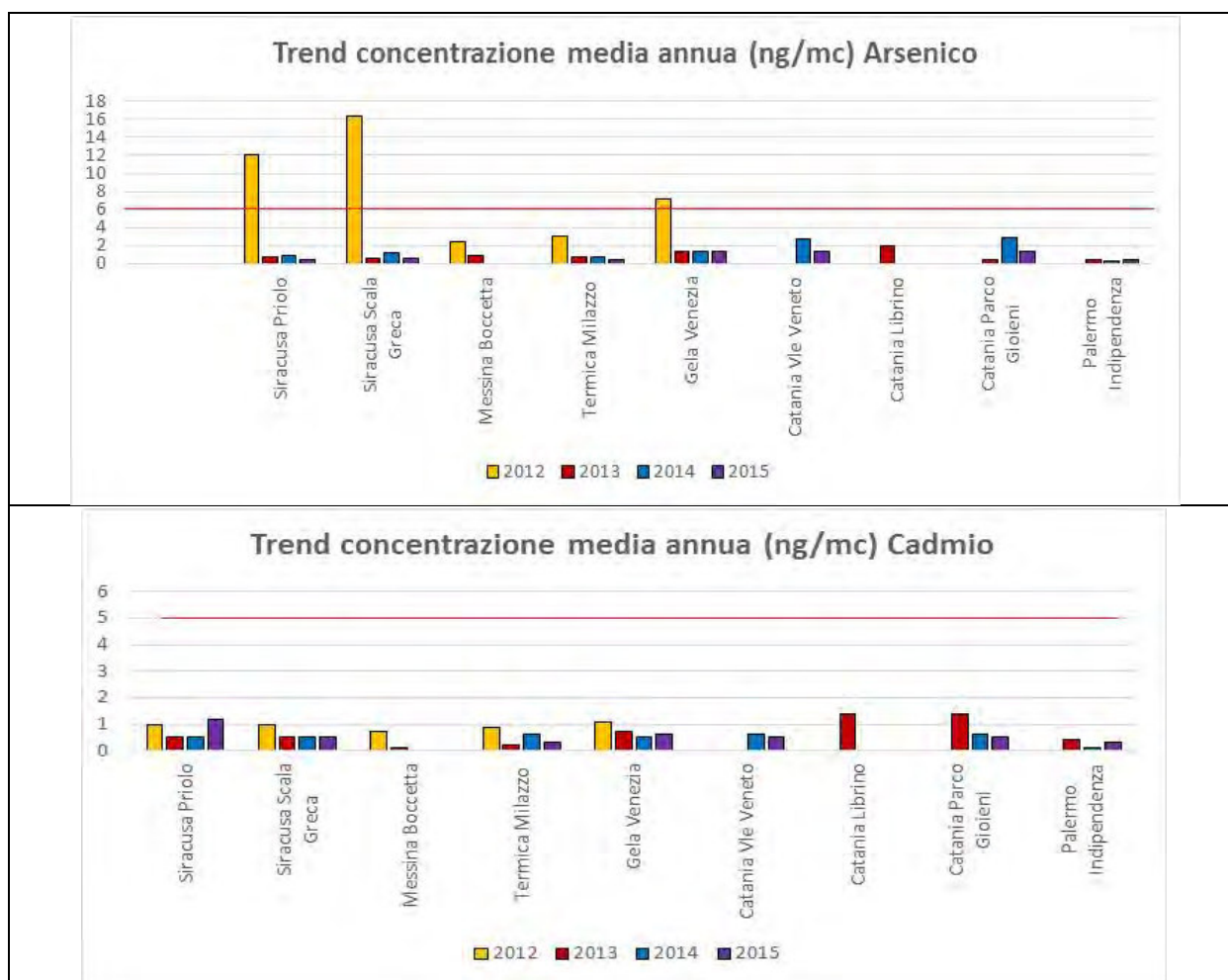


2.3.7 Metalli pesanti e benzo(a)pirene

Dall'analisi dei dati si osserva il superamento del limite fissato per l'Arsenico ($5\text{ng}/\text{Nm}^3$) nel 2012 nelle stazioni di Siracusa Priolo, Siracusa Scala Greca e Gela via Venezia. Le concentrazioni di As negli anni successivi sono diminuite significativamente verosimilmente grazie alla conversione tecnologica degli impianti di combustione alimentati a olio combustibile in impianti fuel gas e metano avviata a partire dal 2013.

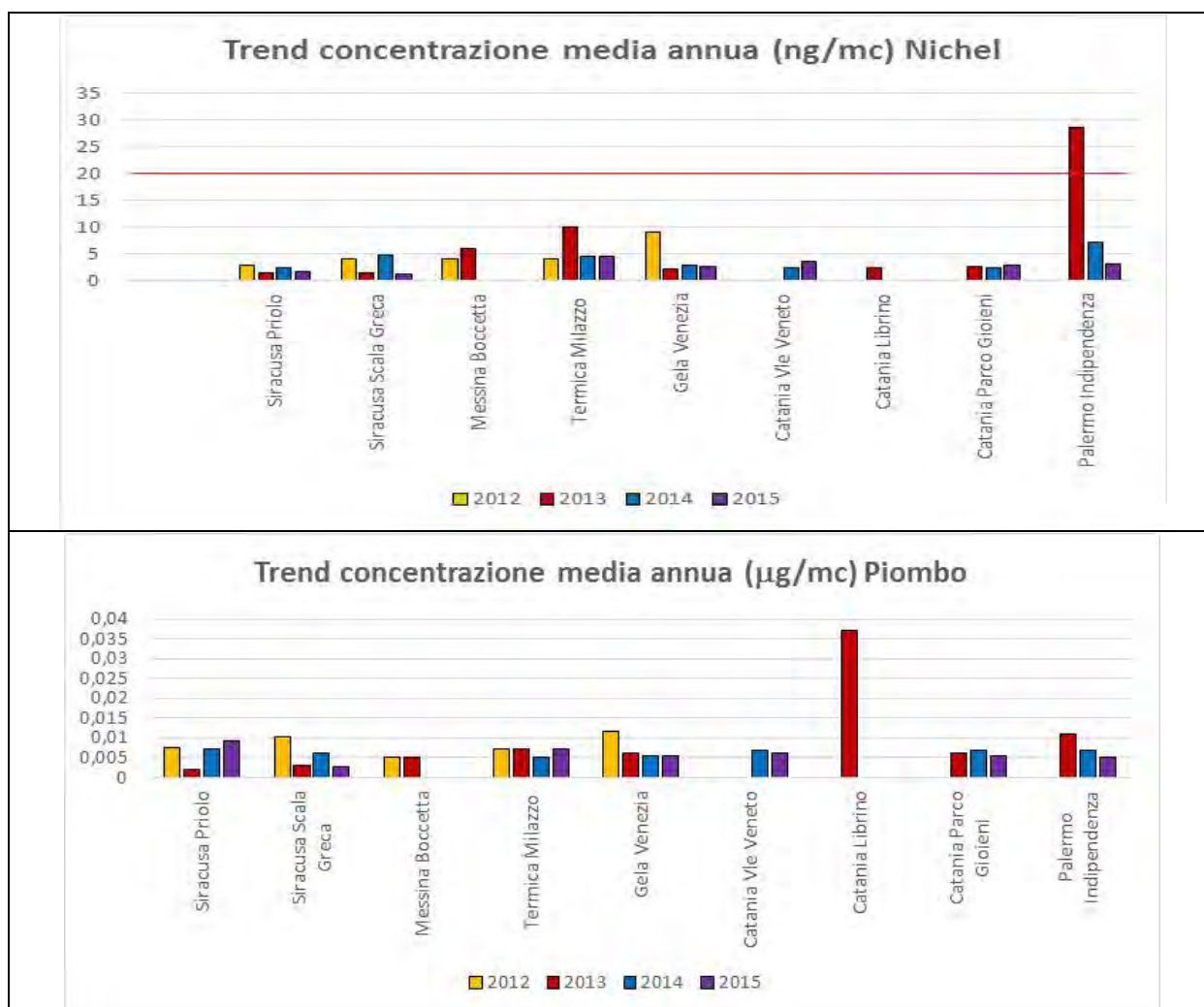
Il trend delle concentrazioni medie annue (*cfr.* Figura 96) è tendenzialmente decrescente per quasi tutti i metalli normati e nel 2015 per nessuno dei parametri monitorati si sono osservati superamenti né del valore limite né del valore obiettivo. Si evidenzia comunque un modesto aumento della concentrazione di cadmio e piombo nella stazione di Siracusa Priolo e di piombo in quella di Termica Milazzo.

Figura 96: Trend delle concentrazioni medie annue dei metalli





REGIONE SICILIA

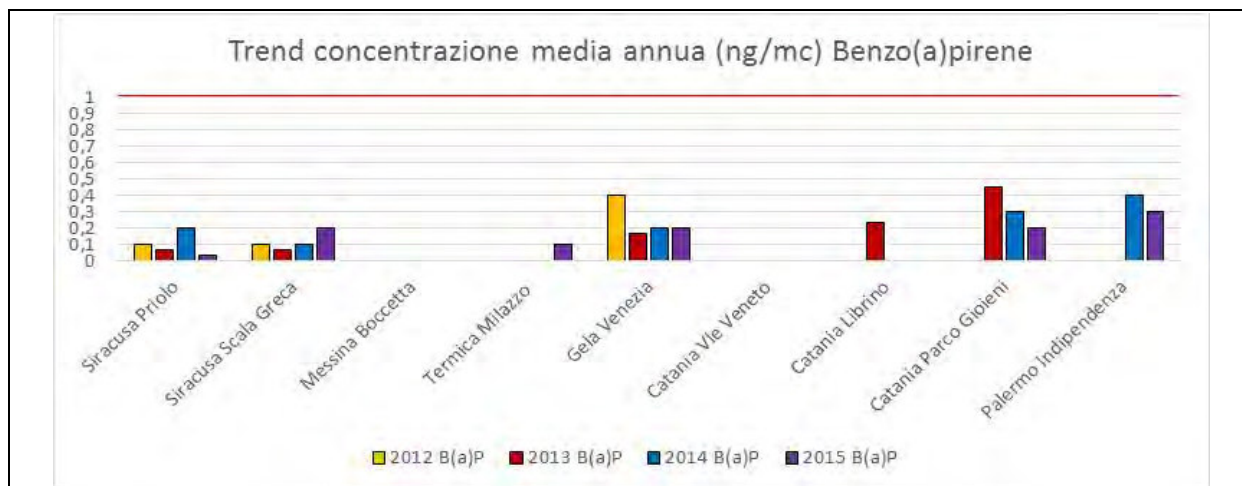


Anche per il benzo(a)pirene dall'analisi dei dati si osserva un trend delle concentrazioni medie annue (*cfr.* Figura 96) tendenzialmente decrescente con valori di concentrazioni sempre al di sotto del valore limite ad esclusione della stazione di Siracusa Scala Greca per la quale si osserva un trend crescente. Nel 2015 non si sono osservati superamenti del valore limite.



REGIONE SICILIA

Figura 97: Trend delle concentrazioni medie annue del benzo(a)pirene



2.4 MODELLISTICA DEL TRASPORTO, DIFFUSIONE E TRASFORMAZIONE DEGLI INQUINANTI DELL'ARIA

Per la valutazione modellistica della qualità dell'aria è stato utilizzato il modello Chimere ed il modello meteorologico MM5.

Il modello MM5 V3 è un modello meteorologico ad area limitata, non idrostatico, che tiene conto della morfologia del territorio, sviluppato per simulare o predire la circolazione atmosferica a scala regionale o a mesoscala. Il modello è sviluppato dalla Penn State University e da NCAR e soprattutto è sostenuto da una folta comunità internazionale di utilizzatori e sviluppatori nel campo della fisica atmosferica, che hanno reso questo modello tra i più usati e più stabili.

Chimere è un modello euleriano numerico tridimensionale di dispersione e trasporto fotochimico sviluppato dall'Istituto Pierre Simon Laplace, il LISA del CNRS e dall'INERIS francese (è stato usato nella sua versione 2011a+).

I modelli sono ampiamente descritti nel seguito. Per lo studio modellistico della diffusione degli inquinanti in atmosfera sono effettuate le seguenti azioni:

- determinazione della meteorologia del periodo preso in considerazione, unitamente alle caratteristiche geomorfologiche del territorio considerato;
- valutazione dello scenario emissivo per il periodo e il territorio considerato, preparazione dei dati sull'uso del suolo;
- applicazione del modello di dispersione e valutazione delle concentrazioni di inquinanti risultanti.

2.4.1 Breve introduzione ai processi di generazione, trasporto e trasformazione degli inquinanti

2.4.1.1 *Dispersione di inquinanti in atmosfera*

Allo scopo di inquadrare il fenomeno della dispersione atmosferica nell'ambito dei suoi parametri più significativi, si espone di seguito il caso relativamente semplice di diffusione di sostanze immesse in atmosfera da una sorgente puntuale. La diffusione atmosferica è dominata da fenomeni avvevativi, quindi legati ai campi di vento e fenomeni turbolenti che rimescolano le masse d'aria e favoriscono la dispersione degli inquinanti lungo l'asse verticale, legati essenzialmente al gradiente termico e anemometrico, e quindi alla stabilità atmosferica. Senza scendere nei dettagli, ricordiamo che la stabilità è funzione del gradiente di vento in verticale e della radiazione solare, dipende quindi fortemente dal ciclo notte-giorno, dalla pressione atmosferica, dalla copertura nuvolosa. Per semplicità di calcolo da parte dei modelli, Pasquill e Gilford hanno diviso il range di stabilità atmosferica in 6 intervalli (classi) ed ognuna di queste classi, dalla più instabile alla più stabile, determina la diffusione nelle direzioni perpendicolari al vento. Per una prima comprensione del fenomeno⁶⁶, si può fare riferimento alla Figura 98.

⁶⁶ D. Bruce Turner, Workbook of atmospheric dispersion estimates, United States Environmental Protection Agency, 1972

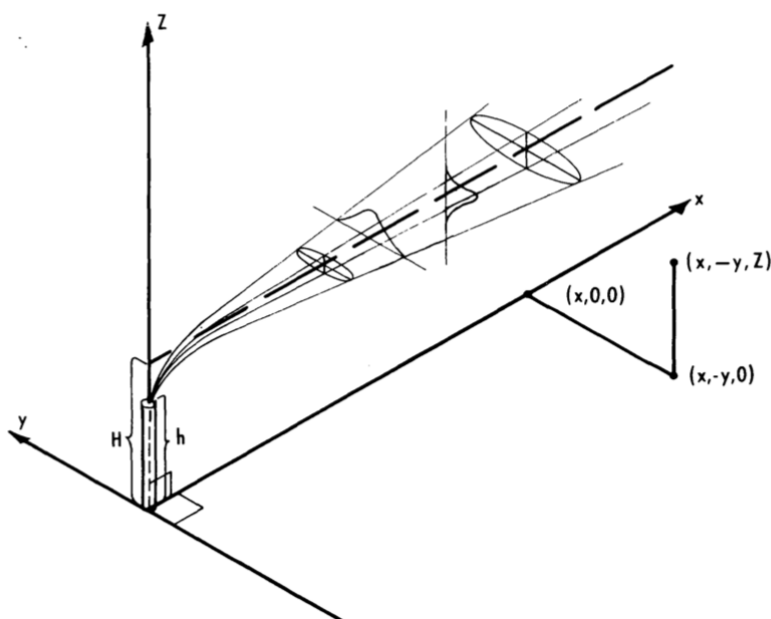


Figura 98: Diffusione di sostanze emesse da una sorgente puntuale

Supponendo che il vento spiri lungo la direzione x, e che la concentrazione, man mano che ci si allontana dalla sorgente sia distribuita in modo gaussiano normale lungo gli assi y e z (condizione plausibile anche se il pennacchio dovesse dividersi in più scie), la formula che ci dà la concentrazione $q(x,y,z)$ in ogni punto è la seguente:

$$q(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\bar{u}\sigma_y\sigma_z} e^{\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)} e^{\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)} e^{\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right)}$$

Dove Q è la quantità rilasciata dalla sorgente per unità di tempo, H è l'altezza media del pennacchio ed u è la velocità media del vento. Questa semplice formula, che non tiene conto di riflessioni da parte di terreno, strati atmosferici ed ostacoli vari, mette comunque in evidenza quali sono i parametri fondamentali per la diffusione di sostanze emesse da sorgenti puntuali. Come accennato sopra, le quantità σ_y e σ_z sono funzioni della stabilità, per dare un esempio, si riportano di seguito le funzioni per la componente y della deviazione standard per la classe più stabile (F) e meno stabile (A).

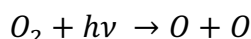
$$\sigma_y^{(F)} = \frac{0,04 x}{\sqrt{1 + 0,0001x}}$$

$$\sigma_y^{(A)} = \frac{0,22 x}{\sqrt{1 + 0,0001x}}$$

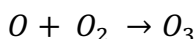
Come si può notare dai parametri, la dispersione lungo l'asse y, a parità di distanza percorsa lungo la direzione del vento, è maggiore in presenza di condizioni di atmosfera instabile e quindi di maggiore turbolenza. Il modello utilizzato sfrutta tipologie di calcolo più complesse di questa, ma i principi di base rimangono gli stessi.

2.4.1.2 *La formazione dell'ozono*

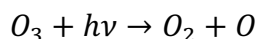
L'ozono nella stratosfera⁶⁷ si forma rapidamente quando la radiazione ultravioletta in arrivo spezza l'ossigeno molecolare (due atomi) in ossigeno atomico (un singolo atomo). In questo processo, l'ossigeno assorbe gran parte della radiazione ultravioletta e gli impedisce di raggiungere la superficie terrestre dove viviamo. Con una formula chimica semplificata,



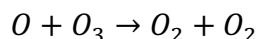
Quando poi un atomo di ossigeno libero eccitato elettricamente incontra una molecola di ossigeno può prodursi un legame per formare l'ozono.



Nella stratosfera la distruzione dell'ozono avviene tanto rapidamente quanto la sua generazione, perché la chimica è molto reattiva. La luce solare può facilmente dividere l'ozono in una molecola di ossigeno e un singolo atomo di ossigeno.

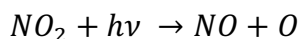


Quando un atomo di ossigeno elettronicamente eccitato incontra una molecola di ozono, possono combinarsi per formare due molecole di ossigeno.

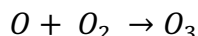


Il processo di generazione-distruzione dell'ozono nella stratosfera avviene rapidamente e costantemente, mantenendo uno strato di ozono.

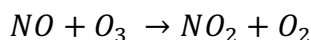
Nella troposfera in prossimità della superficie terrestre, la generazione dell'ozono avviene attraverso la scissione delle molecole dalla luce del sole, come nella stratosfera. Tuttavia, è il biossido di azoto, e non l'ossigeno non molecolare, che fornisce la fonte primaria degli atomi di ossigeno necessari per la formazione di ozono. La luce solare divide il biossido di azoto in monossido di azoto e un atomo di ossigeno.



Un singolo atomo di ossigeno si combina poi con una molecola di ossigeno per produrre ozono.



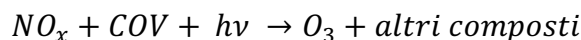
L'ozono poi reagisce facilmente con il monossido di azoto per produrre biossido di azoto e ossigeno.



Il processo descritto sopra ha come risultato nessun guadagno netto di ozono. Le concentrazioni che si manifestano nella troposfera sono dunque in quantità più elevate di quello che queste reazioni da sole spiegano.

In realtà la formazione di ozono nella troposfera richiede sia ossidi di azoto che composti organici volatili. In una versione molto semplificata le reazioni di formazione dell'ozono troposferico sono:

⁶⁷ Testo ed immagini adattati da J. Allen, Chemistry in the sunlight, 27 January 2002
<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/ChemistrySunlight/printall.php>



La formula di cui sopra rappresenta diverse serie di reazioni complesse che comportano l'ossidazione dei composti organici volatili nelle reazioni che coinvolgono anche gli ossidi di azoto. L'idrossidril catalizza alcune delle reazioni principali, e decine di altre specie chimiche partecipano. Il risultato è l'ozono, il biossido di azoto (disponibile per ulteriore formazione di ozono), la rigenerazione dell'idrossidril (disponibile per catalizzare più formazione di ozono), e alcune altre specie chimiche. Il rapporto specifico tra ossidi di azoto e composti organici volatili determina l'efficienza del processo di formazione dell'ozono.

L'efficienza nella formazione di ozono prima aumenta e poi diminuisce di nuovo all'aumentare del rapporto tra ossidi di azoto e composti organici volatili in un grafico idealizzato come quello mostrato in Figura 99 (fonte US NOAA) in cui volutamente non sono riportate unità di misura. Emissioni più alte di ossidi di azoto risultano in una produzione di ozono meno efficiente.



Figura 99: Efficienza nella formazione di ozono a concentrazione costante di Composti Organici Volatili

La Figura 100 riporta le concentrazioni di ozono come funzione delle emissioni di ossidi di azoto e composti organici volatili⁶⁸. Nella figura, mostrata a fini qualitativi ed in cui non sono riportate le unità di misura delle emissioni, la linea spessa separa i cosiddetti regimi NO_x -limitato (in alto a sinistra) e COV-limitato (in basso a destra).

Con riferimento alla Figura 100, nel caso limite di basse concentrazioni di ossidi di azoto la generazione di ozono varia linearmente con le concentrazioni di ossidi di azoto ma è praticamente indipendente dalle concentrazioni di composti organici volatili. Questa situazione è detta regime NO_x -limitato perché la produzione di ozono è limitata dalla fornitura di ossidi di Azoto. In questa situazione un aumento delle emissioni di composti organici volatili non modifica la concentrazione di ozono.

Consideriamo ora l'altro caso limite in cui la concentrazione di ossidi di azoto sono alte e la generazione di ozono aumenta in modo lineare con le concentrazioni di composti organici volatili, ma varia in modo inversamente proporzionale alla concentrazione di ossidi di azoto. Questo caso è chiamato il regime COV-limitato perché il tasso di produzione di ozono è limitato dalla fornitura di Ossidi di Azoto. La dipendenza della produzione di ozono da ossidi di azoto e composti organici

⁶⁸ Immagine e testo adattati da Daniel J. Jacob, Introduction to Atmospheric Chemistry, Princeton University Press, 1999.

volatili è molto diversa tra i due regimi.

La linea spessa sulla figura separa i due regimi. A sinistra della linea è il regime NO_x -limitato: le concentrazioni di ozono aumentano all'aumentare degli ossidi di azoto e sono insensibili ai composti organici volatili. A destra della linea è il regime di COV-limitato: le concentrazioni di ozono aumentano con l'aumento dei composti organici volatili e diminuiscono con l'aumento degli ossidi di azoto. La dipendenza non lineare dell'ozono dalle emissioni dei precursori è evidente.

Nel regime NO_x -limitato, il controllo delle emissioni di composti organici volatili non è di alcun beneficio per diminuire l'ozono. Nel regime COV-limitato, il controllo delle emissioni di ossidi di azoto causano un aumento di ozono.

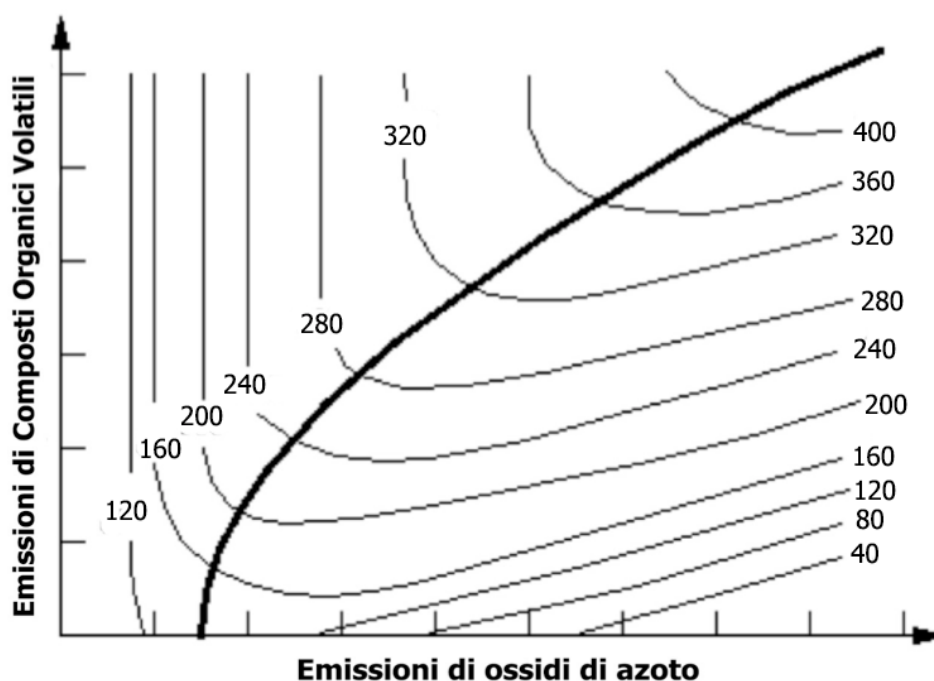
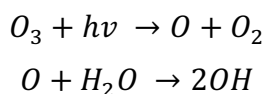


Figura 100: Concentrazioni di ozono (mg/Nm^3) in funzione degli Ossidi di Azoto e dei Composti Organici Volatili

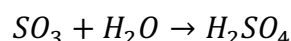
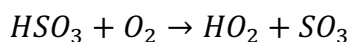
2.4.1.3 *La produzione di aerosol da inquinanti primari*

Composti sotto forma di aerosol si formano da molecole in fase gassosa di ossidi di azoto ed ossidi di zolfo, tramite reazioni che coinvolgono radicali liberi e che avvengono in forma gassosa, acquosa, ed eterogenea. Tali composti assumono proprietà chimico-fisiche tipiche delle particelle sospese e sono quindi trattate dai modelli allo stesso modo delle particelle sospese.

Un ruolo fondamentale nella produzione di questi aerosol è costituito dall'ozono e dal vapore acqueo naturalmente presenti in atmosfera (o indotti da inquinamento) che danno luogo alle reazioni:

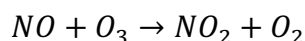


Il primo fondamentale passo nella produzione di particelle è dato dalla formazione di acido solforico e di acido nitrico. L'acido solforico si forma secondo le seguenti reazioni:

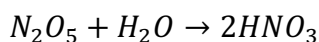
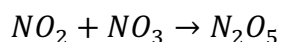
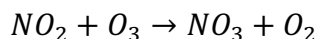


dove M è in genere una molecola di azoto.

Per l'acido nitrico si distinguono due reazioni che coinvolgono due diversi radicali, a seconda della presenza o meno di luce solare (quindi strettamente legata al ciclo giorno-notte). Il ciclo diurno sfrutta l'abbondanza del radicale OH prodotto dalla prima reazione:



mentre di notte il principale radicale utile alla reazione è l' NO_3 :



I successivi passaggi che portano questi composti ad assumere la forma di aerosol, sono ben delineati dagli schemi seguenti, che trasformano SO_2 in fase gassosa in SO_4^{2-} in fase solida (Figura 101), e NO_x gassosi in NO_3 in fase solida (Figura 102).

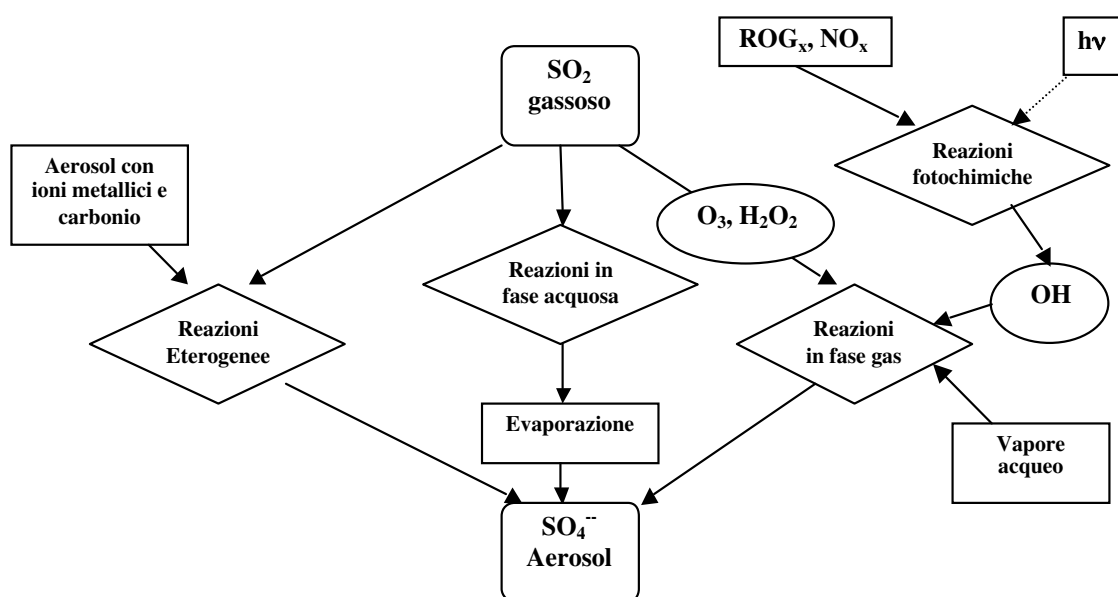


Figura 101: Trasformazione di SO_2 in aerosol

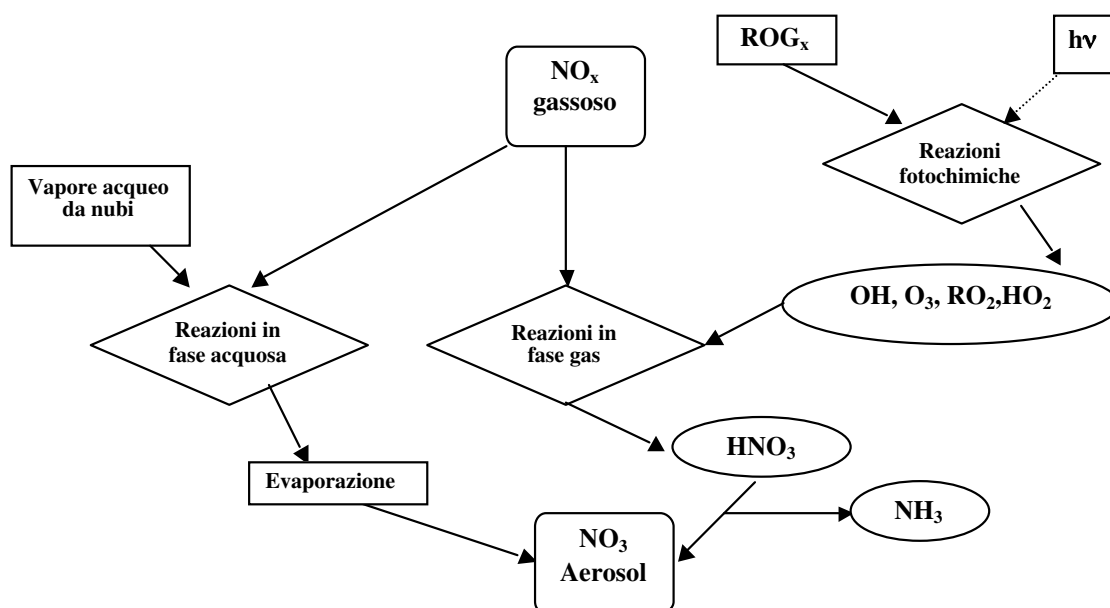


Figura 102: Trasformazione di NO_x in aerosol

2.4.1.4 *Deposizione secca ed umida*

I processi di deposizione al suolo di sostanze inquinanti sono tra i principali fenomeni che contribuiscono a ridurre le concentrazioni in aria, unitamente a processi di trasporto verso le zone superiori della troposfera che però hanno un peso minore sul bilancio delle concentrazioni effettivamente misurate ad altezze inferiori ai 10 m.

Concettualmente la deposizione secca ed umida avviene in modo differente per i gas e le particelle; per i gas, i tre principali motivi di deposizione secca sono legati al gradiente verticale di concentrazione, che spinge le molecole verso il suolo e quindi fa sì che alcune di queste vengano effettivamente assorbite nei primi millimetri di spessore del terreno, altre invece vengono intrappolate nello strato laminare (alto pochi centimetri) dell'atmosfera a diretto contatto col suolo, altre invece reagiscono chimicamente con le molecole presenti sulla superficie. La deposizione secca dei gas inoltre avviene anche grazie all'ingestione di questi da parte delle superfici foliate. Si definisce per la deposizione secca dei gas una quantità v_g detta velocità di deposizione definita come:

$$v_g = \frac{F_g}{C(z_r)}$$

dove F_g è il flusso verso la superficie e C la concentrazione all'altezza z dell'inquinante. Quantità più comoda da trattare e da distribuire tra le varie cause è l'inverso di questa velocità, definito resistenza di trasferimento r_g . Questa quantità permette di trattare la deposizione secca dei gas alla stregua dei circuiti elettrici con resistenze in serie o parallelo date dai vari fattori di trasferimento fra aria, terreno e fogliame.

Per quanto riguarda la deposizione umida dei gas, tornando alle trasformazioni prima citate, gli aerosol di azoto e zolfo, così come l'acido solforico sono portati al suolo da piogge e neve. Infatti questi composti sono dapprima inglobati nelle nubi, dove spesso avvengono le reazioni di riduzione citate, per poi venire depositati all'interno di gocce d'acqua o fiocchi di neve (è il fenomeno delle

piogge acide, per quanto riguarda l'acido solforico ad esempio).

Per le particelle sospese con diametro inferiore ai 10 micron, il discorso è differente in quanto queste sono dotate di massa non trascurabile nel calcolo di effetti dovuti alla gravità terrestre. Infatti una buona percentuale di queste particelle viene depositata per sedimentazione. Detta σ_p la densità della particella, r il suo raggio, σ_a la densità dell'aria e ν il coefficiente di viscosità cinematica, la velocità di deposizione delle particelle al suolo (che è ovviamente una velocità terminale) è data da:

$$V_s = \frac{2\sigma_p g r^2}{9\sigma_a \nu}$$

Inoltre le polveri vengono depositate anche a causa delle collisioni con particelle meno dense, ma in numero maggiore, ad esempio quelle dei gas; di conseguenza anche il moto browniano gioca un ruolo fondamentale nella deposizione. Altro fenomeno di deposizione secca di particelle si ha ovviamente quando queste sono racchiuse all'interno di un volume d'aria che per azione del vento impatta su superfici più o meno regolari.

La deposizione umida delle particelle è dovuta invece sostanzialmente al fenomeno per il quale esse fungono da nuclei di condensazione per le molecole di acqua contenute in una nube, venendo quindi precipitate sotto forma di pioggia o neve.

2.4.2 Struttura modellistica applicata

Ogni studio modellistico di diffusione di inquinanti in atmosfera richiede essenzialmente due passaggi:

- la determinazione della meteorologia del periodo preso in considerazione, unitamente alle caratteristiche geomorfologiche del territorio considerato;
- la conoscenza dello scenario emissivo per il periodo e il territorio considerato, quindi l'applicazione del modello di dispersione e trasporto degli inquinanti.

Lo schema di funzionamento della suite modellistica utilizzata è riportato nella Figura 103.

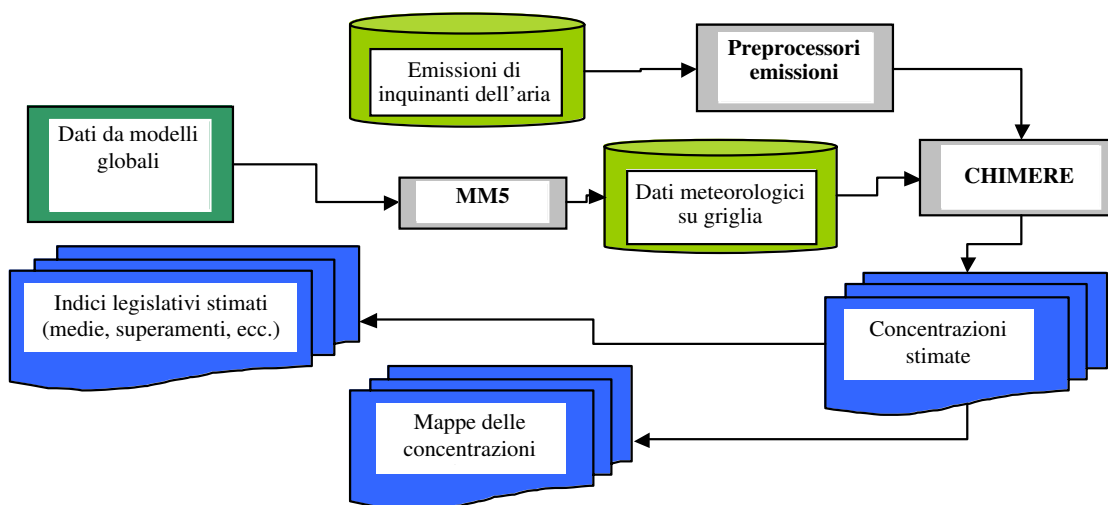


Figura 103: Schema del sistema modellistico MM5-Chimere

2.4.3 Il modello meteorologico a mesoscala MM5

Mentre i dati geomorfologici possono essere determinati per ogni cella del dominio di simulazione (e rimangono costanti durante l'applicazione dello stesso), i dati meteo sono solitamente disponibili per alcuni punti del dominio (stazioni); dal momento che i modelli di dispersione richiedono, come è ovvio, campi di vento e stabilità per ogni cella del dominio, è necessario l'utilizzo di un modello meteorologico che determini i parametri atmosferici su tutto il dominio.

La scelta del modello meteorologico per lo studio in questione è caduta sul modello MM5 che fornisce una dettagliata trattazione dei processi atmosferici in quota.

Il modello MM5 V3⁶⁹ è un modello meteorologico ad area limitata, non idrostatico, che tiene conto della morfologia del territorio, sviluppato per simulare o predire la circolazione atmosferica a scala regionale o a mesoscala. Il modello è sviluppato dalla Pennsylvania State University e dall'United States National Center for Atmospheric Research (NCAR) e soprattutto è sostenuto da una folta comunità internazionale di utilizzatori e sviluppatori nel campo della fisica atmosferica, che hanno reso questo modello tra i più usati e più stabili.

Le principali caratteristiche del modello sono:

- possibilità di utilizzo su tutto il globo terrestre;
- tre proiezioni cartografiche: polar stereographic; Lambert conformal; Mercator;
- risoluzione variabile per altezza del terreno, uso del suolo, tipo di suolo, temperatura di suolo, frazione di vegetazione;
- possibilità di scaricare i dati direttamente dal sito NCAR per tutto il globo a risoluzione di 30" d'arco (circa 1000 m);
- possibilità di utilizzo di domini annidati;
- configurazione per scale che vanno da domini regionali fino a scale tipiche delle nubi;

⁶⁹ PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and Users' Guide (MM5 Modeling System Version 3)

- input di dati reali quali dati meteo di superficie e radiosondaggi;
- coordinate verticali che seguono l'elevazione del suolo;
- possibilità di calcolo parallelo su più macchine.

Nell'ambito dello studio della diffusione di sostanze inquinanti in atmosfera, il modello MM5 viene utilizzato direttamente come preprocessore meteorologico per tutti i parametri atmosferici in input al modello di dispersione Chimere.

I dati meteorologici necessari a MM5 relativi al periodo ed al territorio studiati (input geomorfologico e dati orari da osservazioni in quota e superficie) sono stati ottenuti direttamente dal sito NCAR degli sviluppatori del modello.

2.4.4 Il modello di dispersione fotochimico Chimere

Chimere è un modello euleriano numerico tridimensionale di dispersione e trasporto fotochimico sviluppato dall'Istituto Pierre Simon Laplace, il LISA del CNRS e dall'INERIS francese (è stato usato nella sua versione 2011a+)⁷⁰.

Chimere è stato progettato per svolgere previsioni quotidiane di O₃, PM e numerosi altri inquinanti in aria ed anche per realizzare simulazioni di medio periodo su scala locale (risoluzioni di ~ 1-2 km) o continentali.

Chimere riproduce i principali fenomeni che riguardano gli inquinanti atmosferici: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche, deposizioni.

Le principali caratteristiche ed applicazioni sono:

- previsioni quotidiane di ozono, particolato fine ed altri inquinanti;
- analisi di scenari emissivi (simulazioni di lungo termine);
- il meccanismo chimico MELCHIOR utilizzato dal modello è adattato dall'originale meccanismo EMEP;
- include meccanismi di attenuazione della fotolisi provocata da pioggia o umidità relativa;
- la turbolenza dello strato limite planetario è rappresentata come diffusione (Troen e Mahrt, 1986, BLM);
- il vento verticale è simulato attraverso uno schema di bilanciamento di massa con approccio bottom-up;
- deposizione secca ed umida di tutte le sostanze considerate;
- l'equilibrio termodinamico degli aerosol è ottenuto tramite il modello ISORROPIA;
- varie reazioni in fase acquosa considerate dal modello;
- formazione e trasporto del particolato secondario.

Chimere gestisce la simulazione attraverso la fase di inizializzazione, la fase computazionale e la fase di terminazione.

Nella prima fase sono aperti i file di ingresso ed uscita e si inizializzano gli operatori dei vari moduli. Nella fase computazionale, in base alle indicazioni del file di controllo Chimere.par, che specifica molte delle caratteristiche di ingresso ed uscita della simulazione, sono acquisiti e processati

⁷⁰ Institut Pierre-Simon Laplace (C.N.R.S.), INERIS, LISA (C.N.R.S.), Documentation of the chemistry-transport model Chimere [version chimere 2011]

i dati di emissione, i dati meteorologici e le condizioni al bordo e sono risolte le equazioni che governano la diffusione orizzontale e verticale, la deposizione secca e la chimica, sono effettuate le medie temporali e i campi di concentrazione e dei flussi di massa orari sono scritti sui file di uscita. Nell'ultima fase tutti i file di dati sono chiusi.

Relativamente ai dataset necessari si riportano i seguenti dettagli:

- le emissioni antropogeniche sono estratte direttamente dall'inventario di emissioni con riferimento all'anno base (2012) o proiettate all'anno di riferimento della previsione tramite il modello PREM;
- le emissioni biogeniche sono fornite gratuitamente dal database online del modello MEGAN; MEGAN è un sistema di modellazione per la stima delle emissioni di gas e aerosol da ecosistemi terrestri in atmosfera; il modello Chimere è ottimizzato per l'uso di emissioni biogeniche dal modello MEGAN;
- i campi meteorologici necessari al modello Chimere sono ricavati dall'output della modellistica meteorologica, nello specifico dall'output del modello MM5;
- le categorie di uso suolo provengono direttamente dal database online ed in forma gratuita GlobCover, che prevede 22 diverse classi di uso suolo su scala globale con risoluzione pari a 300 metri. Anche in questo caso il modello Chimere è ottimizzato ed interfacciato con il dataset GlobCover;
- le condizioni a contorno necessarie al modello Chimere derivano da simulazioni dello stesso modello Chimere adattato per un dominio di scala continentale con una risoluzione di mezzo grado, in modo da coprire uno spazio esteso intorno al territorio regionale. Tali simulazioni sono disponibili on line presso il sito degli sviluppatori del modello (Ineris);
- i dati di trasporto transfrontaliero di polveri sahariane in ingresso al modello Chimere sono calcolati all'interno del modello stesso tramite il preprocessore diagdust.

L'estrazione e la preparazione delle emissioni antropogeniche per il modello segue i passi fondamentali di seguito riportati:

1. le emissioni di COVNM, NO_x, SO_x, CO, PM10, PM2,5, NH₃, BaP, BbF, BkF e CH₄ vengono speciate secondo profili di speciazione interni al modello Chimere e successivamente aggregate in specie chimiche prodotte; i profili di speciazione e di aggregazione tengono conto del dettaglio di macrosettore (e relative attività produttive);
2. le suddette emissioni di specie chimiche prodotte sono quindi assegnate alle maglie del reticolo di calcolo tramite disaggregazione geografica delle sorgenti diffuse, lineari e puntuali, producendo quindi emissioni annue per ogni specie considerata e per ogni cella del reticolo; a questo livello le emissioni sono ancora suddivise per attività; i valori di proxy geografica necessari alla disaggregazione sono immagazzinati nel database dell'inventario delle emissioni;
3. successivamente si procede alla disaggregazione temporale delle emissioni; tramite opportuni profili temporali, presenti nel database dell'inventario delle emissioni ed assegnati opportunamente alle singole attività produttive, si ottiene per ogni maglia e per ogni attività produttiva in essa presente la specifica emissione su base mensile, quindi per giorno della settimana, quindi oraria sulle 24 ore;
4. le emissioni orarie vengono quindi sommate all'interno della cella raggruppando per macrosettore per ottenere il totale di emissione oraria per ogni maglia, ora e ogni specie prodotta;
5. vengono infine creati i file su base mensile, contenenti i valori di emissione per ogni specie prodotta con il dettaglio orario e per giorno della settimana.

Come già detto, un modello fotochimico è in grado di trattare le complesse e numerose reazioni chimiche di reazione e fotodissociazione su cui si basa la formazione degli inquinanti secondari. Il modello Chimere si basa sul meccanismo chimico Melchior che tratta le principali specie chimiche e polveri riportate in Tabella 75.

A causa dell'impossibilità di implementare un numero troppo grande di reazioni coinvolgenti diverse centinaia di specie, i modelli fotochimici devono necessariamente utilizzare un meccanismo chimico di condensazione ovvero un meccanismo semplificato in cui le singole specie inquinanti sono raggruppate in specie-gruppo (lumped-species) con differenti criteri.

Il meccanismo chimico in fase gassosa utilizzato per le simulazioni è il meccanismo chimico ridotto MELCHIOR2. Questo meccanismo permette di ridurre il tempo di calcolo in quanto opera con 44 specie e circa 120 reazioni ed è stato derivato dal meccanismo chimico completo MELCHIOR.

Il modulo utilizzato per gli aerosol è stato appositamente sviluppato per Chimere utilizzando un modello a classi dimensionali basato sull'equilibrio termodinamico calcolato mediante il modello ISORROPIA. Nella presente simulazione si è utilizzato il modo standard che tratta 6 classi granulometriche (limiti a: 40µm, 10µm, 2.5µm, 0.6µm, 150nm, 40nm, 10nm) e 7 specie chimiche (primario, solfati, nitrati, ammonio, secondario organico, dust, sale marino), per un totale di 42 variabili prognostiche. Il modello valuta inoltre le polveri disciolte nell'acqua delle nubi (5 specie chimiche) e l'acqua associata agli aerosol (per ciascuna classe granulometrica). Le specie primario, dust e sale non partecipano alle reazioni chimiche. Gli aerosol emessi sono tutti inclusi nella specie "primario" (nitrati, solfati, ammonio e secondario organico sono quindi interamente secondari). Erosione, risospensione e spray marino sono stimati con semplici algoritmi che dipendono da: velocità del vento, friction velocity, umidità del terreno e uso del suolo.

La risospensione è indipendente dalla deposizione (agisce in sostanza come un'ulteriore erosione del suolo).

Tabella 75: Principali specie chimiche e polveri trattate dal meccanismo chimico Melchior

Specie chimica	Nome
O ₃	Ozone
NO ₂	Nitrogen Dioxide
NO	Nitrogen Monoxide
PAN	Peroxy-Acetyl-Nitrate
HNO ₃	Nitric Acid
SO ₂	Sulphur Dioxide
CO	Carbon Monoxide
CH ₄	Methane
C ₂ H ₆	Ethane
NC ₄ H ₁₀	Butane
C ₂ H ₄	Ethene
C ₃ H ₆	Propene
OXYL	o-Xylene
C ₅ H ₈	Isoprene
APINEN	Alpha-Pinene
HCHO	Formaldehyde
CH ₃ CHO	Acetaldehyde
GLYOX	Glyoxal
MGLYOX	Methyl-Glyoxal
CH ₃ COE	Methyl-Ethyl Ketone

Tabella 75: Principali specie chimiche e polveri trattate dal meccanismo chimico Melchior

Specie chimica	Nome
PPM ₁	Particolato primario
P ₁ HNO ₃	Particolato secondario nitrato
P ₁ H ₂ SO ₄	Particolato secondario solfato
P ₁ NH ₃	Particolato secondario ammonio 0.1-0.4 µm
P ₁ SOA	Particolato secondario organico
P ₁ DUST	Particolato dust

2.4.5 Gli indici di valutazione dell'applicazione modellistica

2.4.5.1 *Indice legislativo*

Usualmente al fine di valutare le prestazioni del modello utilizzato sono calcolati degli indici statistici. In particolare per la valutazione della bontà dell'applicazione modellistica è applicato l'indice MER così come indicato nel D.Lgs. 155/2010 e di seguito descritto.

Per ciascun punto in relazione al quale si confrontano dati ottenuti dalle stazioni di misurazione con quelli ottenuti dalle simulazioni, si definisce l'errore relativo (ER) come:

$$ER = \frac{|O_{VL} - M_{VL}|}{VL}$$

dove O_{VL} è la concentrazione misurata più vicina al valore limite (o al valore obiettivo) e M_{VL} è la corrispondente concentrazione fornita dal modello nella distribuzione quantile-quantile (distribuzione in cui valore misurato e valore simulato sono abbinati ordinando tutte le concentrazioni misurate e simulate in ordine crescente).

Il massimo valore di ER trovato utilizzando il 90% delle stazioni di misurazione presenti nel dominio di calcolo del modello è il Massimo Errore Relativo (MER) e corrisponde all'incertezza della tecnica di modellizzazione definita al paragrafo 1, punto 6, dell'allegato I del suddetto decreto.

Una volta scelte le stazioni di misura rappresentative del territorio su cui si esegue la modellistica, l'indice MER deve assumere valori inferiori ad una soglia stabilita a seconda del tipo di inquinante e del periodo temporale su cui si esegue la media. Nello specifico, seguendo quanto riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 1 del decreto in oggetto, l'indice MER per la media oraria di NO₂ deve assumere al massimo il valore 0,5 (50%), per la media annuale di NO₂ il massimo valore di MER ammesso è di 0,3 (30%). Non è stata tuttora definita la soglia per il MER della media giornaliera di PM₁₀, per quanto questo valore sia stato comunque considerato e presentato in questo studio, come riportato più avanti.

2.4.5.2 *Altri indici statistici*

La letteratura inerente ai modelli di dispersione propone diversi indici statistici, ciascuno dei quali sottintende metodiche di analisi mirate alla valutazione delle prestazioni relativamente a diversi aspetti. Detti CS e CM rispettivamente i valori di concentrazione simulata dal modello e la