



Spedizione in abbonamento postale – 70% Div. Corr. D.C.I. - AQ

ANNO XXXIV

N. 127 Speciale
(Qualità dell'Aria)

REPUBBLICA ITALIANA

BOLLETTINO UFFICIALE

DELLA

REGIONE ABRUZZO

PARTE I, II, III, IV - L'AQUILA, 5 DICEMBRE 2003 -

DIREZIONE – REDAZIONE E AMMINISTRAZIONE: Corso Federico II, n. 51 – 67100 L'Aquila.- Telefono (0862) 3631 (n. 16 linee urbane); 364662 – 364690 – 364660 – Fax 364665

PREZZO E CONDIZIONI DI ABBONAMENTO: Canone annuo: € 77,47 (L. 150.000) – Un fascicolo: € 1,29 (2.500) – Arretrati, solo se ancora disponibili € 1,29 (L. 2.500).

Le richieste di numeri mancati non verranno esauditi trascorsi 60 giorni dalla data di pubblicazione.

INSERZIONI: La pubblicazione di avvisi, bandi, deliberazioni, decreti ed altri atti in generale (anche quelli emessi da organi regionali) per conto di Enti, Aziende, Consorzi ed altri Soggetti è effettuata a pagamento, tranne i casi in cui, tali atti, attengano l'interesse esclusivo della Regione e dello Stato. Le richieste di pubblicazione di avvisi, bandi, ecc. devono essere indirizzate, con tempestività, esclusivamente alla Direzione del Bollettino Ufficiale, Corso Federico II, n. 51 – 67100 L'Aquila – Il testo da pubblicare, in duplice copia, di cui una in carta da bollo (tranne i casi di esenzione), deve essere inviato unitamente alla ricevuta del versamento in c/c postale dell'importo di € 1,81 (L. 3.500) a rigo (foglio uso bollo massimo 61 battute) per titoli e oggetto che vanno in neretto e di € 1,29 (L. 2.500) a rigo (foglio uso bollo massimo 61 battute) per il testo di ciascuna inserzione. Per le scadenze da prevedere nei bandi è necessario che i termini vengano fissati partendo "dalla data di pubblicazione sul B.U.R.A.".

Tutti i versamenti vanno effettuati sul ccp n. 12101671 intestato a: Regione Abruzzo – Bollettino Ufficiale – 67100 L'Aquila.

AVVERTENZE: Il Bollettino Ufficiale della Regione Abruzzo si pubblica a L'Aquila e si compone di quattro parti: a) nella parte prima sono pubblicate le leggi e i regolamenti della Regione, i decreti dei Presidenti della Giunta e del Consiglio e gli atti degli Organi regionali – integralmente o in sintesi – che possono interessare la generalità dei cittadini; b) nella parte seconda sono pubblicate le leggi e gli atti dello Stato che interessano la Regione; c) nella parte terza sono pubblicati gli annunci e gli altri avvisi di interesse della Regione o di terzi la cui inserzione – gratuita o a pagamento – è prevista da leggi e da regolamenti della Regione e dello Stato (nonché quelli liberamente richiesti dagli interessati); d) nella parte quarta sono pubblicati per estratto i provvedimenti di annullamento o di rinvio del Comitato e delle Sezioni di controllo sugli atti degli Enti Locali. – Nei Supplementi vengono pubblicati: gli atti riguardanti il personale, gli avvisi e i bandi di concorso della Regione, le ordinanze, i ricorsi depositati, le sentenze e le ordinanze di rigetto, relative a questioni di legittimità costituzionale interessanti la Regione, nonché le sentenze concernenti l'ineleggibilità e l'incompatibilità dei Consiglieri Regionali. In caso di necessità si pubblicano altresì numeri Straordinari e Speciali.

SOMMARIO

Parte I

Leggi, Regolamenti ed Atti della Regione

ATTI

DELIBERAZIONI DELLA GIUNTA REGIONALE

DELIBERAZIONE 06.09.2003, n. 749:

Approvazione Piano Regionale di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria.

PARTE I

LEGGI, REGOLAMENTI ED ATTI DELLA REGIONE

ATTI

DELIBERAZIONI DELLA GIUNTA REGIONALE

DELIBERAZIONE 06.09.2003, n. 749:

Approvazione Piano Regionale di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria.

Omissis

LA GIUNTA REGIONALE

Omissis

DELIBERA

Per le motivazioni espresse in premessa, che in questa sede s'intendono per riportate e trascritte,

- I. di approvare il "Piano di tutela e risanamento della qualità dell'aria della Regione Abruzzo", parte integrante e sostanziale del presente provvedimento (All. 3), così composto Volume 1: Indici, Volume 2: Fase Conoscitiva – tomo I: "Elementi conoscitivi del territorio", tomo II: "Censimento delle sorgenti industriali e inventario delle emissioni", tomo III: "Inventario delle emissioni delle sorgenti diffuse" – Volume 3: Fase valutativa – tomo I: "Analisi e qualità dell'aria", tomo II: "Simulazioni modellistiche a mesoscala", tomo III: "Simulazioni modellistiche a scala locale e microscala" – Volume 4: Fase Propositiva – tomo I: "Individuazione aree prioritarie e previsione degli scenari di intervento", tomo II: "Stato dell'arte dei modelli di qualità dell'aria e quadro normativo";
- II. di dare comunicazione del presente provvedimento alla FIRA S.p.A. ed alla ESA S.a.s.;
- III. di pubblicare integralmente il volume 1: "Indici" ed il Volume 4 – tomo I relativo alla "Individuazione aree prioritarie e previsione degli scenari di intervento" dell'All. 3 sul *Bollettino Ufficiale della Regione Abruzzo (B.U.R.A.)* e sul sito INTERNET della Regione Abruzzo, riservando la conoscenza dell'intero piano o di parte di esso, alla specifica richiesta da inoltrare presso il *B.U.R.A.* previo versamento dei costi di produzione.



	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

NR. DOCUMENTO:	A02R-RTF-0802	Revisione:	0
		Nr. Pagine:	31
TITOLO:	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo		
Copia n°:	Copia destinata a:		
Copia <input type="checkbox"/> controllata <input type="checkbox"/> non controllata			

NR. PROGETTO:	007-QA-PRRA-00		
PROGETTO:	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo		
FASE	05	Progetto territoriale	

<i>FUNZIONE</i>	<i>NOME</i>	<i>DATA</i>	<i>FIRMA</i>
Autori:	Attilio Poli M.Chiera Metallo Paola Grotti Cristina Sarti Alessandra Scifo	15/09/2002	
Realizzazione sistemi informatici	Mirko Benedetti Pierluca Di Giovandomenico	15/09/2002	
Verificato da:	Attilio Poli	15/09/2002	
Riesaminato da:	Chiara Metallo	15/09/2002	
Responsabile Qualità:	Cristina Sarti	15/09/2002	
Responsabile di Progetto:	Attilio Poli	15/09/2002	

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

Documenti prodromici

NR. DOCUMENTO	TITOLO	AUTORE
ESA/PT/03/99	Relazione d'offerta	ESA S.a.s.
	Capitolato d'oneri	FIRA S.p.A.
A041-RTI-0700 Rev 0	Relazione preliminare	ESA S.a.s.

Allegati

NR. DOCUMENTO	TITOLO	AUTORE

Storia del Documento

REVISIONE	DATA	MODIFICHE
0	15/09/2002	Creato documento

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

REGIONE ABRUZZO

PIANO DI TUTELA E RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA REGIONE ABRUZZO

Volume 1

Indici

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

SOMMARIO

1	PRESENTAZIONE DEL DOCUMENTO	6
----------	--	----------

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

1 PRESENTAZIONE DEL DOCUMENTO

Il presente documento costituisce la relazione conclusiva sulle attività svolte dall'ESA S.a.s. nell'ambito della redazione del Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo.

Il documento è organizzato in quattro volumi omogenei per argomento trattato:

- *Volume 1:* contiene il presente capitolo e gli indici di ciascun volume;
- *Volume 2:* riporta il risultato delle attività svolte nell'ambito della Fase Conoscitiva ed è a sua volta suddiviso in tre tomi:
 - Tomo I: *Elementi conoscitivi del territorio.*
 - Tomo II: *Censimento e inventario delle emissioni delle sorgenti industriali.*
 - Tomo III: *Inventario delle emissioni delle sorgenti diffuse.*
- *Volume 3:* costituisce la relazione sulle attività svolte nell'ambito della Fase Valutativa ed è a sua volta suddiviso in tre tomi:
 - Tomo I: *Analisi dei dati di qualità dell'aria.*
 - Tomo II: *Simulazioni modellistiche a mesoscala.*
 - Tomo III: *Simulazioni modellistiche a scala locale e microscala.*
- *Volume 4:* è costituito dalla documentazione relativa alla Fase Propositiva del Piano ed è a sua volta suddiviso in tre tomi:
 - Tomo I: *Individuazione aree prioritarie e previsione degli scenari di intervento.*
 - Tomo II: *Stato dell'arte dei modelli di qualità dell'aria e quadro normativo.*

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

VOLUME 1 – *Indici*

1 PRESENTAZIONE DEL DOCUMENTO	5
--	----------

VOLUME 2 – *Fase Conoscitiva*

Tomo I: *Elementi conoscitivi del territorio.*

1 INTRODUZIONE.....	6
----------------------------	----------

2 ELEMENTI CONOSCITIVI DEL TERRITORIO.....	7
---	----------

2.1 LA RACCOLTA DATI.....	7
----------------------------------	----------

2.1.1 SOGGETTI ISTITUZIONALI PRESENTI NELLA REGIONE	
---	--

ABRUZZO	7
---------------	---

2.1.1.1 Regione Abruzzo	7
-------------------------------	---

2.1.1.2 Provincia dell'Aquila.....	8
------------------------------------	---

2.1.1.3 ARTA Abruzzo.....	9
---------------------------	---

2.1.1.4 Istituto Mario Negri Sud.....	9
---------------------------------------	---

2.1.1.5 Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo.....	10
---	----

2.1.1.6 Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco.....	12
---	----

2.1.2 ALTRI SOGGETTI PUBBLICI E PRIVATI.....	12
--	----

2.2 RAPPRESENTAZIONI CARTOGRAFICHE.....	14
--	-----------

3 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA.....	20
--	-----------

3.2 CLIMA LOCALE	21
-------------------------------	-----------

3.2.1 STABILITÀ VERTICALE DELL'ATMOSFERA	21
--	----

3.2.2 DIREZIONE DEL VENTO.....	22
--------------------------------	----

3.2.3 VELOCITÀ DEL VENTO	22
--------------------------------	----

3.2.4 VELOCITÀ >24KT.....	23
---------------------------	----

3.2.5 TEMPERATURA	23
-------------------------	----

3.2.6 UMIDITÀ RELATIVA	24
------------------------------	----

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.2.7	PRECIPITAZIONI.....	24
3.2.8	RADIAZIONE SOLARE.....	24
3.2.8.1	<i>Radiazione solare globale</i>	25
3.2.8.2	<i>Eliofania</i>	25
3.2.9	NUVOLOSITÀ TOTALE.....	25
3.2.10	NEBBIA.....	26
3.2.11	VISIBILITÀ ORIZZONTALE.....	26
3.3	INTERAZIONE OROGRAFIA-CLIMA.....	60
3.4	SCENARI METEOROLOGICI.....	63
4	PREINDIVIDUAZIONE DELLE AREE PRIORITARIE.....	66
5	L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI.....	70
5.1	GENERALITÀ.....	70
5.2	CLASSIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE.....	72
5.3	CLASSIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI.....	76
5.4	CLASSIFICAZIONE DEI COMBUSTIBILI.....	78
5.5	CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE.....	79
5.5.1	LA DISAGGREGAZIONE SPAZIALE.....	80
5.5.2	LA DISAGGREGAZIONE TEMPORALE.....	81
5.6	I FATTORI DI EMISSIONE.....	83

VOLUME 2 – Fase Conoscitiva

Tomo II: Inventario delle emissioni e censimento delle sorgenti industriali.

1	L'INVENTARIO DELLE EMISSIONI DELLE SORGENTI INDUSTRIALI.....	10
1.1	ASPETTI GENERALI.....	10
1.1.1	LE SORGENTI PUNTUALI.....	12

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell' Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

1.1.2	LE SORGENTI LOCALIZZATE.....	13
1.1.3	LE SORGENTI DIFFUSE.....	13
1.2	VALIDAZIONE	14
1.3	PROVINCIA DI TERAMO.....	15
1.3.1	LE SORGENTI PUNTUALI.....	17
1.3.1.1	<i>Adriaoli S.r.l.</i>	17
1.3.1.2	<i>Agrifert S.r.l.</i>	18
1.3.1.3	<i>Alfa Gomma Sud</i>	18
1.3.1.4	<i>Cables S.p.a.</i>	19
1.3.1.5	<i>Dayco Italy S.p.a.</i>	19
1.3.1.6	<i>Decem S.r.l.</i>	19
1.3.1.7	<i>Hatria S.p.a.</i>	20
1.3.1.8	<i>Metalferro S.r.l.</i>	21
1.3.1.9	<i>Metalferro di Angelozzi Giulietta</i>	21
1.3.1.10	<i>RPM Sud S.r.l.</i>	21
1.3.1.11	<i>Santino e Bruno Iezzoni Snc</i>	22
1.3.1.12	<i>Tecnoresine Abruzzese S.r.l.</i>	22
1.3.1.13	<i>Termotecnica Abruzzese S.r.l.</i>	23
1.3.1.14	<i>Quadro riassuntivo delle emissioni delle sorgenti puntuali</i>	23
1.3.2	LE SORGENTI LOCALIZZATE.....	24
1.3.2.1	<i>Abruzzo Vasi S.r.l.</i>	25
1.3.2.2	<i>Agip S.p.a.</i>	26
1.3.2.3	<i>Arte Studio S.r.l.</i>	26
1.3.2.4	<i>Asfalti S.r.l.</i>	26
1.3.2.5	<i>Aurelio Menozzi & R. De Rosa S.a.s.</i>	27
1.3.2.6	<i>CO.LA.PEL</i>	28
1.3.2.7	<i>Cornici Dimar S.R.L.</i>	28
1.3.2.8	<i>Dielle Emme Suole S.r.l.</i>	28
1.3.2.9	<i>Elman S.R.L.</i>	29
1.3.2.10	<i>Eurocarbo S.p.a.</i>	29

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

1.3.2.11 Europlak S.r.l.....	30
1.3.2.12 F.I.A. SpA.....	30
1.3.2.13 Finproject S.p.a.	31
1.3.2.14 G.V.C. S.p.a.	31
1.3.2.15 GPR S.r.l.....	32
1.3.2.16 Hydraulic House Sud S.p.a.	32
1.3.2.17 I.C.S.	32
1.3.2.18 Industrie Tessili Di Valfino.....	33
1.3.2.19 Italpannelli S.r.l.....	33
1.3.2.20 Las Mobili S.r.l.	33
1.3.2.21 Lavanderia Italia S.r.l.....	34
1.3.2.22 Marelli & Berta S.p.a.	34
1.3.2.23 Morgan S.p.a.	35
1.3.2.24 Naturalia S.r.l.	35
1.3.2.25 Promos S.p.a.....	36
1.3.2.26 S.A.R.R.E.M.E. S.r.l.	36
1.3.2.27 Sad Plastic S.p.a.	36
1.3.2.28 SFS S.r.l.	37
1.3.2.29 Standard Tela S.p.a.....	37
1.3.2.30 Veco Fonderia Smalteria S.p.a.	37
1.3.2.31 VI.PA Sa.s.	38
1.3.2.32 Quadro riassuntivo delle emissioni delle sorgenti localizzate	38
1.3.2.33 Allevamenti avicoli	39
1.3.3 LE SORGENTI DIFFUSE.....	41
1.3.4 QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI DELLE SORGENTI INDUSTRIALI	44
1.4 PROVINCIA DI CHIETI	48
1.4.1 LE SORGENTI PUNTUALI.....	49
1.4.1.1 Artsana Sud S.p.a.....	50
1.4.1.2 Aural S.r.l.....	50

<i>1.4.1.3 Bimo Italia S.p.a.</i>	<i>51</i>
<i>1.4.1.4 Buzzi U.N.I.C.E.M. S.p.a.</i>	<i>51</i>
<i>1.4.1.5 Calcestruzzi Pescara S.a.s.</i>	<i>53</i>
<i>1.4.1.6 Cartiere Burgo S.p.a.</i>	<i>53</i>
<i>1.4.1.7 Ceramica Isvea S.r.l.</i>	<i>54</i>
<i>1.4.1.8 Cray Valley Italia S.r.l.</i>	<i>55</i>
<i>1.4.1.9 Dayco Italy S.p.a.</i>	<i>55</i>
<i>1.4.1.10Desi Ceramica S.a.s.</i>	<i>56</i>
<i>1.4.1.11Di Nicola Gennaro & Figli S.p.a.</i>	<i>56</i>
<i>1.4.1.12Distilleria D'auria S.p.a.</i>	<i>57</i>
<i>1.4.1.13Flovetro S.p.a.</i>	<i>57</i>
<i>1.4.1.14Fox Petroli S.p.a.</i>	<i>58</i>
<i>1.4.1.15Granito Forte S.r.l.</i>	<i>58</i>
<i>1.4.1.16Honda Italia Industriale S.p.a.</i>	<i>59</i>
<i>1.4.1.17Latercrocetta Cirulli S.r.l.</i>	<i>59</i>
<i>1.4.1.18Luigi Femminella S.p.a.</i>	<i>60</i>
<i>1.4.1.19Mitea Sud S.p.a.</i>	<i>60</i>
<i>1.4.1.20Molini Di Foggia S.r.l.</i>	<i>60</i>
<i>1.4.1.21Molino E Pastificio De Cecco S.p.a.</i>	<i>61</i>
<i>1.4.1.22Nacanco S.p.a.</i>	<i>61</i>
<i>1.4.1.23Odoardo Zecca S.r.l.</i>	<i>61</i>
<i>1.4.1.24Pail Serramenti S.r.l.</i>	<i>62</i>
<i>1.4.1.25Rotopack S.r.l.</i>	<i>63</i>
<i>1.4.1.26S.I.V. S.p.a.</i>	<i>63</i>
<i>1.4.1.27Sevel S.p.a.</i>	<i>64</i>
<i>1.4.1.28Snam S.p.a.</i>	<i>67</i>
<i>1.4.1.29Societa' Burgo S.p.a.</i>	<i>68</i>
<i>1.4.1.30Trafilerie Meridionali S.p.a.</i>	<i>68</i>
<i>1.4.1.31Veta 86 S.p.a.</i>	<i>69</i>
<i>1.4.1.32Walter Tosto Serbatoi S.p.a.</i>	<i>69</i>

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell' Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

1.4.1.33	<i>Quadro riassuntivo delle emissioni delle sorgenti puntuali</i>	70
1.4.2	LE SORGENTI LOCALIZZATE	71
1.4.2.1	<i>Agip S.p.a.</i>	72
1.4.2.2	<i>Akea S.r.l.</i>	72
1.4.2.3	<i>CPL Imperial S.p.a.</i>	73
1.4.2.4	<i>Dell'Aventino S.r.l.</i>	73
1.4.2.5	<i>Denso Manufacturing Italia S.p.A.</i>	74
1.4.2.6	<i>Delverde S.r.l.</i>	74
1.4.2.7	<i>F.L.L. S.r.l.</i>	74
1.4.2.8	<i>F.LLI Petraro Di Raffaele</i>	75
1.4.2.9	<i>Forapack S.r.l.</i>	75
1.4.2.10	<i>General Sider Italiana S.p.a.</i>	76
1.4.2.11	<i>Germantex S.r.l.</i>	76
1.4.2.12	<i>Gissy S.p.a.</i>	77
1.4.2.13	<i>I.M.A.L. Sud S.r.l.</i>	77
1.4.2.14	<i>Ilved Glaverbel S.p.a.</i>	78
1.4.2.15	<i>Imet S.r.l.</i>	78
1.4.2.16	<i>Imsa S.r.l.</i>	78
1.4.2.17	<i>Laterizi Valpescara S.r.l.</i>	79
1.4.2.18	<i>ME.GA. S.r.l.</i>	79
1.4.2.19	<i>Ruzzi Industria Laterizi S.n.c.</i>	80
1.4.2.20	<i>S.I.C.A.V. S.r.l.</i>	80
1.4.2.21	<i>S.I.M.A.R. S.r.l.</i>	80
1.4.2.22	<i>Saf S.n.c.</i>	81
1.4.2.23	<i>Sagifur S.r.l.</i>	81
1.4.2.24	<i>Sansifici Vecere S.n.s.</i>	82
1.4.2.25	<i>Societa' Cooperativa Maielletta</i>	82
1.4.2.26	<i>Societa' Meridionale Inerti S.r.l.</i>	83
1.4.2.27	<i>Tecnologia Porcellane Mediterranee S.r.l.</i>	83
1.4.2.28	<i>Woodline Italia S.r.l.</i>	83

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell' Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

1.4.2.29	<i>Quadro riassuntivo delle emissioni delle sorgenti localizzate</i>	84
1.4.2.30	<i>Allevamenti avicoli e di suini</i>	85
1.4.3	LE SORGENTI DIFFUSE	85
1.4.4	QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI DELLE SORGENTI INDUSTRIALI	88
1.5	PROVINCIA DI PESCARA	93
1.5.1	LE SORGENTI PUNTUALI	94
1.5.1.1	<i>Adriasebina Cementi S.r.l.</i>	95
1.5.1.2	<i>Adria Met S.r.l.</i>	95
1.5.1.3	<i>Ausimont S.p.a.</i>	95
1.5.1.4	<i>Bussi Termoelettrica S.p.a.</i>	97
1.5.1.5	<i>Fater S.p.a.</i>	97
1.5.1.6	<i>Giustino Di Muzio S.r.l.</i>	98
1.5.1.7	<i>Italcementi S.p.a.</i>	98
1.5.1.8	<i>Kimberly Clark Sud S.p.a.</i>	99
1.5.1.9	<i>S.I.A.C. S.p.a.</i>	100
1.5.1.10	<i>Quadro riassuntivo delle emissioni delle sorgenti puntuali</i>	100
1.5.2	LE SORGENTI LOCALIZZATE	101
1.5.2.1	<i>Alfa Wassermann S.p.a.</i>	101
1.5.2.2	<i>Bucco & C. S.r.l.</i>	101
1.5.2.3	<i>De Leonardis S.r.l.</i>	102
1.5.2.4	<i>EL.ME.SA. S.r.l.</i>	102
1.5.2.5	<i>Industria Montecorona Napoleone S.p.a.</i>	102
1.5.2.6	<i>Molino e Pastificio De Cecco S.p.a.</i>	103
1.5.2.7	<i>Norasfalti S.r.l.</i>	103
1.5.2.8	<i>Pianella Carni S.d.f.</i>	103
1.5.2.9	<i>R.E.A. Carni</i>	104
1.5.2.10	<i>Vibe S.n.c.</i>	104
1.5.2.11	<i>Quadro riassuntivo delle emissioni delle sorgenti localizzate</i>	104
1.5.2.12	<i>Allevamenti avicoli</i>	105

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

1.5.3	LE SORGENTI DIFFUSE.....	106
1.5.4	QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI DELLE SORGENTI INDUSTRIALI	107
1.6	PROVINCIA DELL'AQUILA.....	111
1.6.1	LE SORGENTI PUNTUALI.....	111
1.6.2	LE SORGENTI LOCALIZZATE.....	112
1.6.3	QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI DELLE SORGENTI INDUSTRIALI	113
1.7	RIEPILOGO GENERALE.....	116
2	INDAGINI DIRETTE	132
3	LE MISURE SPERIMENTALI	146
3.1	GENERALITÀ.....	146
3.1.1	PROVINCIA DI CHIETI	150
3.1.2	PROVINCIA DI TERAMO.....	154
3.1.3	PROVINCIA DI PESCARA	156
3.1.4	PROVINCIA DELL'AQUILA.....	158
3.1.5	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE INDAGINI DIRETTE	160

VOLUME 2 – Fase Conoscitiva

Tomo III: *Inventario delle emissioni delle sorgenti diffuse.*

1	MACROSETTORE 2: COMBUSTIONE NEI SETTORI COMMERCIO, PUBBLICA AMMINISTRAZIONE, RESIDENZIALE, AGRICOLTURA, FORESTE E PESCA.....	11
1.1	SETTORE 020200: RESIDENZIALE.....	11
1.1.1	ATTIVITÀ 020202 (CALDAIE CON POTENZA TERMICA < DI 50 MW)	11

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

1.2	SETTORE 020300:AGRICOLTURA	13
1.2.1	ATTIVITÀ 020302 (CALDAIE CON POTENZA TERMICA < DI 50 MW)	13
1.2.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	13
1.3	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI	15
2	MACROSETTORE 3: COMBUSTIONE NELL'INDUSTRIA	19
2.1	SETTORE 030100: COMBUSTIONE IN CALDAIE, TURBINE A GAS E MOTORI FISSI	19
2.1.1	ATTIVITÀ 030103 (CALDAIE CON POTENZA TERMICA < DI 50 MW)	19
2.1.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	19
2.2	QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI.....	20
2.2.1	ATTIVITÀ 020202 – 020302 – 030103	21
2.2.2	MAPPE RIEPILOGATIVE COMUNALI.....	21
3	MACROSETTORE 4: PROCESSI PRODUTTIVI.....	25
3.1	SETTORE 040600: PROCESSI NELL'INDUSTRIA DEL LEGNO, DELLA PASTA PER LA CARTA, DEGLI ALIMENTI E DELLE BEVANDE E ALTRE INDUSTRIE	25
3.1.1	ATTIVITÀ 040605 (PRODUZIONE DI PANE), 040606 (PRODUZIONE DI VINO ROSSO E BIANCO) E 040608 (PRODUZIONE DI ALCOLICI).....	25
3.1.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	26
3.2	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI	27
4	MACROSETTORE 5: ESTRAZIONE E DISTRIBUZIONE DI COMBUSTIBILI FOSSILI.....	29
4.1	SETTORE 050500: DISTRIBUZIONE DI BENZINA	29
4.1.1	ATTIVITÀ 050502 (TRASPORTO E DEPOSITO)	29

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

4.1.2	ATTIVITÀ 050503 (STAZIONI DI SERVIZIO)	29
4.1.3	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	30
4.2	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI	31
4.2.1	MAPPE RIEPILOGATIVE COMUNALI.....	32
5	MACROSETTORE 6: USO DI SOLVENTI ED ALTRI PRODOTTI.....	33
5.1	INDAGINI DIRETTE.....	33
5.2	SETTORE 060100: APPLICAZIONE DI VERNICI.....	43
5.2.1	ATTIVITÀ 060102 (RIPARAZIONE DI VEICOLI) – 060106 (COSTRUZIONE DI BARCHE) – 060107 (VERNICIATURA DEL LEGNO).....	43
5.2.2	ATTIVITÀ 060103 (COSTRUZIONE ED EDILIZIA) E 060104 (USO DOMESTICO).....	45
5.3	SETTORE 060200: SGRASSAGGIO, PULITURA A SECCO ED ELETTRONICA.....	45
5.3.1	ATTIVITÀ 060201 (SGRASSAGGIO DEI METALLI).....	45
5.3.2	ATTIVITÀ 060202 (PULITURA A SECCO).....	46
5.4	SETTORE 060400: ALTRI USI DI SOLVENTI E RELATIVE ATTIVITÀ	46
5.4.1	ATTIVITÀ 060403 (INDUSTRIA DELLA STAMPA).....	46
5.4.2	ATTIVITÀ 060408 (USO DI SOLVENTI DOMESTICI).....	47
5.5	PROSPETTI RIEPILOGATIVI.....	48
5.6	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI	50
5.6.1	SETTORI 0601 – 0602 - 0604	51
5.6.2	MAPPE RIEPILOGATIVE COMUNALI.....	52
6	MACROSETTORE 7: IL TRAFFICO AUTOVEICOLARE	53
6.1	ASPETTI GENERALI.....	53
6.2	IDATI DI BASE.....	58

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

6.3	IL MODELLO UTILIZZATO.....	59
6.4	IMPORTAZIONE DEI DATI DI BASE E ASSEGNAZIONE DEI FLUSSI.....	62
6.4.1	IL PARCO CIRCOLANTE.....	62
6.4.2	DATI TERRITORIALI	63
6.4.3	LE SORGENTI LINEARI.....	64
6.4.4	LE SORGENTI DIFFUSE.....	67
6.5	LA CALIBRAZIONE DEL MODELLO	71
6.6	CALCOLO DELLE EMISSIONI.....	72
7	MACROSETTORE 8: ALTRE SORGENTI MOBILI.....	81
7.1	SETTORE 0802: FERROVIE.....	81
7.1.1	ATTIVITÀ 080201 (LOCOMOTIVE ADIBITE AL TRAINO DEI VAGONI) - 080202 (AUTOMOTRICI USATE PER BREVI TRATTI DI PERCORRENZA) - 080203 (LOCOMOTIVE PER LUNGHE DISTANZE).....	82
7.1.2	.PROSPETTI RIEPILOGATIVI	84
7.2	SETTORE 0803 : ACQUE DI NAVIGAZIONE INTERNA	85
7.2.1	ATTIVITÀ 080301 (BARCHE A VELA CON MOTORI AUSILIARI) - 080302 (BARCHE PRIVATE E DA LAVORO CON MOTORE A DUE TEMPI).....	85
7.2.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	87
7.3	SETTORE 0804 : ATTIVITÀ MARITTIME	88
7.3.1	080402 (TRAFFICO MARITTIMO NAZIONALE) - 080403 (MEZZI IMPIEGATI NELLA PESCA) - 080404 (TRAFFICO MARITTIMO INTERNAZIONALE)	88
7.3.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	93
7.4	SETTORE 0805: TRAFFICO AEREO	95
7.4.1	080501 (TRAFFICO AEREO NAZIONALE, AL DI SOTTO DEI 1000 METRI DI ALTITUDINE) - 080502 (TRAFFICO AEREO	

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell' Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

INTERNAZIONALE,AL DI SOTTO DEI 1000 METRI DI ALTITUDINE).....	95
7.4.2 PROSPETTI RIEPILOGATIVI	97
7.5 SETTORE 0806 : AGRICOLTURA.....	98
7.5.1 PROSPETTI RIEPILOGATIVI	100
7.5.2 VALIDAZIONE DEI DATI	101
7.6 SETTORE 0808 : INDUSTRIA.....	102
7.6.1 PROSPETTI RIEPILOGATIVI.....	109
7.6.2 VALIDAZIONE DEI DATI	111
7.7 QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI	114
7.7.1 LE SORGENTI DIFFUSE.....	114
7.7.2 LE SORGENTI NOMINALI.....	117
8 MACROSETTORE 9: TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI	120
8.1 SETTORE 091000: ALTRI TRATTAMENTI DEI RIFIUTI.....	120
8.2 ATTIVITÀ 091004 (INTERRAMENTO DEI RIFIUTI)	121
8.3 PROSPETTI RIEPILOGATIVI.....	121
9 MACROSETTORE 10: AGRICOLTURA	124
9.1 SETTORE 100100: COLTURE CON FERTILIZZANTI.....	124
9.1.1 ATTIVITÀ 100101 (COLTURE PERMANENTI) – 100102 (TERRENI ARABILI) - 100103 (RISAIE) - 100104 (VIVAI).....	126
9.1.1.1 <i>Disaggregazioni spaziali</i>	126
9.1.1.2 <i>Emissioni di NH3</i>	128
9.1.1.3 <i>Emissioni di N2O</i>	131
9.1.1.4 <i>Emissioni di NO</i>	131
9.1.1.5 <i>Emissioni di COV</i>	131
9.1.2 PROSPETTI RIEPILOGATIVI	132
9.1.3 VALIDAZIONE DEI DATI	134

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

9.2	SETTORE 100200: COLTURE SENZA FERTILIZZANTI.....	135
9.2.1	ATTIVITÀ 100202 (TERRENI ARABILI).....	135
9.2.2	ATTIVITÀ 100205 (PRATIE PASCOLI)	136
9.2.2.1	<i>Disaggregazione spaziale</i>	136
9.2.2.2	<i>Emissioni di NH3</i>	137
9.2.2.3	<i>Emissioni di N2O</i>	137
9.2.3	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	138
9.2.4	VALIDAZIONE DEI DATI	139
9.3	SETTORE 100300: COMBUSTIONE DI RESIDUI AGRICOLI	140
9.3.1	ATTIVITÀ: 100301 (COMBUSTIONE DI RESIDUI AGRICOLI)	140
9.3.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	141
9.3.3	VALIDAZIONE DEI DATI	142
9.4	SETTORE 100400: FERMENTAZIONE ENTERICA	143
9.4.1	ATTIVITÀ 100401 (MUCCA DA LATTE) – 100402 (ALTRO BESTIAME) – 100403 (SUINI) – 100404 (OVINI) – 100405 (CAPRINI) – 100406 (CAVALLI) – 100407 (MULI E ASINI) - 100414 (BUFALI).....	144
9.4.1.1	<i>Disaggregazioni spaziali</i>	144
9.4.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	147
9.4.3	VALIDAZIONE DEI DATI	149
9.5	SETTORE 100500: USO DI CONCIMI ORGANICI NATURALI	150
9.5.1	ATTIVITÀ 100501 (MUCCA DA LATTE) – 100502 (ALTRO BESTIAME) - 100503 (MAIALI), 100504 (SCROFE) – 100505 (OVINI E CAPRINI) – 100506 (EQUINI) – 100507 (GALLINE) – 100508 (PICCOLI) - 100509 (ALTRO POLLAME).....	151
9.5.1.1	<i>Disaggregazioni spaziali</i>	151
9.5.1.2	<i>Emissioni di NH3</i>	154
9.5.1.3	<i>Emissioni di N2O</i>	154
9.5.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	155
9.5.3	VALIDAZIONE DEI DATI	157

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

9.6	SETTORE 100600: USO DI PESTICIDI	158
9.6.1	ATTIVITÀ 100601 (USO DI LINDANO)	159
9.6.2	ATTIVITÀ 100602 (USO DI PCP)	160
9.6.3	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	161
9.6.4	VALIDAZIONE DEI DATI	162
9.7	QUADRO RIASSUNTIVO DELLE EMISSIONI.....	162
9.7.1	SETTORI 1001 E 1002.....	163
9.7.2	SETTORI 1003, 1004 E 1005.....	164
9.7.3	MAPPE RIEPILOGATIVE COMUNALI.....	165
10	MACROSETTORE 11: NATURA	167
10.1	SETTORI 110100 E 111100: FORESTE DI LATIFOGIE SPONTANEE E NON SPONTANEE	167
10.1.1	CORREZIONI IN BASE ALLA TEMPERATURA E ALLA RADIAZIONE SOLARE	168
10.1.2	ATTIVITÀ 110101 (EMETTITRICI DI ISOPROPENE) –.....	172
10.1.3	ATTIVITÀ 110103 (NON EMETTITRICI DI ISOPROPENE).....	174
10.1.4	ATTIVITÀ 110104 (SUOLI DI FORESTE LATIFOGIE SPONTANEE)	176
10.1.5	ATTIVITÀ 111101 (FORESTE DI LATIFOGIE NON SPONTANEE)	177
10.1.6	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	178
10.1.7	VALIDAZIONE DEI DATI	180
10.2	SETTORI 110200 E 111200: FORESTE DI CONIFERE SPONTANEE E NON SPONTANEE.....	181
10.2.1	ATTIVITÀ 110201 (FORESTE CONIFERE SPONTANEE) –.....	182
10.2.2	ATTIVITÀ 110204 (SUOLI DI FORESTE CONIFERE SPONTANEE)	184
10.2.3	ATTIVITÀ 111101 (FORESTE DI CONIFERE NON SPONTANEE)	184

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell' Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

10.2.4	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	185
10.2.5	VALIDAZIONE DEI DATI	187
10.3	SETTORE 1103: INCENDI BOSCHIVI.....	188
10.3.1	ATTIVITÀ 110301 (INCENDI BOSCHIVI)	188
10.3.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	189
10.3.3	VALIDAZIONE DEI DATI	190
10.4	SETTORE 1104: TERRENI ERBOSI NATURALI.....	190
10.4.1	ATTIVITÀ 110401 (PRATERIE NATURALI).....	191
	10.4.1.1 Emissioni di NO.....	191
	10.4.1.2 Emissioni di COV	192
10.4.2	ATTIVITÀ 110403 (VEGETAZIONE DI BASSO FUSTO)	192
10.4.3	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	193
10.4.4	VALIDAZIONE DEI DATI	195
10.5	SETTORE 1105: ZONE UMIDE	195
10.5.1	ATTIVITÀ 110506 (LAGHI).....	196
10.5.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	197
10.6	SETTORE 1107: ANIMALI E UMANI.....	198
10.6.1	ATTIVITÀ 110702 (UMANI).....	198
10.6.2	PROSPETTI RIEPILOGATIVI	198
10.6.3	VALIDAZIONE DEI DATI	199
10.7	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI	199
10.7.1	SETTORI 1101 - 1102 – 1103 – 1104 – 1105 – 1107 – 1111 - 1112.....	200
10.7.2	MAPPE RIEPILOGATIVE COMUNALI.....	201
11	QUADRO RIEPILOGATIVO REGIONALE DELLE	
	EMISSIONI.....	203
11.1	GLI INQUINANTI PRINCIPALI	203
11.1.1	EMISSIONI PER MACROSETTORE CORINAIR.....	203
11.1.2	EMISSIONI PER ATTIVITÀ CORINAIR	206
11.1.3	EMISSIONI TOTALI COMUNALI.....	211

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

11.1.4 CONTRIBUTI PROVINCIALI.....	218
11.1.5 ANDAMENTI MENSILI.....	219
11.2 I METALLI PESANTI	219
11.2.1 EMISSIONI PER MACROSETTORE CORINAIR.....	219
11.3 ALTRI INQUINANTI CENSITI	220
11.3.1 EMISSIONI PER MACROSETTORE CORINAIR.....	220
11.4 MAPPE REGIONALI.....	223
11.4.1 EMISSIONI TOTALI SU COMUNE.....	224
11.4.2 EMISSIONI TOTALI SU GRIGLIATO.....	229

VOLUME 3 – Fase Valutativa
Tomo I: Analisi dei dati di qualità dell'aria.

1 INTRODUZIONE.....	6
2 I DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA	8
2.1 LE STAZIONI MOBILI.....	8
2.1.1 RETE MOBILE DELL'ISTITUTO MARIO NEGRI SUD	8
2.1.1.1 S.Giovanni Teatino - Via Aterno	10
2.1.1.2 S.Giovanni Teatino – Via Ciancetta	14
2.1.1.3 S.Giovanni - Via D'Azeglio.....	18
2.1.1.4 S.Giovanni-Piazzale Scuola.....	23
2.1.1.5 Considerazioni conclusive.....	28
2.2 LE STAZIONI FISSE	29
2.2.1 LA RETE DELL'ARTA.....	33
2.2.1.1 Riepilogo degli standard di qualità dell'aria.....	38
2.2.1.1.1 Biossido di zolfo	38
2.2.1.1.2 Monossido di carbonio	39
2.2.1.1.3 Biossido di azoto	40
2.2.1.1.4 Ozono	41
2.2.1.1.5 Frazione respirabile di particelle sospese	42

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

2.2.1.1.6	Benzene	42
2.2.1.1.7	Composti organici volatili	43
2.2.1.2	<i>Giorni tipo</i>	43
2.2.1.2.1	Stazioni per il monitoraggio degli inquinanti da traffico	44
2.2.1.2.2	Teatro D'Annunzio	47
2.2.1.3	<i>Confronti annuali</i>	48
2.2.1.3.1	Viale D'Annunzio	48
2.2.1.3.2	Andamenti medi mensili e giornalieri per il biennio 1998-99	50
2.2.1.4	<i>Considerazioni sul contributo delle sorgenti legate al traffico</i>	61
2.2.1.4.1	Rapporto delle concentrazioni di NO ₂ /NO _x	61
2.2.1.4.2	Rapporto delle concentrazioni di CO/NO _x	64
2.2.1.4.3	Correlazione tra benzene e monossido di carbonio	65
2.2.2	LA RETE DELL'ISTITUTO MARIO NEGRI SUD	67
2.2.2.1	<i>Riepilogo degli standard di qualità dell'aria</i>	70
2.2.2.1.1	Monossido di carbonio	70
2.2.2.1.2	Polveri sospese totali	71
2.2.2.1.3	Biossido di zolfo	72
2.2.2.1.4	Ozono	72
2.2.2.1.5	Benzene	73
2.2.2.2	<i>Giorni tipo</i>	74
2.2.2.2.1	Atessa	74
2.2.2.2.2	Chieti	75
2.2.2.2.3	San Salvo	75
2.2.2.3	<i>Andamenti mensili e giornalieri</i>	76
2.2.2.4	<i>Monossido di carbonio</i>	77
2.2.2.4.1	Monossido di azoto	79
2.2.2.4.2	Polveri sospese totali	83
2.2.2.4.3	Biossido di zolfo	84
2.2.2.4.4	Ozono	85
2.2.2.4.5	Benzene	88
2.2.2.4.6	Etil-benzene	89
2.2.2.4.7	Meta-xylene	90
2.2.2.4.8	Orto-xylene	91
2.2.2.4.9	Para-xylene	92
2.2.2.4.10	Toluene	93

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

2.2.2.5	<i>Correlazioni tra inquinanti</i>	94
2.2.2.5.1	Correlazioni tra benzene e monossido di carbonio.....	94
2.2.2.5.2	Correlazioni tra Benzene e COV.....	95

VOLUME 3 – Fase Valutativa
Tomo II: Simulazioni modellistiche a mesoscala.

1	LA SCELTA DEI MODELLI DI QUALITÀ DELL'ARIA	6
2	LE DEPOSIZIONI ACIDE	9
2.1	INTRODUZIONE.....	9
2.2	CENNI SULLE DEPOSIZIONI ACIDE.....	10
2.2.1	TRASFORMAZIONI CHIMICHE.....	11
2.2.2	PROCESSI DI RIMOZIONE.....	13
2.2.2.1	<i>Deposizioni umide</i>	13
2.2.2.2	<i>Deposizioni secche</i>	14
2.2.2.3	<i>Deposizioni occulte</i>	15
2.2.3	FENOMENI METEO-DIFFUSIVI.....	16
2.2.4	LE DEPOSIZIONI ACIDE E IL DEGRADO DEL PATRIMONIO ARTISTICO.....	17
2.3	IL CONTRIBUTO DELLE SORGENTI LOCALIZZATE ALL'ESTERO.....	19
2.3.1	IL MODELLO UTILIZZATO.....	19
2.3.2	I FLUSSI TRANSFRONTALIERI.....	21
2.4	IL CONTRIBUTO DELLE SORGENTI PUNTIFORMI LOCALIZZATE IN ITALIA.....	26
2.4.1	LE DEPOSIZIONI DI ZOLFO.....	26
2.4.1.1	<i>Il modello utilizzato</i>	26
2.4.1.2	<i>Il contributo delle sorgenti puntuali localizzate in Italia</i>	29
2.4.1.3	<i>Il contributo delle sorgenti diffuse localizzate in Italia</i>	30
2.4.2	LE DEPOSIZIONI DI AZOTO.....	37

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

2.5	IL CONTRIBUTO DELLE SORGENTI LOCALIZZATE IN ABRUZZO	39
3	DISPERSIONE A MESOSCALA	45
3.1	PREMESSA	45
3.2	DETERMINAZIONE DEI CAMPI DI VENTO CLIMATOLOGICI IN AREE GEOGRAFICI AD OROGRAFIA COMPLESSA	45
3.2.1	LE SIMULAZIONI	46
3.2.2	I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	49
3.3	SIMULAZIONE DEL TRASPORTO E DELLA TRASFORMAZIONE DEGLI INQUINANTI	60
3.3.1	SCENARI METEOROLOGICI	62
3.3.2	SCENARI EMISSIVI.....	63
3.3.3	INQUINANTI EMESSI	63
3.3.4	LE AREE DI STUDIO	72
3.3.4.1	Area di studio n°1: Abruzzo e Lazio.....	72
3.3.4.2	Area di studio n°2: Regione Abruzzo.....	73
3.3.5	I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	74
3.3.5.1	Area di studio n°1: Regione Abruzzo e Lazio.....	75
3.3.5.2	Area di studio n°2: Regione Abruzzo.....	95
3.4	INDIVIDUAZIONE DEI BACINI AEROLOGICI.....	126

VOLUME 3 – Fase Valutativa

Tomo III: Simulazioni modellistiche a scala locale.

1	SIMULAZIONI A SCALA LOCALE	6
1.1	AREE INDUSTRIALI E URBANE	7
1.1.1	SIMULAZIONI CLIMATOLOGICHE.....	9
1.1.1.1	Il modello ISCLT3.....	9
1.1.1.2	Studi climatologici a scala locale.....	11
1.1.1.2.1	Individuazione delle situazioni meteorologiche e calcolo delle relative frequenze.....	11
1.1.1.2.2	Calcolo della classe di stabilità	14

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

1.1.1.2.3	Determinazione dell'altezza dello strato di mescolamento.....	15
1.1.1.2.4	Andamenti stagionali medi della temperatura	15
1.1.1.3	Le aree di studio	16
1.1.1.3.1	Area di studio di Avezzano	20
1.1.1.3.2	Area di studio di Casoli.....	31
1.1.1.3.3	Area di studio di Pescara.....	45
1.1.1.3.4	Area di studio di Vasto.....	59
1.1.2	SIMULAZIONI EPISODICHE.....	73
<i>1.1.2.1</i>	<i>Costruzione dei campi del vento.....</i>	<i>74</i>
<i>1.1.2.2</i>	<i>Le aree di studio</i>	<i>77</i>
1.1.2.2.1	Area di studio de L'Aquila.....	79
1.1.2.2.2	Area di studio di Sulmona.....	86
1.1.2.2.3	Area di studio di Teramo.....	93
2	SIMULAZIONI A MICROSCALA.....	100
2.1	I MODELLI UTILIZZATI.....	102
2.1.1	EMI-BACINO	102
2.1.2	CITY-EMI.....	104
2.1.3	CITY-AIR	107
2.1.4	MC2	109
2.2	APPLICAZIONE DEI MODELLI CITY	112
2.2.1	LE SORGENTI LINEARI: GENERALITÀ.....	112
2.2.2	LE AREE DI STUDIO	113
<i>2.2.2.1</i>	<i>Metodologia per la creazione degli scenari.....</i>	<i>113</i>
2.2.3	AREA DI PESCARA	117
2.2.4	AREA DI VASTO.....	127
2.2.5	AREA DI S. GIOVANNI TEATINO	136
2.3	SIMULAZIONI IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO.....	142
2.3.1	AREA DI GIULIANOVA	142
3	VALIDAZIONE DEI MODELLI DI DISPERSIONE	146
3.1	AREE URBANE.....	147

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.2	AREE INDUSTRIALI	149
3.3	AREE A RIDOSSO DELLE PRINCIPALI VIE DI COMUNICAZIONE.....	151

VOLUME 4 – Fase Propositiva
Tomo I: Individuazione delle aree prioritarie.

1	PREMESSA.....	7
2	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE OBIETTIVO.....	8
2.1	INTRODUZIONE.....	8
2.2	ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE.....	8
2.2.1	INDICE DI RISCHIO DA SORGENTI DIFFUSE.....	9
2.2.2	INDICE DI RISCHIO DA SORGENTI INDUSTRIALI.....	27
2.2.3	INDICI DI RISCHIO DA SORGENTI STRADALI.....	31
2.3	INQUINANTI NON NORMATI.....	40
2.3.1	BENZENE.....	40
2.3.2	CADMIO.....	42
2.4	IL RISCHIO AMBIENTALE-ARIA PER LE AREE NATURALI.....	46
2.4.1	INDICE DI RISCHIO.....	46
2.5	IL RISCHIO AMBIENTALE-ARIA PER I BENI MONUMENTALI ESPOSTI ALL'APERTO	49
2.5.1	PREMESSA	49
2.5.2	INDICE DI ANNERIMENTO	50
2.5.3	INDICE DI EROSIONE.....	58
3	LA DEFINIZIONE DELLE STRATEGIE DI TUTELA E RISANAMENTO.....	65
3.1	ASPETTI GENERALI.....	65
3.2	INTERVENTI DI RISANAMENTO A MEDIO - LUNGO TERMINE A SCALA REGIONALE: L'INQUINAMENTO FOTOCHIMICO	67

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.2.1	LA METODOLOGIA ADOTTATA: IL MODELLO SIMPLEX	67
3.2.2	L'USO DEL MODELLO SIMPLEX.....	71
3.2.3	I PARAMETRI DI INGRESSO	73
3.2.4	IDENTIFICAZIONE DELLE OPZIONI DISPONIBILI PER IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI.....	75
3.2.5	GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	78
3.2.5.1	<i>Scenario tutto e subito</i>	79
3.2.5.2	<i>Scenario di equità distributiva</i>	82
3.2.5.3	<i>Scenario a penetrazione graduale</i>	86
3.3	LE STRATEGIE PER IL CONTROLLO AMBIENTALE DELLA CIRCOLAZIONE	91
3.3.1	GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	93
3.4	STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI INDUSTRIALI	95
3.4.1	LA DIRETTIVA 96/61/CE	96
3.4.2	TECNOLOGIE DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI.....	98
3.4.2.1	<i>BAT per i grandi impianti di combustione</i>	98
3.4.2.1.1	Abbattimento delle emissioni di SOx	99
3.4.2.1.2	Abbattimento delle emissioni di NOx	104
3.4.2.1.3	Abbattimento delle emissioni di PST	108
3.4.2.2	<i>BAT nella fusione del rame</i>	109
3.4.2.2.1	Abbattimento delle emissioni	109
3.4.2.3	<i>BAT nella fusione dell'alluminio</i>	111
3.4.2.3.1	Abbattimento delle emissioni	111
3.4.2.4	<i>BAT per i forni per cemento</i>	113
3.4.2.4.1	Abbattimento delle emissioni di SO2.....	113
3.4.2.4.2	Abbattimento delle emissioni di NOx	113
3.4.2.4.3	Abbattimento delle emissioni di PST	114
3.4.2.5	<i>BAT per i forni di produzione di vetro piano</i>	115
3.4.2.5.1	Abbattimento delle emissioni di SOx	115
3.4.2.5.2	Abbattimento delle emissioni di NOx	116
3.4.2.5.3	Abbattimento delle emissioni di PST	117
3.4.2.6	<i>BAT nella produzione di paste per la carta semichimiche al solfito</i>	118

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.4.2.6.1	Abbattimento delle emissioni di NO _x , SO _x e PST.....	118
3.5	ALTRI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	119
3.5.1	GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	120
3.5.1.1	<i>La metodologia utilizzata</i>	<i>120</i>
3.5.1.2	<i>Combustione nel settore residenziale: riduzione delle emissioni di</i> <i>CO₂</i>	<i>123</i>
3.5.1.3	<i>Rete di distribuzione di carburante: riduzione delle emissioni di COV.....</i>	<i>125</i>
3.6	SIMULAZIONI DI SCENARIO	128
3.6.1	DISPERSIONE A MESOSCALA.....	128
3.6.2	DISPERSIONE A SCALA LOCALE	130
3.7	AMPLIAMENTO DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	136
3.8	SISTEMA INFORMATIVO DI SUPPORTO ALLE DECISIONI.....	139
3.8.1	SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE	140
3.8.2	BANCA DATI ALFANUMERICA E CARTOGRAFICA	142
3.8.3	MODELLI DI SIMULAZIONE	142
3.8.4	STRUMENTI DI ANALISI DEI DATI RILEVATI DALLE RETI DI MONITORAGGIO	143
3.9	FASE DI VERIFICA.....	145
3.9.1	METODI DIRETTI	145
3.9.2	METODI STATISTICI	146
3.10	PREDISPOSIZIONE DI UN PIANO DI PUBBLICIZZAZIONE	148
3.11	IL DECRETO LEGISLATIVO 351/99	150
3.11.1	D.LGS. 4 AGOSTO 1999, N° 351 – ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 96/62/CE IN MATERIA DI VALUTAZIONE E DI GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE	150
3.11.2	D.M. 2 APRILE 2002, N° 60 - RECEPIMENTO DELLA DIRETTIVA 1999/30/CE DEL CONSIGLIO DEL 22 APRILE 1999 CONCERNENTE I VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE PER IL BISSIDO DI ZOLFO, IL BISSIDO DI	

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

AZOTO, GLI OSSIDI DI AZOTO, LE PARTICELLE E IL PIOMBO E DELLA DIRETTIVA 2000/69/CE RELATIVA AI VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE PER IL BENZENE ED IL MONOSSIDO DI CARBONIO	153
3.11.3 IL DECRETO “PIANI E PROGRAMMI”	156

VOLUME 4 – Fase Propositiva

Tomo II: Stato dell'arte dei modelli di qualità dell'aria e quadro normativo.

1 I MODELLI DI QUALITÀ DELL'ARIA.....	5
1.1 PREMESSA	5
1.2 I MODELLI E LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE DIRETTIVE	6
1.3 L'INTEGRAZIONE DEI MODELLI CON LE MISURE.....	8
1.4 SELEZIONE DEI MODELLI.....	10
1.4.1 CARATTERISTICHE GENERALI DEI MODELLI	10
1.4.2 DOCUMENTAZIONE E FONTI DI INFORMAZIONE.....	12
1.4.3 TIPOLOGIE DI MODELLI.....	13
1.5 APPLICAZIONE DEI MODELLI	16
1.5.1 PROCEDURA DI APPLICAZIONE DEI MODELLI.....	16
1.5.2 SCENARI DI APPLICAZIONE DEI MODELLI.....	18
1.6 BIBLIOGRAFIA	22
2 DEFINIZIONE DEL QUADRO NORMATIVO.....	24
2.1 CRITERI GENERALI.....	24
2.2 LE NORMATIVE SELEZIONATE.....	24
2.3 L'ARCHIVIO “LEGGI”	98



	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

NR. DOCUMENTO:	A02R-RTF-0802	Revisione:	0
		Nr. Pagine:	158
TITOLO:	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo		
Copia n°:	Copia destinata a:		
Copia	<input type="checkbox"/> controllata		<input type="checkbox"/> non controllata

NR. PROGETTO:	007-QA-PRRA-00	
PROGETTO:	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	
FASE	05	Progetto territoriale

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

Documenti prodromici

NR. DOCUMENTO	TITOLO	AUTORE
A133-RTI-0801 Rev0	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria - Bozza	ESA Sas

Allegati

NR. DOCUMENTO	TITOLO	AUTORE

Storia del Documento

REVISIONE	DATA	MODIFICHE
0	15/09/2002	Creato documento

REGIONE ABRUZZO

PIANO DI TUTELA E RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLA REGIONE ABRUZZO

Volume 4 - Fase Propositiva

Tomo I

Individuazione aree prioritarie e previsione degli scenari di intervento

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	8
2	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE OBIETTIVO.....	9
2.1	INTRODUZIONE	9
2.2	ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE.....	9
2.2.1	INDICE DI RISCHIO DA SORGENTI DIFFUSE	10
2.2.2	INDICE DI RISCHIO DA SORGENTI INDUSTRIALI	28
2.2.3	INDICI DI RISCHIO DA SORGENTI STRADALI	32
2.3	INQUINANTI NON NORMATI.....	41
2.3.1	BENZENE.....	41
2.3.2	CADMIO	43
2.4	IL RISCHIO AMBIENTALE-ARIA PER LE AREE NATURALI	47
2.4.1	INDICE DI RISCHIO.....	47
2.5	IL RISCHIO AMBIENTALE-ARIA PER I BENI MONUMENTALI ESPOSTI ALL'APERTO.....	50
2.5.1	PREMESSA	50
2.5.2	INDICE DI ANNERIMENTO	51
2.5.3	INDICE DI EROSIONE	59
3	LA DEFINIZIONE DELLE STRATEGIE DI TUTELA E RISANAMENTO.....	66
3.1	ASPETTI GENERALI.....	66
3.2	INTERVENTI DI RISANAMENTO A MEDIO - LUNGO TERMINE A SCALA REGIONALE: L'INQUINAMENTO FOTOCHIMICO	68
3.2.1	LA METODOLOGIA ADOTTATA: IL MODELLO SIMPLEX.....	68

3.2.2	L'USO DEL MODELLO SIMPLEX	72
3.2.3	I PARAMETRI DI INGRESSO	74
3.2.4	IDENTIFICAZIONE DELLE OPZIONI DISPONIBILI PER IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI	76
3.2.5	GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	79
3.2.5.1	<i>Scenario tutto e subito</i>	80
3.2.5.2	<i>Scenario di equità distributiva</i>	83
3.2.5.3	<i>Scenario a penetrazione graduale</i>	87
3.3	LE STRATEGIE PER IL CONTROLLO AMBIENTALE DELLA CIRCOLAZIONE.....	92
3.3.1	GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	94
3.4	STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI INDUSTRIALI	96
3.4.1	LA DIRETTIVA 96/61/CE.....	97
3.4.2	TECNOLOGIE DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI.....	99
3.4.2.1	<i>BAT per i grandi impianti di combustione</i>	99
3.4.2.1.1	Abbattimento delle emissioni di SOx	100
3.4.2.1.2	Abbattimento delle emissioni di NOx.....	105
3.4.2.1.3	Abbattimento delle emissioni di PST	109
3.4.2.2	<i>BAT nella fusione del rame</i>	110
3.4.2.2.1	Abbattimento delle emissioni	110
3.4.2.3	<i>BAT nella fusione dell'alluminio</i>	112
3.4.2.3.1	Abbattimento delle emissioni	112
3.4.2.4	<i>BAT per i forni per cemento</i>	114
3.4.2.4.1	Abbattimento delle emissioni di SO2	114
3.4.2.4.2	Abbattimento delle emissioni di NOx.....	114
3.4.2.4.3	Abbattimento delle emissioni di PST	115
3.4.2.5	<i>BAT per i forni di produzione di vetro piano</i>	116
3.4.2.5.1	Abbattimento delle emissioni di SOx	116
3.4.2.5.2	Abbattimento delle emissioni di NOx.....	117
3.4.2.5.3	Abbattimento delle emissioni di PST	118
3.4.2.6	<i>BAT nella produzione di paste per la carta semichimiche al solfito</i>	119
3.4.2.6.1	Abbattimento delle emissioni di NOx, SOx e PST	119
3.5	ALTRI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI.....	120
3.5.1	GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI	121
3.5.1.1	<i>La metodologia utilizzata</i>	121
3.5.1.2	<i>Combustione nel settore residenziale: riduzione delle emissioni di CO₂</i>	124

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell’Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.5.1.3 *Rete di distribuzione di carburante: riduzione delle emissioni di COV.....* 126

3.6 SIMULAZIONI DI SCENARIO 129

3.6.1 DISPERSIONE A MESOSCALA 129

3.6.2 DISPERSIONE A SCALA LOCALE..... 132

3.7 AMPLIAMENTO DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL’ARIA ... 138

3.8 SISTEMA INFORMATIVO DI SUPPORTO ALLE DECISIONI..... 141

3.8.1 SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE..... 142

3.8.2 BANCA DATI ALFANUMERICA E CARTOGRAFICA 144

3.8.3 MODELLI DI SIMULAZIONE 144

3.8.4 STRUMENTI DI ANALISI DEI DATI RILEVATI DALLE RETI DI MONITORAGGIO..... 145

3.9 FASE DI VERIFICA 147

3.9.1 METODI DIRETTI..... 147

3.9.2 METODI STATISTICI 148

3.10 PREDISPOSIZIONE DI UN PIANO DI PUBBLICIZZAZIONE..... 150

3.11 IL DECRETO LEGISLATIVO 351/99 152

3.11.1 D.LGS. 4 AGOSTO 1999, N° 351 – ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 96/62/CE IN
MATERIA DI VALUTAZIONE E DI GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL’ARIA AMBIENTE
..... 152

3.11.2 D.M. 2 APRILE 2002, N° 60 - RECEPIMENTO DELLA DIRETTIVA 1999/30/CE DEL
CONSIGLIO DEL 22 APRILE 1999 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 E DELLA DIRETTIVA 2000/69/CE
RELATIVA AI VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL’ARIA AMBIENTE PER IL BENZENE
ED IL MONOSSIDO DI CARBONIO..... 155

3.11.3 IL DECRETO “PIANI E PROGRAMMI” 158

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione conclusiva sulle attività svolte nel corso della Fase Propositiva del Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo.

In primo luogo vengono individuate, sulla scorta dei risultati delle fasi Conoscitiva e Valutativa, le aree di rischio e/o oggetto di tutela. La metodologia adottata è basata sull'elaborazione di *indici di rischio* relativamente alle principali tipologie di recettori sensibili (popolazione, aree naturali, beni culturali). Gli indici utilizzati sono inoltre specifici per le diverse tipologie di sorgenti emissive (sorgenti diffuse, sorgenti industriali, strade di grande comunicazione) e per inquinante, inclusi i cosiddetti inquinanti non normati. I risultati dell'applicazione degli indici di rischio sono presentati nel capitolo 2.

La seconda sezione del documento è dedicata alla definizione delle strategie di risanamento; vengono passati in rassegna i diversi settori di intervento e per ciascuno di essi si predispongono differenti scenari di riduzione delle emissioni. Sulla base degli scenari di risanamento predisposti, viene anche proposto il risultato previsto, quale miglioramento della qualità dell'aria, mediante una simulazione modellistica relativamente all'area di Pescara. Infine vengono indicati gli strumenti previsti per la verifica dei risultati a valle dell'attuazione degli interventi di risanamento e le modalità per la predisposizione di un piano di informazione per i cittadini.

Nel Tomo II sono infine riportate una rassegna della normativa regionale, nazionale ed europea in materia di qualità dell'aria e le linee guida dell'ANPA relativamente all'uso dei modelli di simulazione della dispersione.

2 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE OBIETTIVO

2.1 INTRODUZIONE

L'insieme dei dati raccolti ed elaborati durante le fasi Conoscitiva e Valutativa del Piano consentono di individuare le situazioni maggiormente critiche per le quali è necessario prevedere la programmazione di interventi.

La metodologia adottata per l'individuazione delle aree a rischio e di tutela, descritta nei parametri seguenti, si basa sulla definizione e applicazione di indici statistici al fine di tener conto in forma integrata di tutti gli elementi necessari per una corretta interpretazione del quadro ambientale del territorio. Vengono perciò presi in considerazione i seguenti elementi:

- Emissioni di inquinanti: sorgenti, localizzazione sul territorio e intensità delle emissioni;
- Concentrazioni degli inquinanti (reti di monitoraggio e simulazioni modellistiche);
- Caratteristiche meteo-climatiche del territorio (venti prevalenti, precipitazioni ecc.);
- Presenza di recettori sensibili:
 - Popolazione
 - Patrimonio culturale
 - Aree naturali.

2.2 ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

Al fine di una corretta individuazione delle aree di maggior rischio per la popolazione e per una migliore definizione delle priorità di intervento sono stati elaborati degli *indici di rischio* previa suddivisione delle sorgenti emissive in 3 comparti:

- **Sorgenti diffuse**
- **Sorgenti industriali**
- **Strade di grande comunicazione**

A partire dai dati dell'Inventario, nel primo comparto sono stati classificati gli impianti puntuali e localizzati, nel secondo le sorgenti diffuse (comprese le sorgenti industriali di piccola taglia), le ferrovie i porti e gli aeroporti, nel terzo le strade censite come sorgenti nominali.

2.2.1 INDICE DI RISCHIO DA SORGENTI DIFFUSE

L'indice utilizzato per la determinazione del rischio per la popolazione è la densità di esposizione media oraria alle emissioni degli inquinanti principali (PDEX). Il calcolo dell'indice, per ciascun inquinante e su base comunale, è dato dall'espressione:

$$PDEX_{IC} = \frac{E_{IC}}{8760 * S_C} * P_C$$

dove

E_{IC} = emissioni annuali dell'inquinante I nel comune C (kg);

8760 = ore in un anno (h);

S_C = superficie del comune C (m²);

P_C = popolazione del comune C (n° di abitanti);

L'indice assume valori elevati in corrispondenza di forti emissioni ed elevata densità abitativa e pertanto consente di evitare le distorsioni indotte da indici quali la densità emissiva o le emissioni pro capite: nel primo caso infatti vengono sovrastimati gli effetti locali di elevati livelli emissivi in aree scarsamente abitate, viceversa nel secondo caso un numero molto grande al denominatore (la popolazione) abbassa drasticamente il valore dell'indice. La Tabella 1 nella quale si riportano i primi 10 valori assunti dai diversi indici per gli ossidi di azoto relativi alla Regione Lazio, mostra con lampante evidenza la correttezza delle considerazioni precedenti (utilizzando le emissioni pro capite Roma non compare in quanto occupa la posizione 238).

NOx					
Comune	PDEX	Comune	kg/anno/ab.	Comune	Kg/anno/m ²
Roma	9,652	Montalto di Castro	729,65	Civitavecchia	0,1668
Civitavecchia	0,982	Ponzano Romano	354,75	Colleferro	0,0960
Colleferro	0,237	Gallese	344,44	Gaeta	0,0372
Fiumicino	0,161	Civitavecchia	235,55	Ventotene	0,0350
Frosinone	0,152	Micigliano	223,91	Piedimonte S. G.	0,0330
Ciampino	0,129	Nazzano	218,75	Roma	0,0319
Latina	0,127	Guarcino	178,59	Ciampino	0,0310
Pomezia	0,119	Magliano Sabina	178,05	Montalto di Castro	0,0286
Gaeta	0,097	San Biagio Saracinisco	143,22	Fiumicino	0,0281
Aprilia	0,076	Mandela	138,00	Frosinone	0,0280

Tabella 1: Valori comunali massimi per i possibili indici di rischio PDEX (inquinante NOx)

Per tutti i comuni della Regione Abruzzo è stato dunque calcolato l'indice PDEX, per ciascuno dei cinque inquinanti principali: i 20 comuni che hanno fatto registrare i valori più elevati sono riportati in Tabella 2 e Tabella 3.

CO	
COMUNE	PDEX
PESCARA	3,355
CHIETI	0,342
MONTESILVANO	0,258
TERAMO	0,143
L'AQUILA	0,126
LANCIANO	0,105
FRANCAVILLA AL MARE	0,100
VASTO	0,093
AVEZZANO	0,092
GIULIANOVA	0,091
SAN SALVO	0,073
SULMONA	0,061
ORTONA	0,045
ROSETO DEGLI ABRUZZI	0,044
MARTINSICURO	0,043
ALBA ADRIATICA	0,041
SILVI	0,038
SAN GIOVANNI TEATINO	0,036
SPOLTORE	0,025
SANTEGIDIO ALLA VIBRATA	0,024

COV	
COMUNE	PDEX
PESCARA	1,394
CHIETI	0,153
MONTESILVANO	0,146
TERAMO	0,067
FRANCAVILLA AL MARE	0,063
L'AQUILA	0,056
AVEZZANO	0,055
VASTO	0,053
LANCIANO	0,052
GIULIANOVA	0,048
SAN SALVO	0,037
MARTINSICURO	0,034
ORTONA	0,030
SULMONA	0,030
ROSETO DEGLI ABRUZZI	0,029
SILVI	0,026
ALBA ADRIATICA	0,025
SAN GIOVANNI TEATINO	0,019
SPOLTORE	0,016
PINETO	0,014

NOx	
COMUNE	PDEX
PESCARA	0,5638
CHIETI	0,0643
MONTESILVANO	0,0577
TERAMO	0,0327
L'AQUILA	0,0284
LANCIANO	0,0228
AVEZZANO	0,0220
VASTO	0,0218
FRANCAVILLA AL MARE	0,0212
GIULIANOVA	0,0209
SAN SALVO	0,0159
SULMONA	0,0150
ROSETO DEGLI ABRUZZI	0,0127
MARTINSICURO	0,0126
ORTONA	0,0123
ALBA ADRIATICA	0,0120
SILVI	0,0101
SAN GIOVANNI TEATINO	0,0089
SPOLTORE	0,0062
SANTEGIDIO ALLA VIBRATA	0,0060

Tabella 2: Valori comunali massimi dell'indice di rischio PDEX per CO, COV e NOx.

PST	
COMUNE	PDEX
PESCARA	0,04943
MONTESILVANO	0,00692
CHIETI	0,00598
TERAMO	0,00272
SAN SALVO	0,00240
LANCIANO	0,00235
GIULIANOVA	0,00220
FRANCAVILLA AL MARE	0,00210
VASTO	0,00208
AVEZZANO	0,00197
SAN GIOVANNI TEATINO	0,00171
L'AQUILA	0,00163
MARTINSICURO	0,00155
ROSETO DEGLI ABRUZZI	0,00147
ALBA ADRIATICA	0,00146
SULMONA	0,00130
SILVI	0,00107
ORTONA	0,00106
PINETO	0,00077
SANTEGIDIO ALLA VIBRATA	0,00074

SOx	
COMUNE	PDEX
PESCARA	0,07406
CHIETI	0,00777
MONTESILVANO	0,00597
VASTO	0,00353
L'AQUILA	0,00331
AVEZZANO	0,00328
TERAMO	0,00328
LANCIANO	0,00262
FRANCAVILLA AL MARE	0,00250
ORTONA	0,00248
GIULIANOVA	0,00215
SULMONA	0,00205
SAN SALVO	0,00172
ROSETO DEGLI ABRUZZI	0,00137
SAN GIOVANNI TEATINO	0,00131
ALBA ADRIATICA	0,00107
MARTINSICURO	0,00107
SILVI	0,00086
SPOLTRE	0,00085
CELANO	0,00061

Tabella 3: Valori comunali massimi dell'indice di rischio PDEX per PST e SOx.

In Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4 e Figura 5 sono riportate le mappe tematiche dell'indice di rischio PDEX per i 5 inquinanti principali.

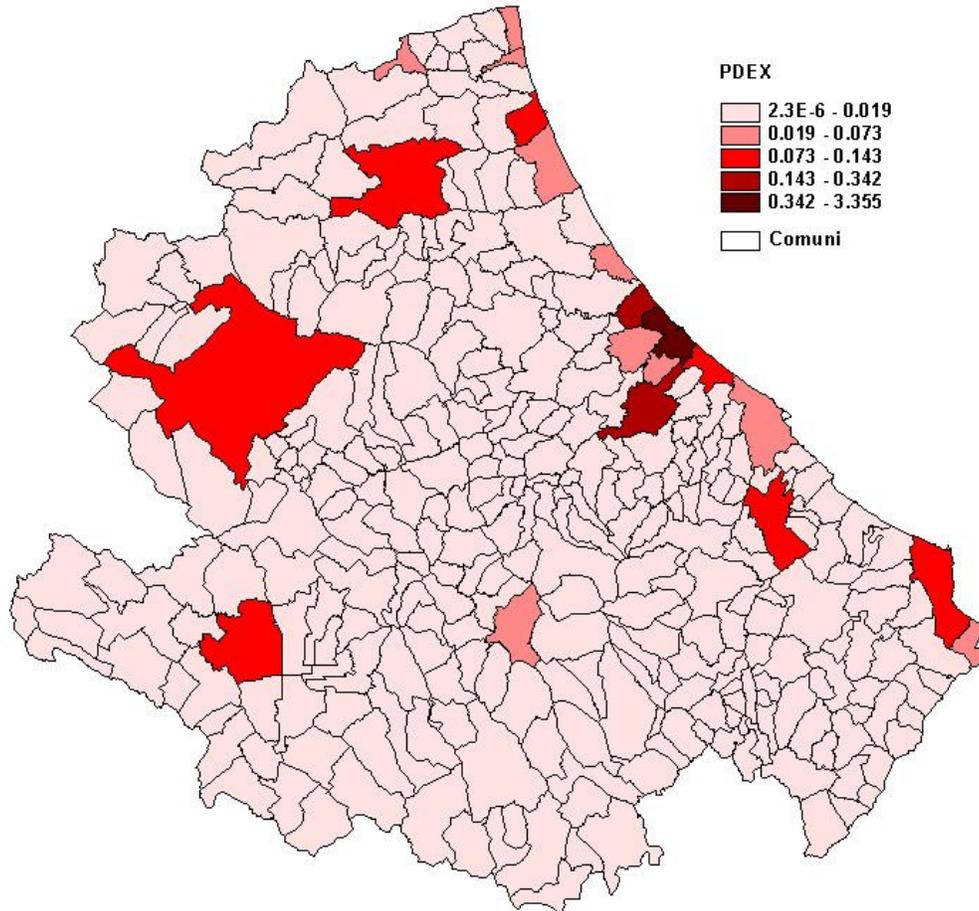


Figura 1: Indice di rischio di esposizione ($\text{kg kg emessi n.abitanti}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$) all'inquinante CO

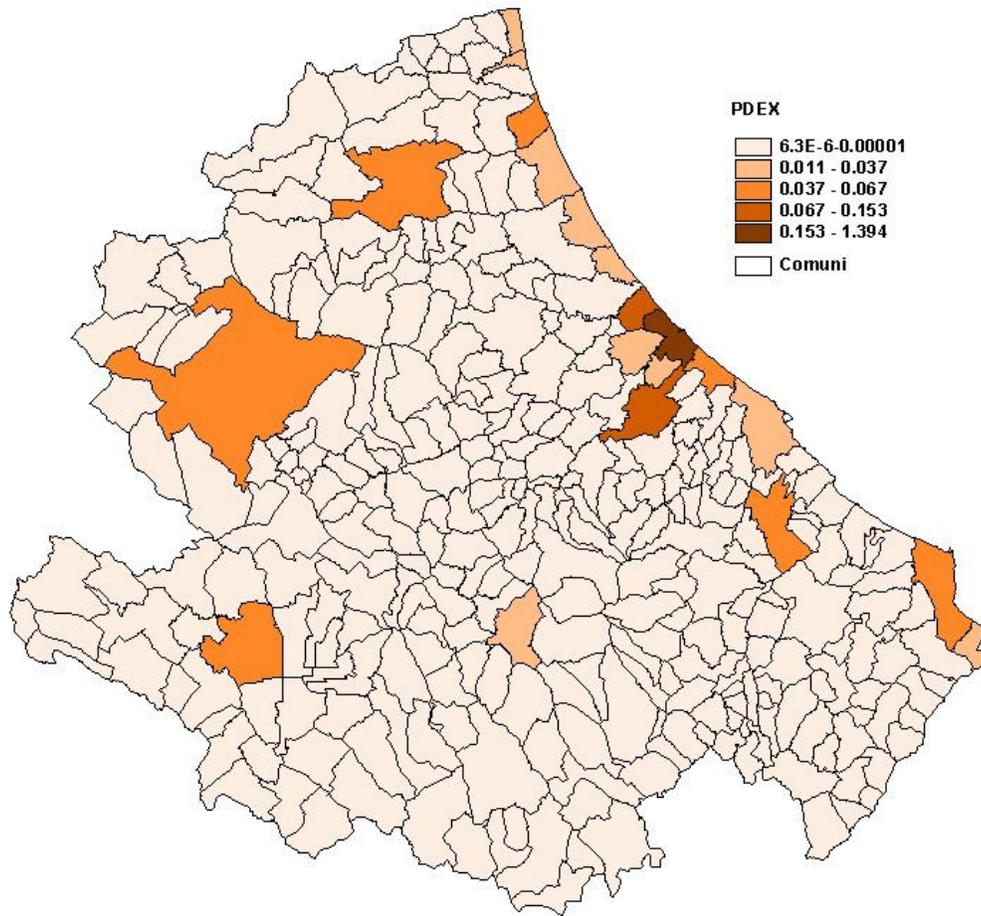


Figura 2: Indice di rischio di esposizione (kg emessi *n.abitanti/(h*m²)) all'inquinante COV

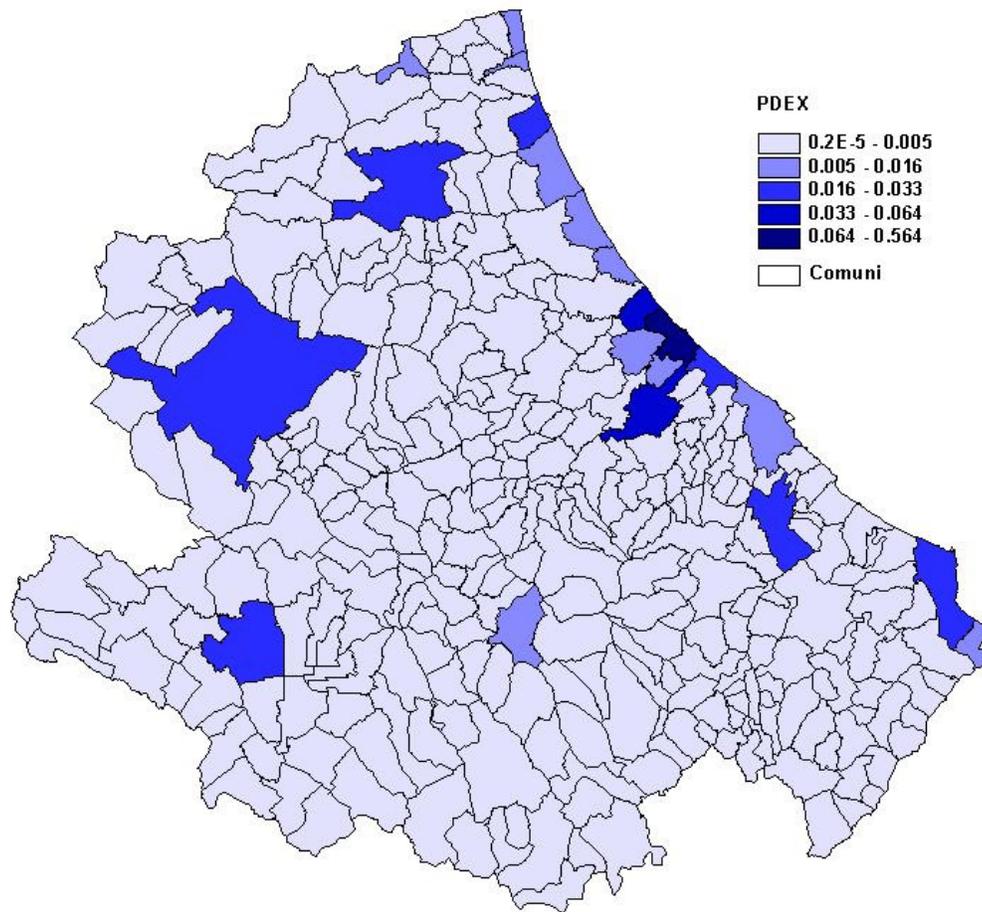


Figura 3: Indice di rischio di esposizione (kg emessi *n.abitanti/(h*m²)) all'inquinante NOx

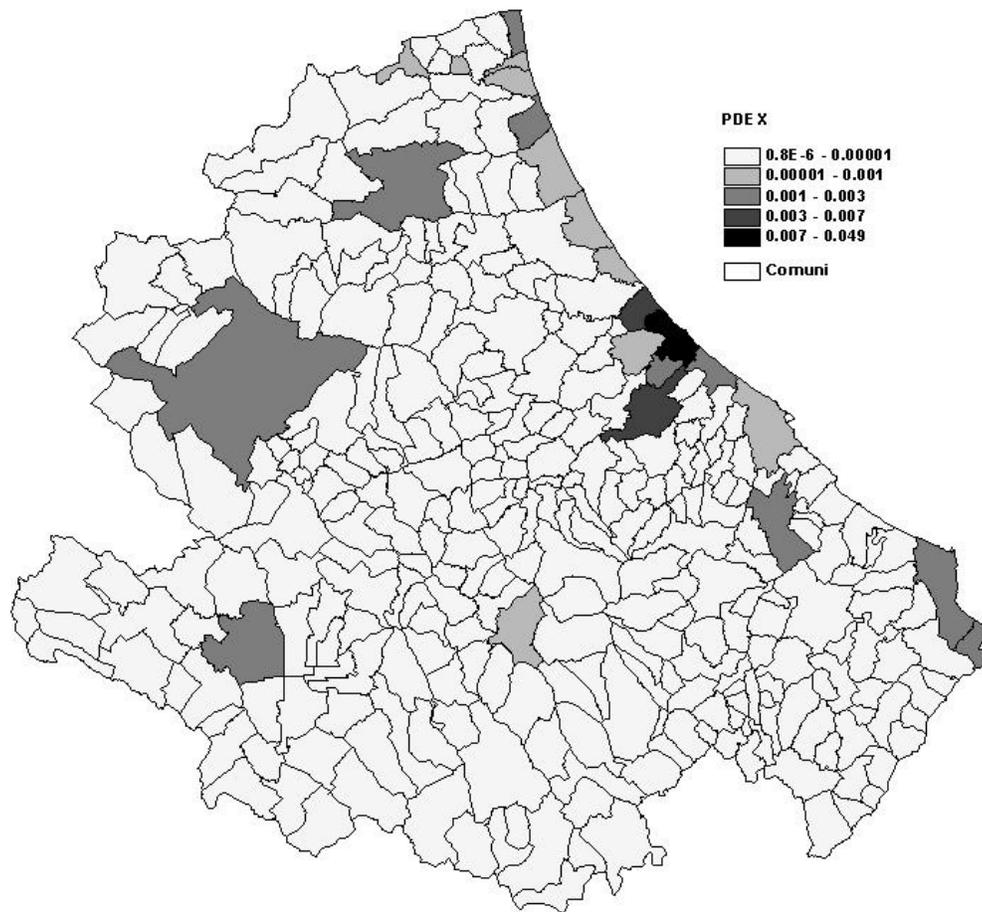


Figura 4: Indice di rischio di esposizione (kg emessi *n.abitanti/(h*m²)) all'inquinante PST

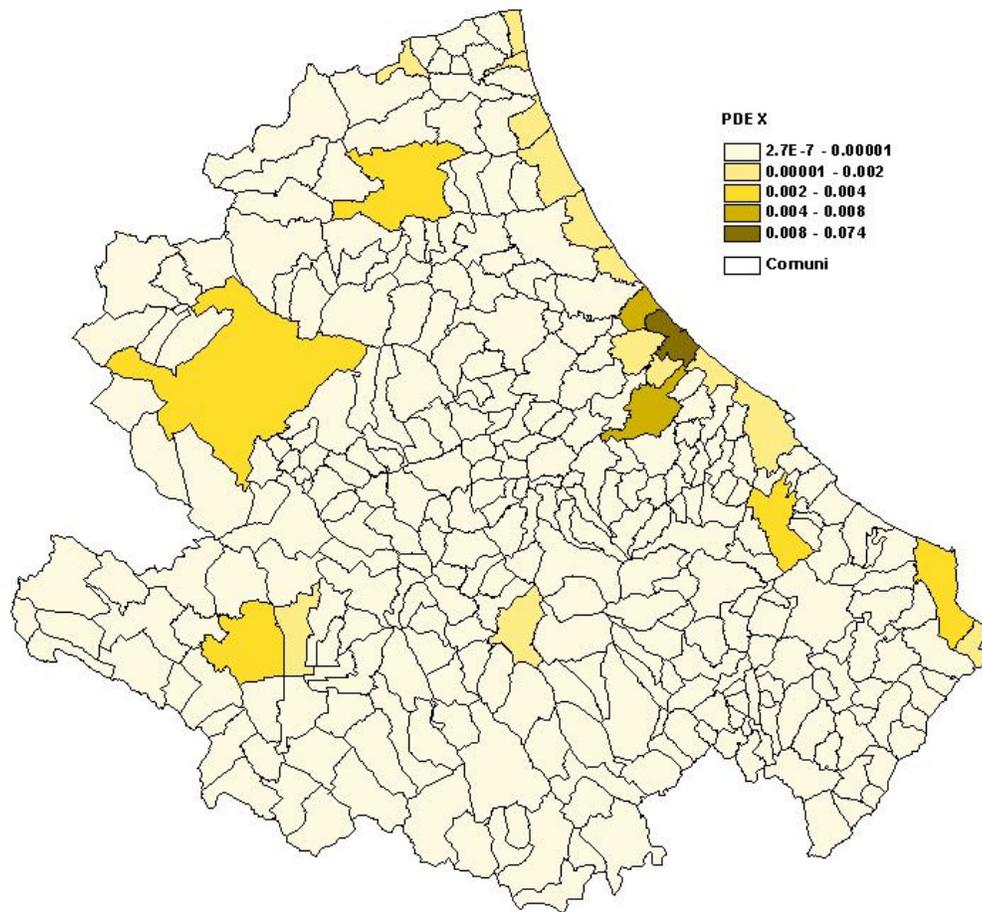


Figura 5: Indice di rischio di esposizione (kg emessi*n.abitanti/(h*m²)) all'inquinante SOx

A partire dalle 5 diverse graduatorie relative ai 5 inquinanti principali è stata estrapolata una graduatoria cumulativa (attribuendo un punteggio di pericolosità decrescente da 20 ad 1 ai primi 20 comuni classificatisi in ciascuna delle graduatorie separatamente e sommando i punteggi così ottenuti): la risultante graduatoria dei comuni a maggior rischio è riportata in Tabella 4.

Al fine dell'individuazione delle aree prioritarie, all'elenco riportato nella tabella devono aggiungersi i rimanenti comuni della fascia costiera (Fossacesia, Torino di Sangro, San Vito Chetino, Tortoreto, Rocca San Giovanni e Casalbordino) nonché Roccaraso e Rivisondoli, in entrambi i casi per via della pressione esercitata dal turismo.

NOME	PunteggioPDEX_tot	POPOLAZIONE
PESCARA	100	117.411
CHIETI	94	57.094
MONTESILVANO	91	39.227
TERAMO	82	52.299
L'AQUILA	72	69.516
LANCIANO	70	35.385
VASTO	68	34.383
FRANCAVILLA AL MARE	67	23.935
AVEZZANO	66	39.007
GIULIANOVA	57	21.991
SAN SALVO	54	16.835
SULMONA	39	25.656
ORTONA	36	23.458
ROSETO DEGLI ABRUZZI	35	21.773
MARTINSICURO	34	13.434
ALBA ADRIATICA	25	10.140
SAN GIOVANNI TEATINO	25	9.732
SILVI	20	14.208
SPOLTORE	8	14.293
SANT'EGIDIO ALLA VIBRATA	3	8.625
PINETO	3	12.906
CELANO	1	11.542
PENNE		12.411
ATRI		11.430
ATESSA		10.311
CITTA' SANT'ANGELO		10.967

Tabella 4: Valori comunali massimi cumulativi dell'indice di rischio

Ai 22 comuni per i quali è stato rilevato un indice di rischio cumulativo compreso tra 100 e 1 sono stati aggiunti in Tabella 4 i 4 comuni con più di 10000 abitanti rimasti fuori graduatoria. Per questi 26 comuni (tutti i comuni con più di 10000 abitanti e i soli 2 comuni al di sotto di tale soglia, Sant'Egidio alla Vibrata e San Giovanni Teatino, che hanno totalizzato un indice di rischio compreso tra 100 e 1) è riportata in Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12 la ripartizione delle emissioni diffuse per macrosettore.

Dall'esame delle suddette figure si possono trarre le seguenti osservazioni:

- come atteso è predominante in tutti i comuni la quota emissiva derivante dal traffico stradale; questo vale per tutti gli inquinanti, con particolare evidenza per quanto concerne il monossido di carbonio;

- a prescindere dai trasporti stradali i maggiori contributi alle emissioni di composti organici volatili derivano dai macrosettori *Uso di solventi, Natura, Agricoltura, Altre sorgenti mobili*; i comuni di Lanciano, Martinsicuro e Città Sant'Angelo presentano anche un contributo significativo da parte del macrosettore *Processi produttivi*;
- le emissioni di ossidi di azoto derivano principalmente dai macrosettori *Altre sorgenti mobili, Natura, Combustione nel terziario e residenziale, Agricoltura*;
- per quanto riguarda il PST risultano particolarmente rilevanti le emissioni del macrosettore *Altre sorgenti mobili* (a Celano, Penne e Città Sant'Angelo con una quota di maggioranza assoluta); importanti anche i contributi dei macrosettori *Combustione nel terziario, Uso di solventi, Processi produttivi*
- decisamente rilevante è il contributo alle emissioni di ossidi di zolfo da parte dei macrosettori *Combustione nel terziario e residenziale* (con una quota a Celano pari al 50% del totale e livelli appena inferiori ad Avezzano e Penne), *Altre sorgenti mobili* (responsabili ad Ortona del 60% delle emissioni e a Vasto di quasi della metà); da non trascurare infine anche i contributi dei macrosettori *Processi produttivi, Combustione nell'industria*.

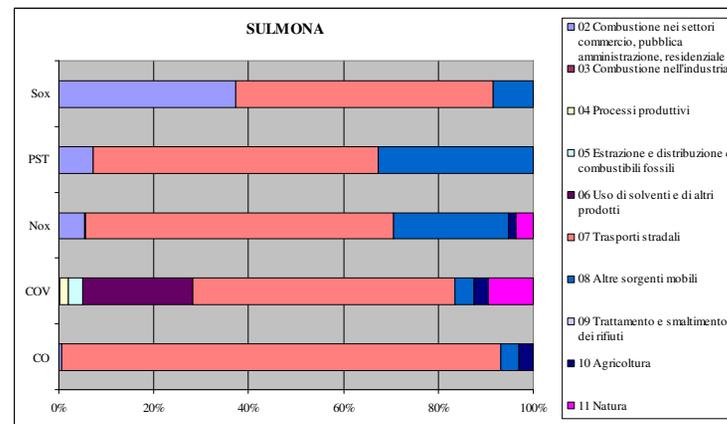
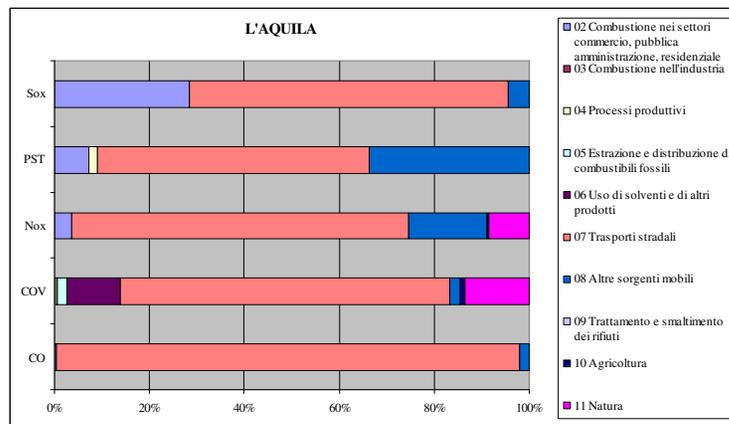
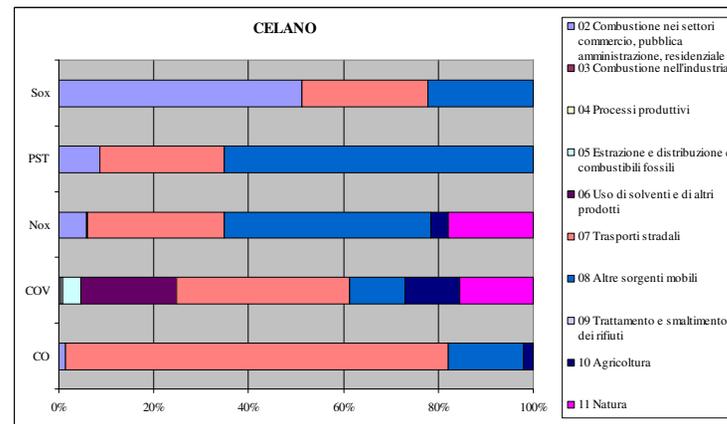
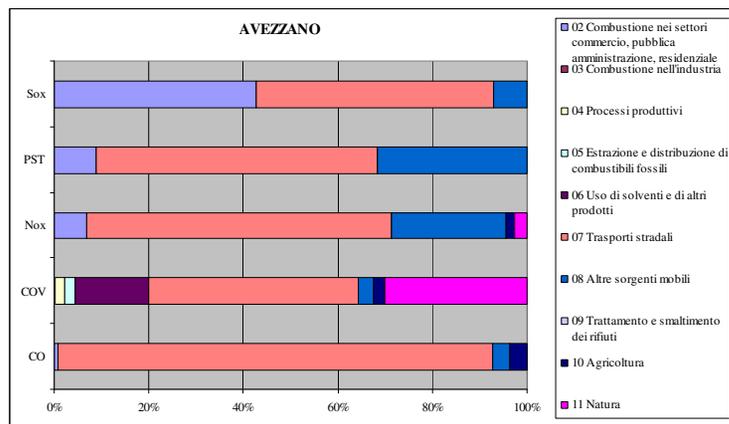


Figura 6: Ripartizione delle emissioni diffuse per macrosettore nei comuni a maggior rischio di esposizione

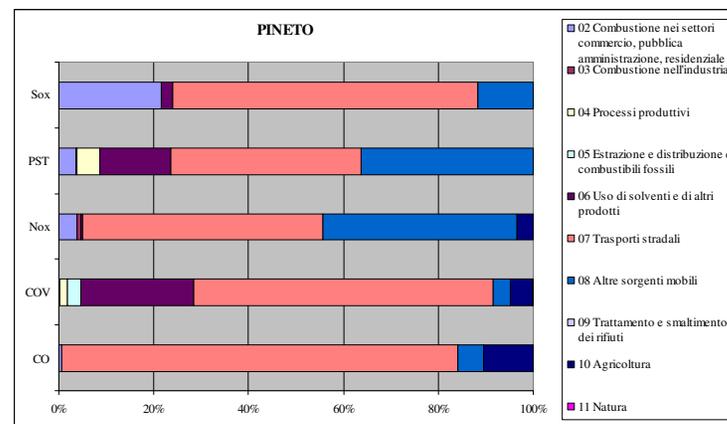
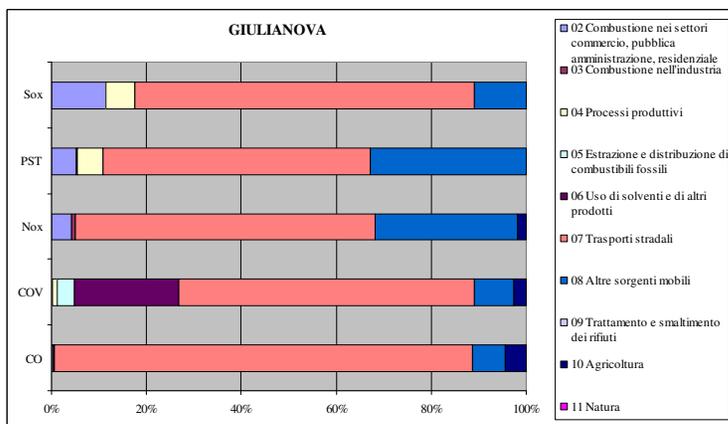
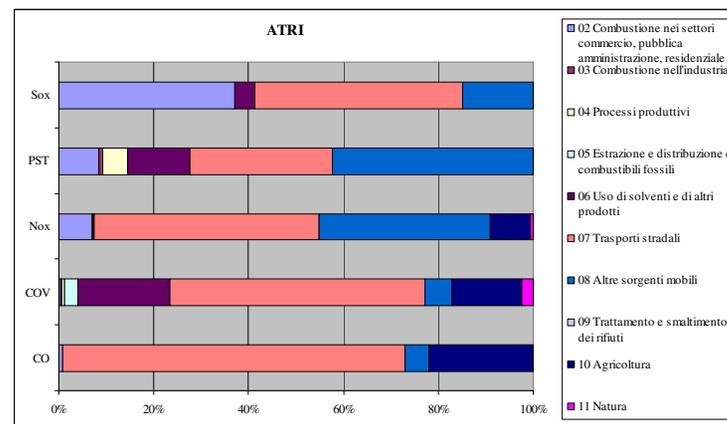
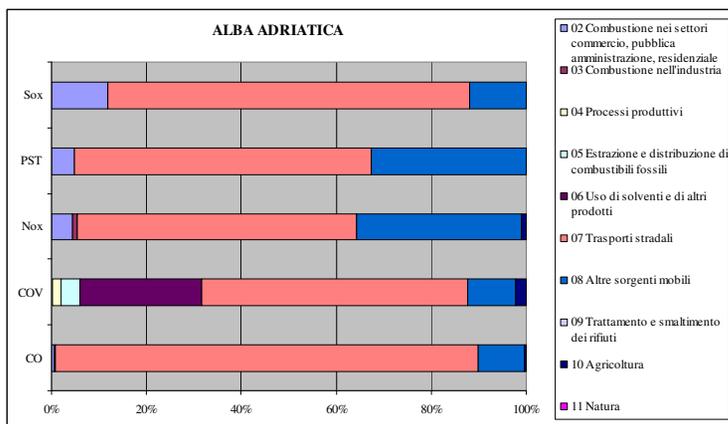


Figura 7: Ripartizione delle emissioni diffuse per macrosettore nei comuni a maggior rischio di esposizione

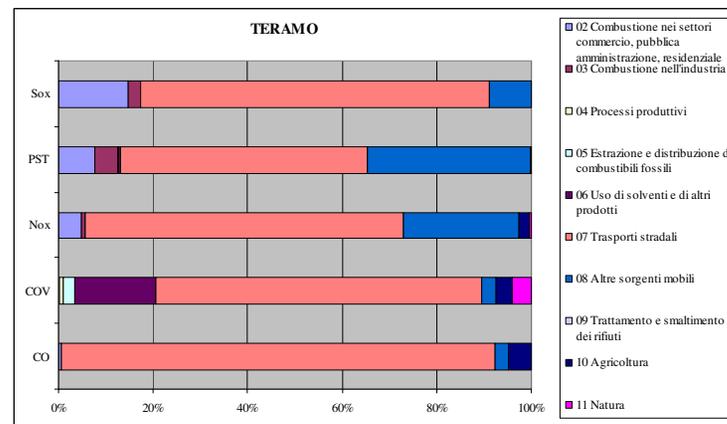
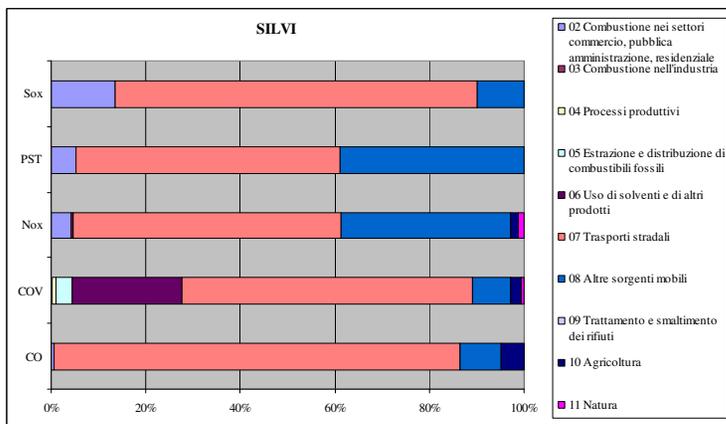
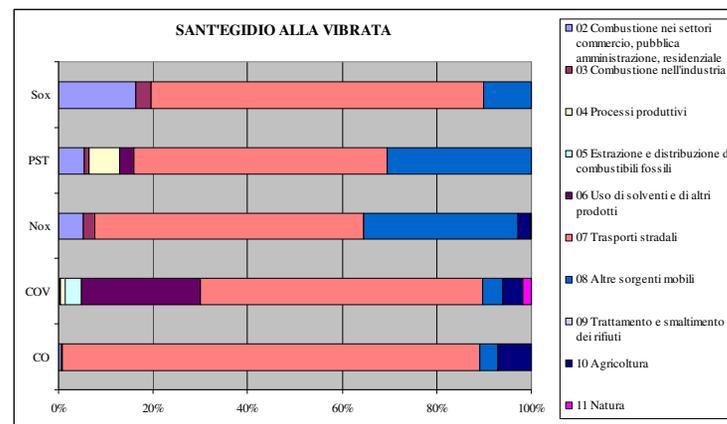
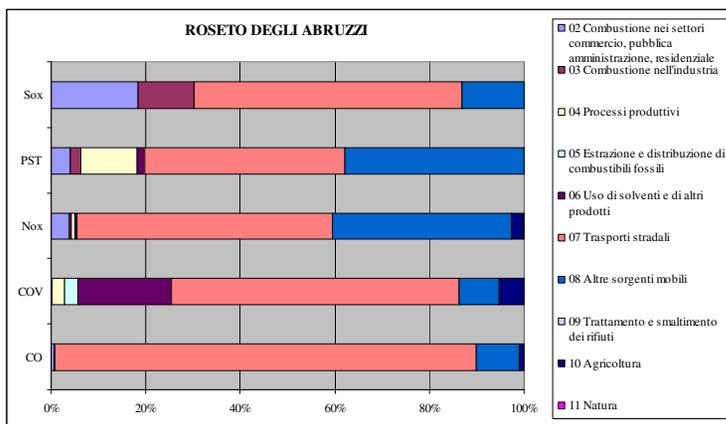


Figura 8: Ripartizione delle emissioni diffuse per macrosettore nei comuni a maggior rischio di esposizione

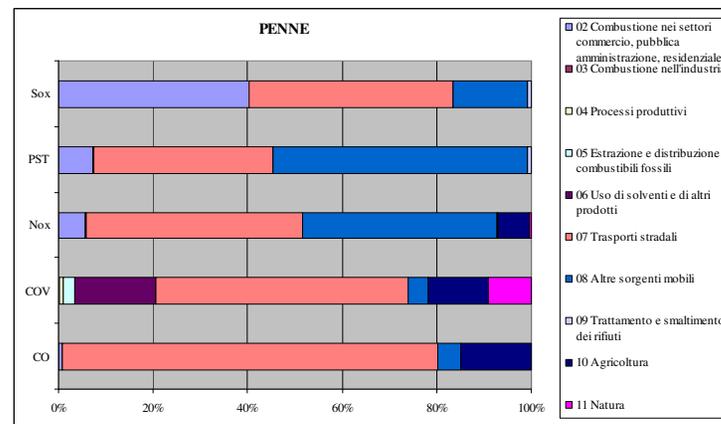
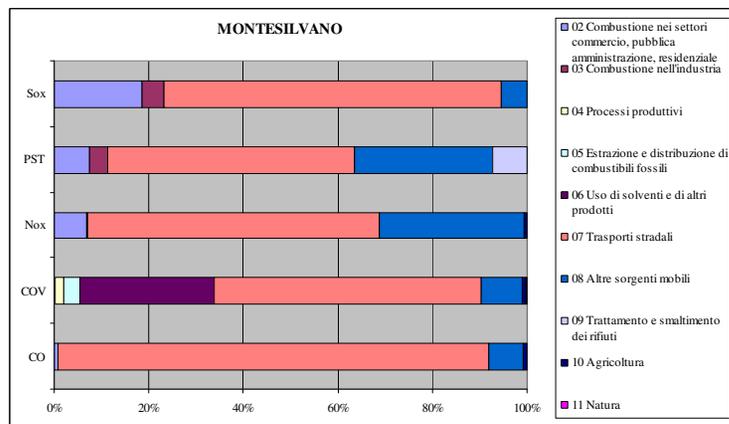
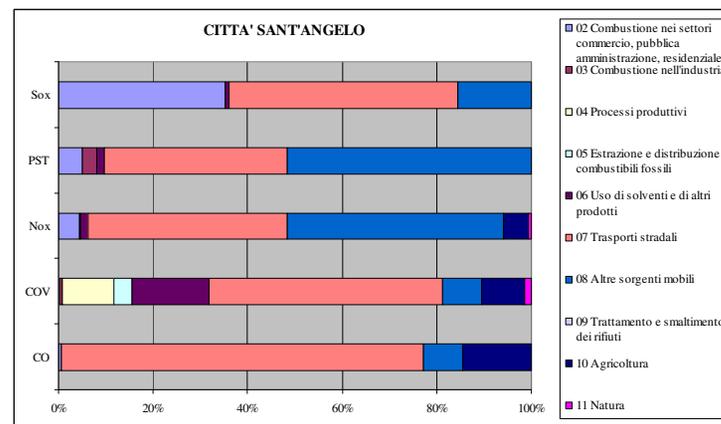
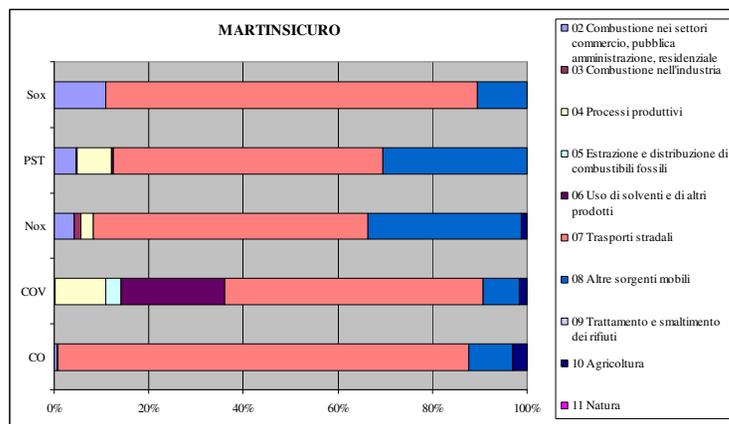


Figura 9: Ripartizione delle emissioni diffuse per macrosettore nei comuni a maggior rischio di esposizione

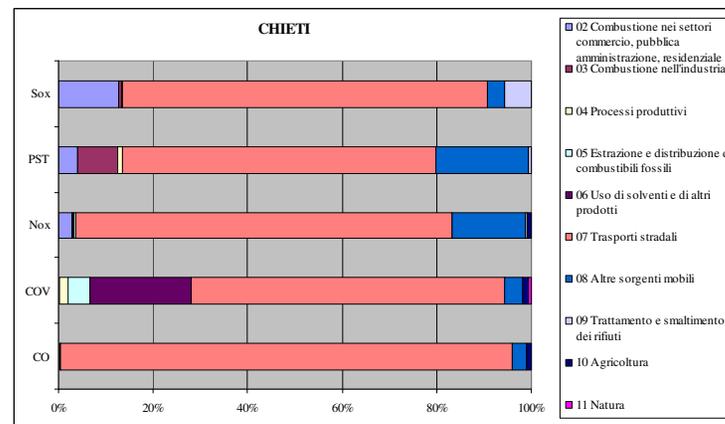
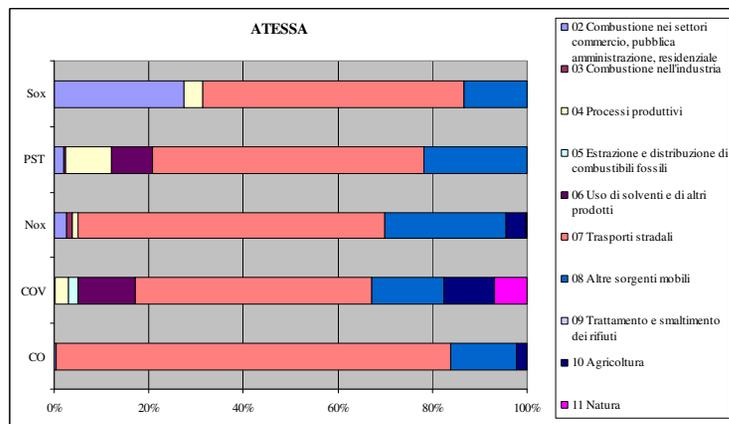
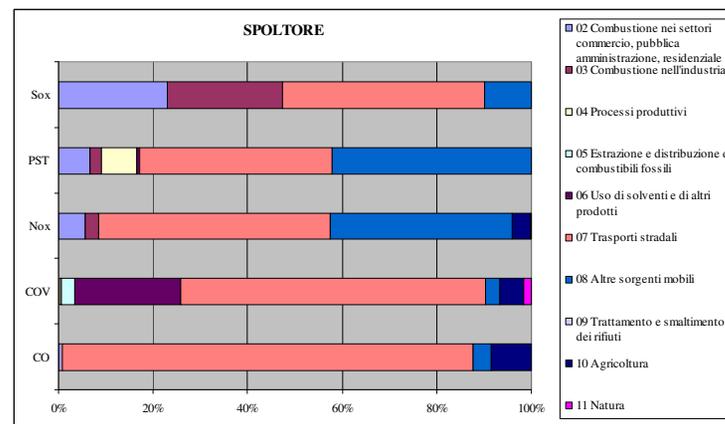
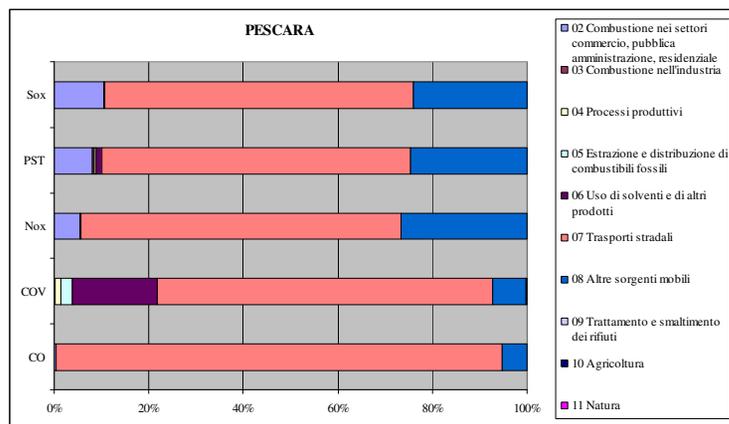


Figura 10: Ripartizione delle emissioni diffuse per macrosetto nei comuni a maggior rischio di esposizione

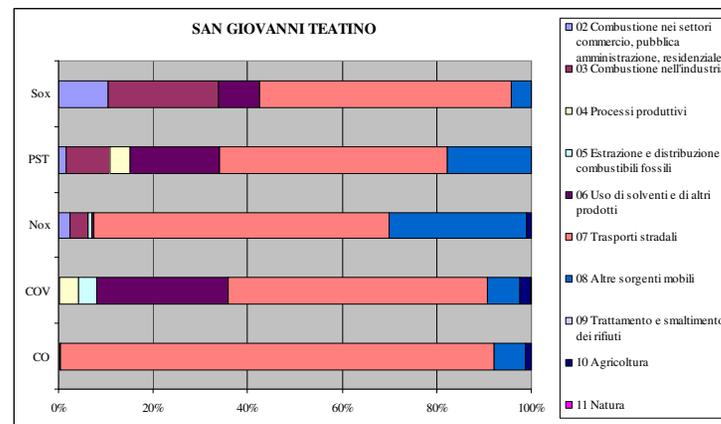
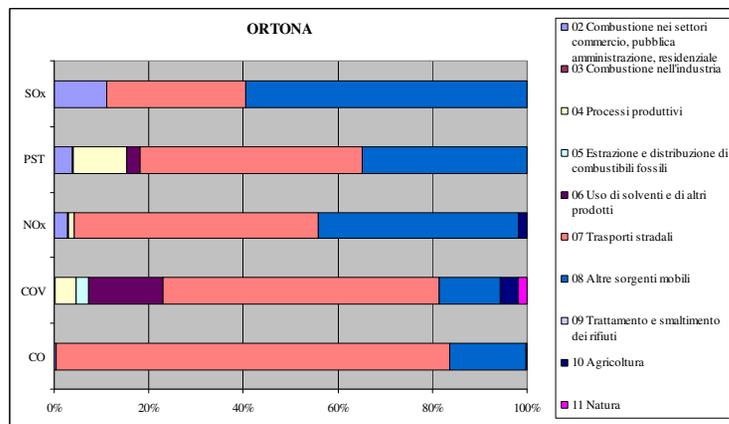
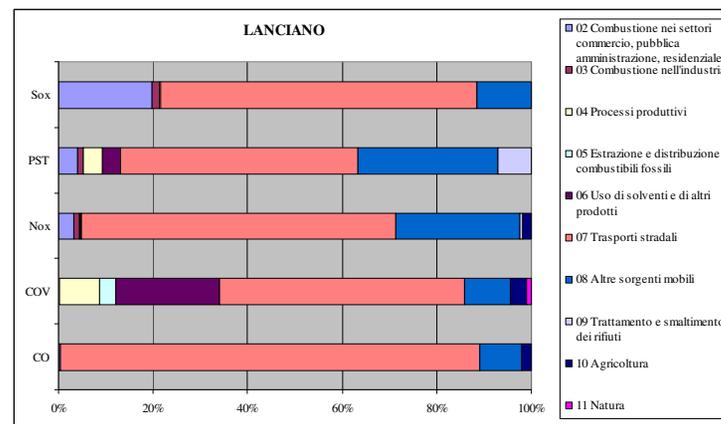
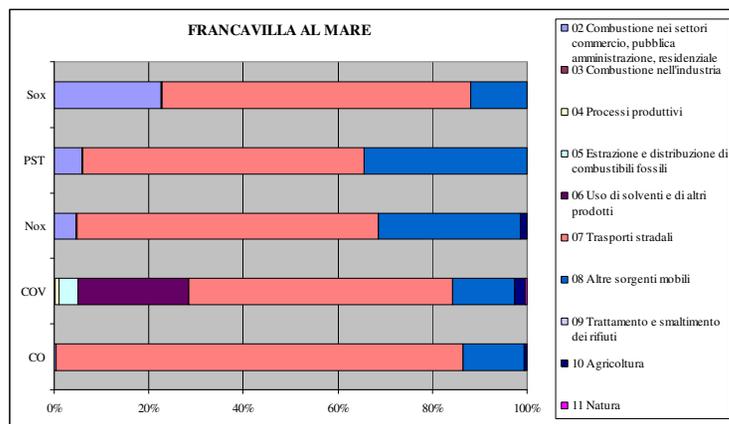


Figura 11: Ripartizione delle emissioni diffuse per macrosettore nei comuni a maggior rischio di esposizione

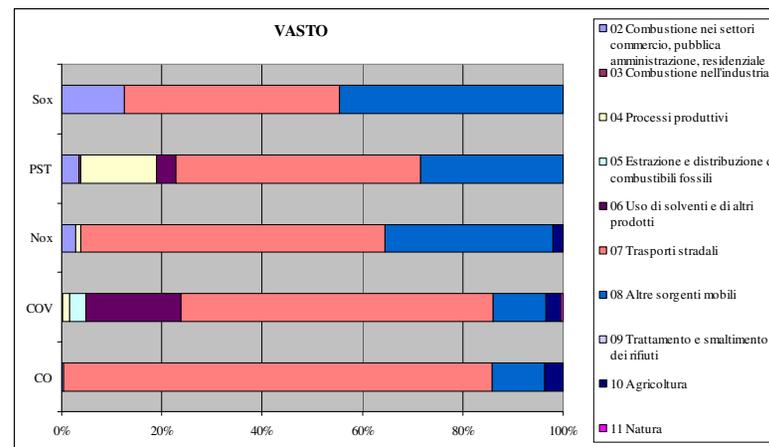
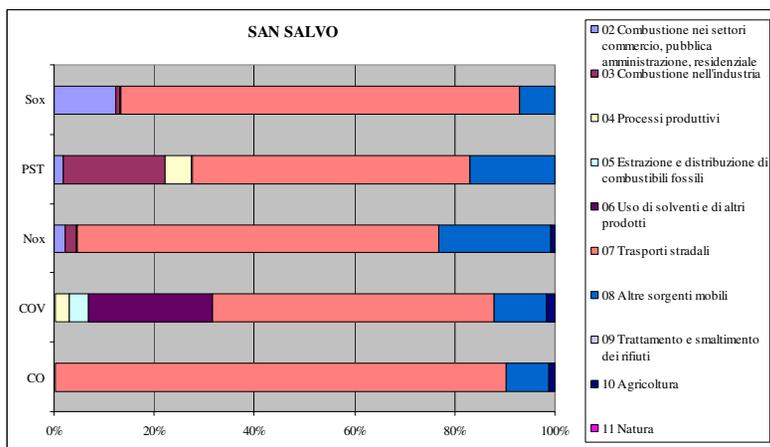


Figura 12: Ripartizione delle emissioni diffuse per macrosettore nei comuni a maggior rischio di esposizione

2.2.2 INDICE DI RISCHIO DA SORGENTI INDUSTRIALI

Poiché nel caso delle sorgenti industriali gli effetti del trasporto delle sostanze inquinanti non possono essere trascurati, il calcolo dell'indice di rischio di esposizione per la popolazione deve essere basato sui valori di concentrazione..

In questo caso il calcolo dell'indice di densità di esposizione media oraria alle concentrazioni degli inquinanti (PDCX) è dato dall'espressione:

$$PDCX_I = C_I * P_M$$

dove

C_I = concentrazione oraria media annuale dell'inquinante I (mg/m^3);

P_M = popolazione presente nella maglia del grigliato.

L'indice è stato applicato alle aree industriali comprese nei perimetri dei Consorzi ASI ed ai comuni con popolazione superiore a 10.000 abitanti.

Le concentrazioni degli inquinanti sono state calcolate a partire dalle emissioni industriali applicando i modelli di dispersione ISCLT3 (per le aree di Vasto, Pescara, Avezzano e Casoli) e CALGRID (per le aree de L'Aquila, Sulmona e Teramo).

Su tali aree è stato dunque calcolato l'indice PDCX, per l'SOx e per l'NOx: le 20 maglie che hanno fatto registrare i valori più elevati sono riportati in Tabella 5 e Tabella 6, unitamente all'indicazione della popolazione della maglia stessa e del comune di appartenenza.

NO _x			
CODMAGLIA	Popolazione	COMUNE	PDCX
02220175	4453	CHIETI	59,71
01640135	1155	AVEZZANO	50,40
01630135	1118	AVEZZANO	49,09
01640136	1108	AVEZZANO	47,04
02220174	4329	CHIETI	44,60
01630136	667	AVEZZANO	28,32
02220176	3056	CHIETI	28,23
02420158	2021	LANCIANO	24,88
02210175	1114	CHIETI	22,69
02430159	2679	LANCIANO	20,81
02480151	562 + 1807	PAGLIETA/ATESSA	20,78
02420159	2370	LANCIANO	20,05
02220173	2495	CHIETI	18,75
02460150	1305	ATESSA	15,35
02040140	4728	SULMONA	12,99
02040141	3267	SULMONA	12,83
02430158	1213	LANCIANO	10,78
02240173	4269	CHIETI	10,37
02420157	1566	LANCIANO	10,20
02470151	820	ATESSA	9,27

Tabella 5: Valori massimi dell'indice di rischio PDCX su maglia

SO _x			
CODMAGLIA	COMUNE	Popolazione	PDCX
02120208	ROSETO DEGLI ABRUZZI	1518	25,28
02420158	LANCIANO	2021	16,70
02480151	ATESSA/ PAGLIETA	1807 + 562	15,96
02430159	LANCIANO	2679	13,95
02220175	CHIETI	4453	13,61
02420159	LANCIANO	2370	13,42
02120210	ROSETO DEGLI ABRUZZI	2598	12,59
02110208	ROSETO DEGLI ABRUZZI	735	12,24
02220174	CHIETI	4329	9,04
02460150	ATESSA	1305	8,23
02430158	LANCIANO	1213	7,27
02220176	CHIETI	3056	7,15
02420157	LANCIANO	1566	6,95
02470151	ATESSA	820	6,08
02430160	LANCIANO	3030	5,28
01890210	TERAMO	2741	5,17
02440159	LANCIANO	2309	4,83
02720139	SAN SALVO	2153	4,77
02120209	ROSETO DEGLI ABRUZZI	970	4,70

SOx			
CODMAGLIA	COMUNE	Popolazione	PDCX
02440160	LANCIANO	2190	3,83

Tabella 6: Valori massimi dell'indice di rischio PDCX su maglia

Si può notare come le due graduatorie varino sensibilmente al variare dell'inquinante considerato. In particolare le maglie ricadenti nel comune di Avezzano, ai primi posti nella graduatoria delle priorità d'intervento relativamente all'NOx, non figurano affatto nella graduatoria relativa all'SOx.; al contrario quelle ricadenti nel comune di Roseto degli Abruzzi, ai primi posti nella graduatoria delle priorità d'intervento relativamente all'SOx, sono assenti dalle prime posizioni della graduatoria relativa all'Nox.

In Figura 13 e Figura 14 sono riportate le mappe tematiche dell'indice di rischio PDCX per SOx ed NOx.

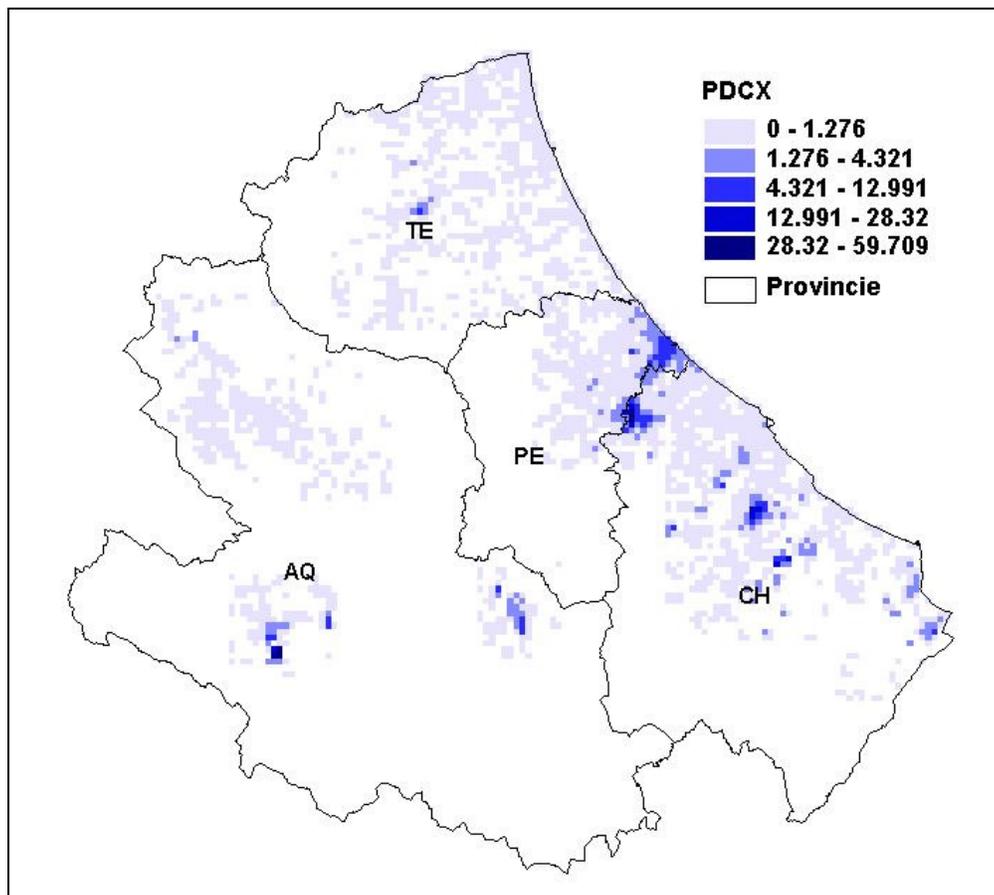


Figura 13 : Indice di rischio di esposizione ((mg/m³)*n.abitanti/km²) all'inquinante NOx

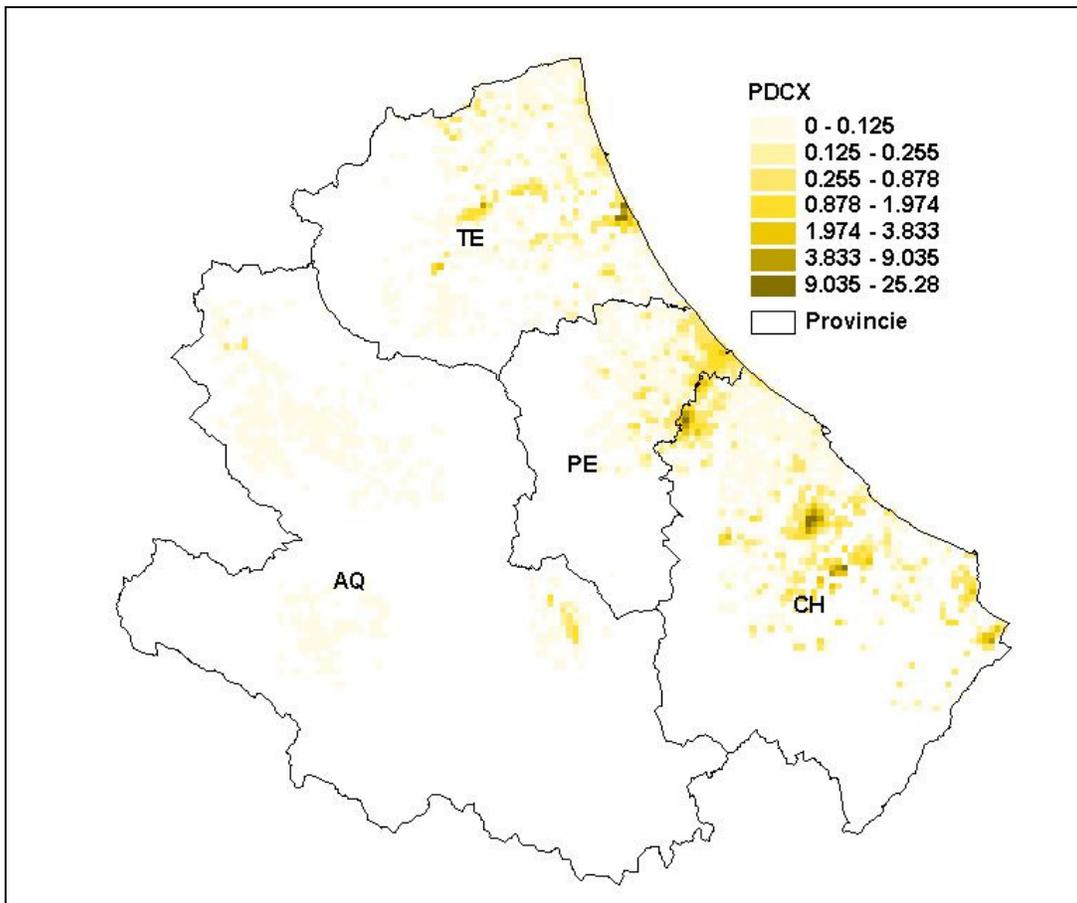


Figura 14 : Indice di rischio di esposizione ((mg/m³)*n.abitanti/km²) all'inquinante SOx

2.2.3 INDICI DI RISCHIO DA SORGENTI STRADALI

Al fine di individuare le aree soggette a rischio ambientale in quanto limitrofe a strade caratterizzate da un elevato flusso di traffico, è stato calcolato, in analogia ai comparti relativi alle sorgenti industriali e diffuse precedentemente descritti, l'indice di rischio $PDEX_{STR}$ utilizzando come indicatore la popolazione.

Tra le aree prioritarie individuate, è stata focalizzata l'attenzione sulle zone di rispetto comprese in una fascia di 300 metri a ridosso delle vie di grande comunicazione. In particolare, sono stati analizzati i seguenti tratti stradali:

- ❑ A14 Autostrada Bologna – Taranto
- ❑ A24 Autostrada Roma –L'Aquila – Teramo
- ❑ A25 Autostrada Torano – Pescara
- ❑ SS 16 Statale Adriatica
- ❑ Raccordo Autostradale Chieti – Pescara.

Il calcolo dell'indice relativo ai tronchi stradali appartenenti ai tratti su elencati, per ciascuno dei cinque inquinanti principali, è stato effettuato mediante l'espressione:

$$PDEX_{STR} = \frac{E_{STRi}}{8760 * S_{STRi}} * P_{STRi}$$

dove:

- E_{STRi} = emissioni annuali dell'inquinante prescelto da parte della strada i-esima (tonn);
- 8760 = ore in un anno (h);
- S_{STRi} = superficie relativa alla fascia di rispetto (Km^2), calcolata in base alla lunghezza del tronco stradale e ai 600 metri totali a ridosso del tratto stesso;
- P_{STRi} = popolazione ricadente nella fascia di rispetto considerata (n° di abitanti).

Il calcolo ha riguardato le fasce di rispetto a ridosso di 38 tronchi appartenenti alle cinque strade in questione; ne vengono riportate di seguito le principali caratteristiche nonché i risultati ottenuti dal calcolo dell'indice per ciascuno degli inquinanti principali.

Descrizione	Popolazione	CO		COV		NOx		PST		SOx	
		PDEX	Ranking	PDEX	Ranking	PDEX	Ranking	PDEX	Ranking	PDEX	Ranking
SS16 Nord	57831	592,6	1	73,97	1	230,89	1	17,400	1	3,785	1
SS16 Sud	30013	306,9	2	38,31	2	119,59	2	9,013	2	1,960	2
SS16 var Adriatica	12886	208,0	3	16,06	3	66,69	3	4,165	3	1,170	3
Raccordo Chieti - Pescara	23479	98,2	4	8,20	4	35,15	4	4,071	4	0,731	4
A14 Pescara Nord - All. A25	3041	41,1	5	4,13	5	15,68	5	3,923	5	0,394	5
A14 Casalbordino Vasto Nord - Vasto Sud	3282	30,6	6	3,10	6	11,84	6	3,016	6	0,300	6
A14 Pescara Ovest Chieti - Pescara Sud Francavilla	1602	21,5	7	2,13	7	8,00	7	1,939	7	0,199	7
A14 S. Benedetto del Tronto - Teramo	1322	18,2	10	1,85	10	7,07	10	1,814	10	0,179	10
A14 Atri Pineto - Pescara Nord	1272	19,1	9	1,89	9	7,11	9	1,723	9	0,176	9
A25 Torre de Passeri - Scafa	2940	20,2	8	1,81	8	7,84	8	0,990	8	0,157	8
A14 Teramo - Roseto degli Abruzzi	1039	15,1	13	1,52	13	5,76	13	1,446	13	0,145	13
A14 Pescara Sud Francavilla - Ortona	1034	15,3	12	1,47	12	5,45	12	1,255	12	0,133	12
A24 L'Aquila Ovest - L'Aquila Est	5202	18,1	11	1,53	11	6,49	11	0,550	11	0,117	11
A14 Ortona - Lanciano	931	13,4	14	1,29	14	4,79	14	1,101	14	0,117	14
A14 Roseto degli Abruzzi - Atri Pineto	799	12,1	15	1,20	15	4,53	15	1,106	15	0,113	15
A25 Pratola Peligna - Bussi	1992	10,0	17	0,88	17	3,83	17	0,458	17	0,075	17
A24 Carsoli Oricola - Tagliacozzo	1224	11,0	16	0,92	16	3,90	16	0,309	16	0,069	16
A14 Lanciano - Val di Sangro	546	6,7	21	0,66	21	2,49	21	0,601	21	0,062	21
A25 Bussi - Torre de Passeri	1141	7,8	18	0,69	18	3,03	18	0,373	18	0,060	18
A14 All. A25 - Pescara Ovest Chieti	491	6,3	22	0,63	22	2,38	22	0,592	22	0,060	22

Descrizione	Popolazione	CO		COV		NOx		PST		SOx	
		PDEX	Ranking	PDEX	Ranking	PDEX	Ranking	PDEX	Ranking	PDEX	Ranking
A25 Scafa - Chieti	886	6,9	20	0,61	20	2,64	20	0,296	20	0,051	20
A24 San Gabriele - Basciano	1934	7,4	19	0,62	19	2,63	19	0,196	19	0,046	19
A25 Celano - Pescina	1210	4,9	24	0,43	24	1,88	24	0,231	24	0,037	24
A25 Chieti - Villanova	1222	4,2	26	0,39	26	1,70	26	0,248	26	0,036	26
A24 Tornimparte - L'Aquila Ovest	884	4,4	25	0,38	25	1,63	25	0,161	25	0,030	25
A24 Basciano - V. Vomano	672	5,2	23	0,42	23	1,72	23	0,080	23	0,027	23
A25 Avezzano - Celano	818	3,3	27	0,29	27	1,27	27	0,145	27	0,024	27
A14 Val di Sangro - Casalbordino Vasto Nord	184	2,1	29	0,20	29	0,77	29	0,187	29	0,019	29
A24 Assergi - San Gabriele	672	2,2	28	0,19	28	0,79	28	0,061	28	0,014	28
A24 km 46,440 - Carsoli Orticola	201	2,0	30	0,17	30	0,72	30	0,056	30	0,012	30
A25 km23,776 - Magliano de Marsi	175	1,6	31	0,14	31	0,58	31	0,043	31	0,010	31
A25 Cocullo - Pratola Peligna	278	1,1	32	0,10	32	0,43	32	0,046	32	0,008	32
A25 Magliano de Marsi - Avezzano	117	0,7	33	0,06	33	0,26	33	0,023	33	0,005	33
A24 L'Aquila Est - Assergi	136	0,5	34	0,04	34	0,16	34	0,012	34	0,003	34
A25 Villanova - cong. A14	89	0,3	35	0,03	35	0,13	35	0,020	35	0,003	35
A24 Tagliacozzo - km 66,371	0	0,0	36	0,00	36	0,00	36	0,000	36	0,000	36
A24 km 62,100 - Tornimparte	0	0,0	37	0,00	37	0,00	37	0,000	37	0,000	37
A25 Pescina - Cocullo	0	0,0	38	0,00	38	0,00	38	0,000	38	0,000	38

Tabella 7: Indici di esposizione della popolazione (ton abit/Kmq) dovuti ai tronchi stradali appartenenti alle strade esaminate

Dalla Tabella 7 si evince molto chiaramente che i tronchi stradali corrispondenti ai cinque valori più elevati sono:

- SS16 Nord
- SS16 Sud
- SS16 var Adriatica
- Raccordo Chieti – Pescara
- A14 Pescara Nord - All. A25

Vengono di seguito mostrate le distribuzioni in percentuale delle emissioni relative ai tratti stradali su indicati.

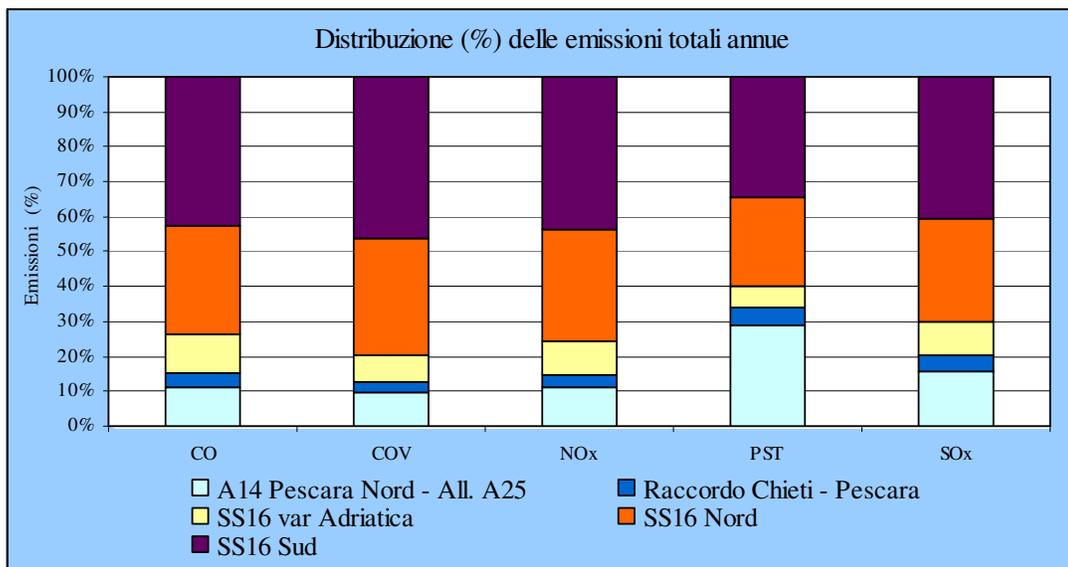


Figura 15: distribuzione (%) delle emissioni relative ai cinque tronchi stradali aventi i valori dell'indice di esposizione della popolazione da sorgenti stradali (ton abit/Kmq) più elevati.

Nelle mappe tematiche seguenti sono visualizzati gli andamenti degli indici ottenuti per ciascuno dei cinque inquinanti principali.

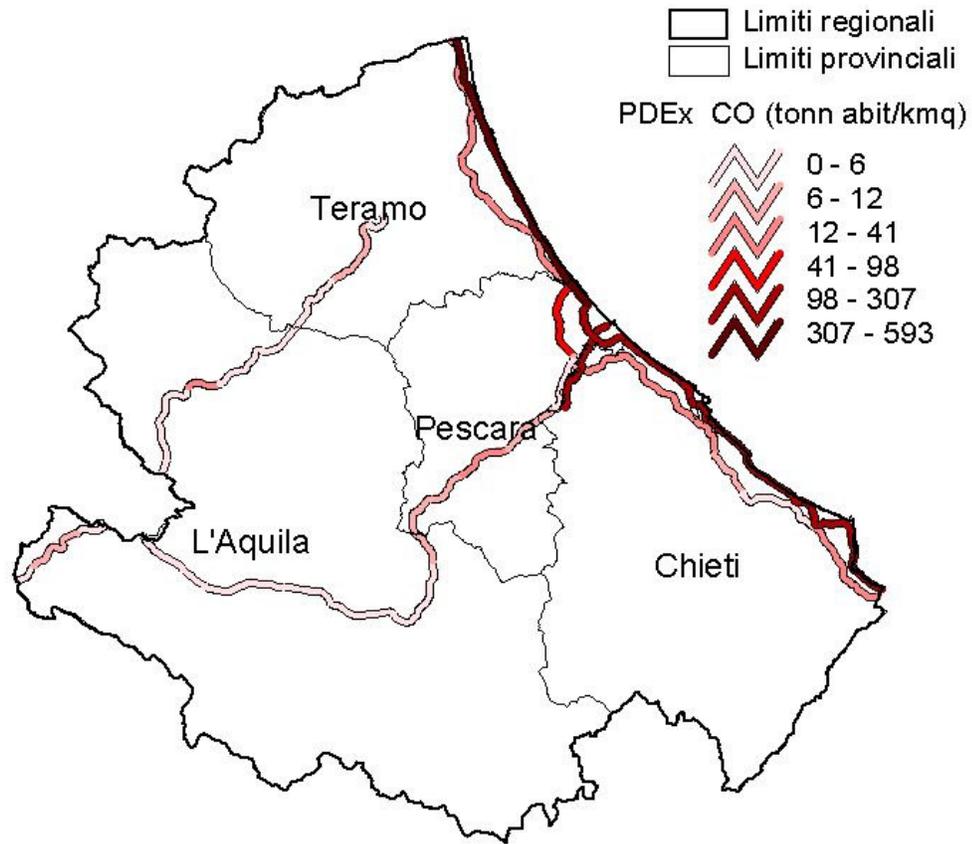


Figura 16: indice di esposizione della popolazione da sorgenti stradali (tonn abit/Kmq) ottenuti per il monossido di carbonio (CO)

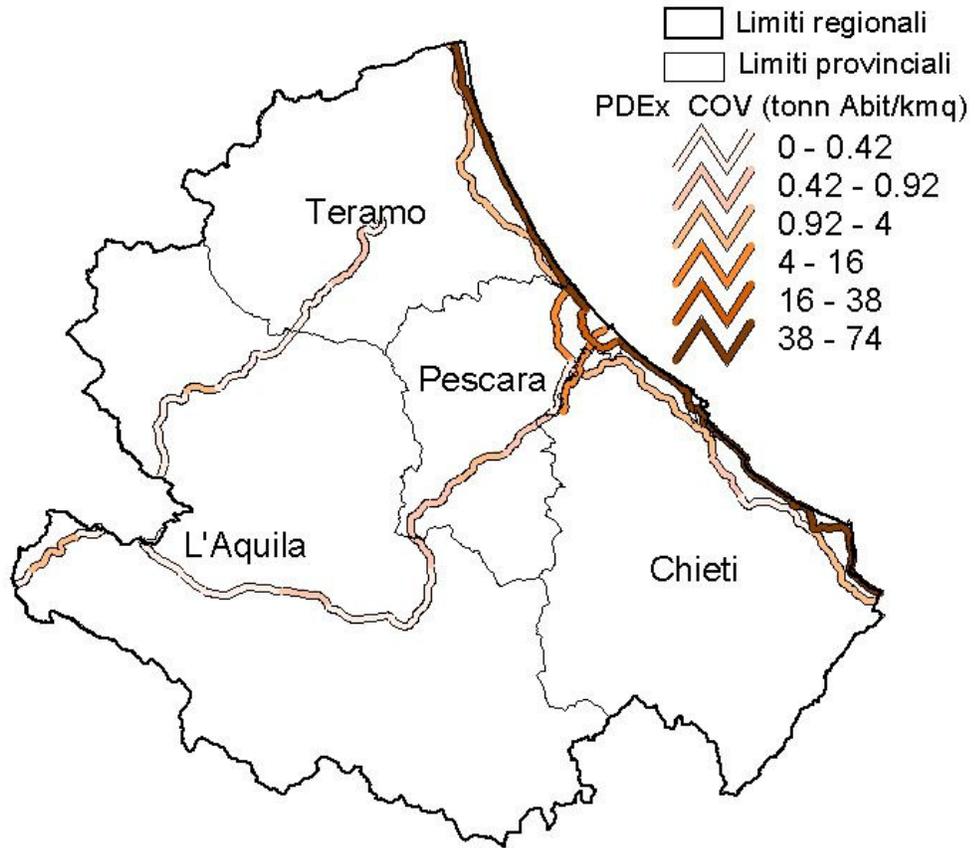


Figura 17: indice di esposizione della popolazione da sorgenti stradali (tonn abit/Kmq) ottenuti per i composti organici volatili (COV)

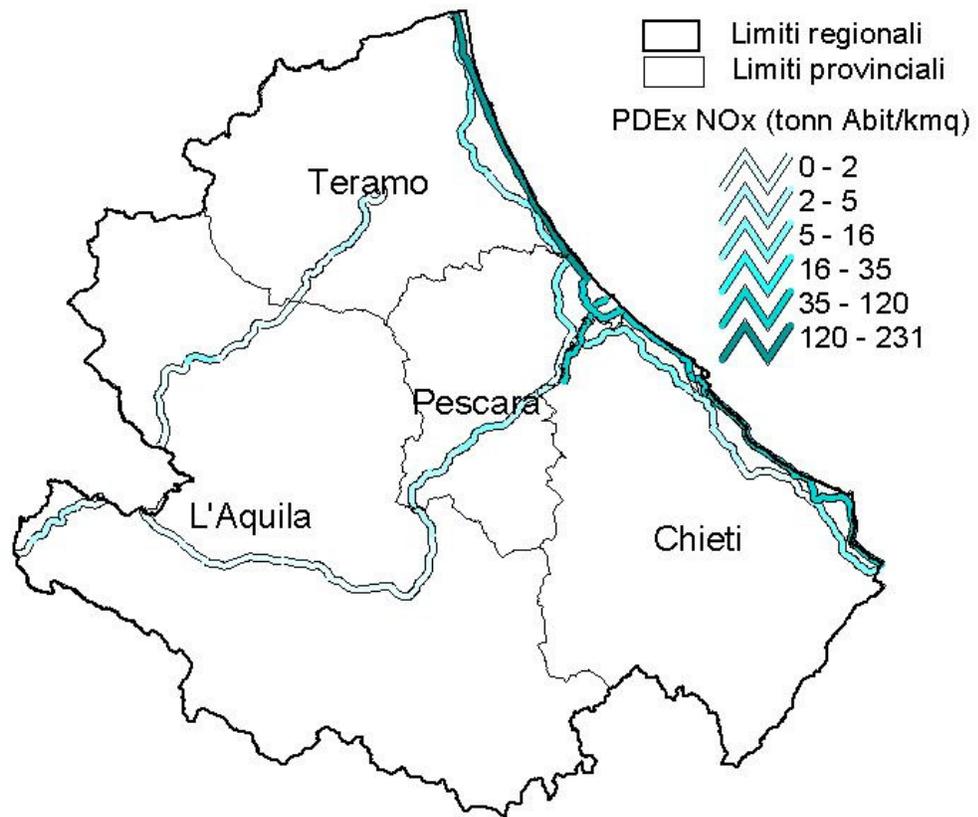


Figura 18: indice di esposizione della popolazione da sorgenti stradali (tonn abit/Kmq) ottenuti per gli ossidi di azoto (NOx)

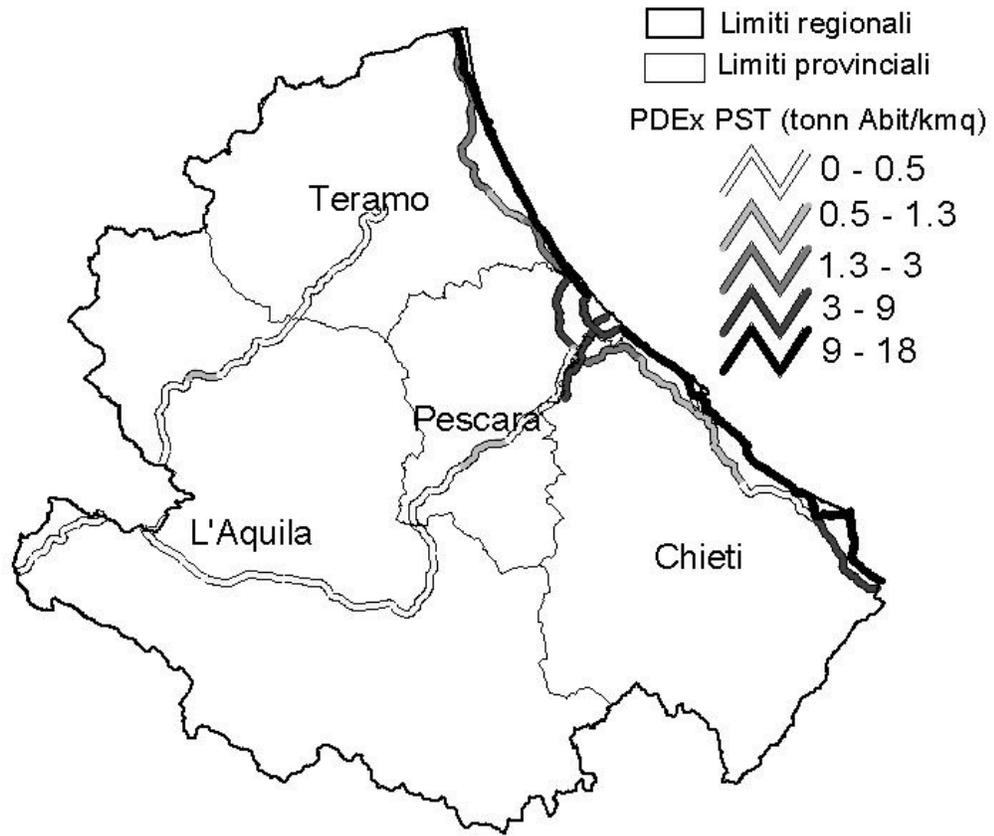


Figura 19: indice di esposizione della popolazione da sorgenti stradali (tonn abit/Kmq) ottenuti per le polveri sospese totali (PST)

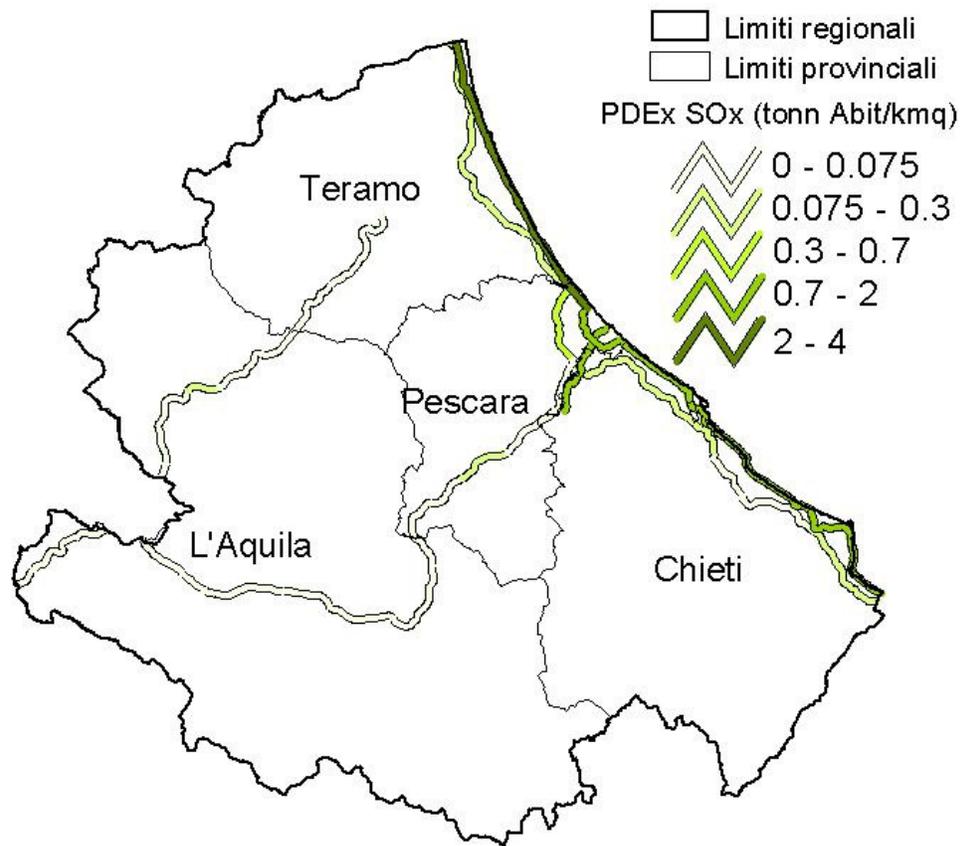


Figura 20: indice di esposizione della popolazione da sorgenti stradali (tonn abit/Kmq) ottenuti per biossido di zolfo (SOx)

I valori maggiori si riscontrano lungo i tre tronchi appartenenti alla SS16, situata sul margine costiero della regione, coerentemente a quanto mostrato per i valori di emissione (Figura 15).

Vista la particolare rilevanza del comparto relativo al traffico, si è ritenuto opportuno analizzare alcuni tronchi stradali relativi i cinque tratti individuati mediante studi di dispersione a microscala (A133-RTI-0801 FV TOMO III, paragrafo 2.3.1).

2.3 INQUINANTI NON NORMATI

L'individuazione delle aree a rischio per la presenza di inquinanti non normati (più specificamente benzene e metalli pesanti) viene effettuata come segue: per il benzene analogamente a quanto riportato nel paragrafo precedente per quanto concerne la popolazione, calcolando perciò il valore comunale dell'indice PDEX con riferimento a tutte le tipologie di sorgenti; per quanto attiene ai metalli pesanti invece (dei quali è stato scelto il cadmio come tracciante), dato il rischio di contaminazione dei terreni legato a questa tipologia di inquinanti, si applica, l'indice determinato dalla densità emissiva annuale:

$$YED_{IC} = \frac{E_{IC}}{S_C}$$

dove

E_{IC} = emissioni annuali dell'inquinante I nel comune C (kg);

S_C = superficie del comune C (km²).

2.3.1 BENZENE

A partire dalle emissioni totali di benzene, per ciascun comune della Regione è stato calcolato l'indice di rischio di esposizione della popolazione PDEX.

BENZENE			
COMUNE	PDEX	PunteggioPDEX	POPOLAZIONE
PESCARA	1,0938	20	117.411
MONTESILVANO	0,1716	19	39.227
CHIETI	0,0782	18	57.094
TERAMO	0,0760	17	52.299
ORTONA	0,0702	16	23.458
FRANCAVILLA AL MARE	0,0659	15	23.935
LANCIANO	0,0554	14	35.385
VASTO	0,0545	13	34.383
GIULIANOVA	0,0383	12	21.991
MARTINSICURO	0,0330	11	13.434
L'AQUILA	0,0314	10	69.516
SILVI	0,0282	9	14.208
ROSETO DEGLI ABRUZZI	0,0271	8	21.773
SPOLTORE	0,0255	7	14.293

BENZENE			
COMUNE	PDEX	PunteggioPDEX	POPOLAZIONE
SAN SALVO	0,0252	6	16.835
ALBA ADRIATICA	0,0212	5	10.140
AVEZZANO	0,0172	4	39.007
PINETO	0,0148	3	12.906
CEPAGATTI	0,0135	2	8.733
SULMONA	0,0127	1	25.656
ATESSA	0,0078	24° posto	10.311
CITTA' SANT'ANGELO	0,0038	33° posto	10.967
CELANO	0,0036	35° posto	11.542
PENNE	0,0022	49° posto	12.411
ATRI	0,0021	51° posto	11.430

Tabella 8: Valori comunali massimi dell'indice di rischio PDEX per il benzene

Ai primi 20 comuni per indice di rischio sono stati aggiunti in Tabella 8 i 5 comuni con più di 10.000 abitanti rimasti fuori graduatoria (per essi è riportata in tabella la posizione occupata nella graduatoria di rischio di esposizione PDEX). Le emissioni totali per questi 25 comuni sono riportate in Figura 21.

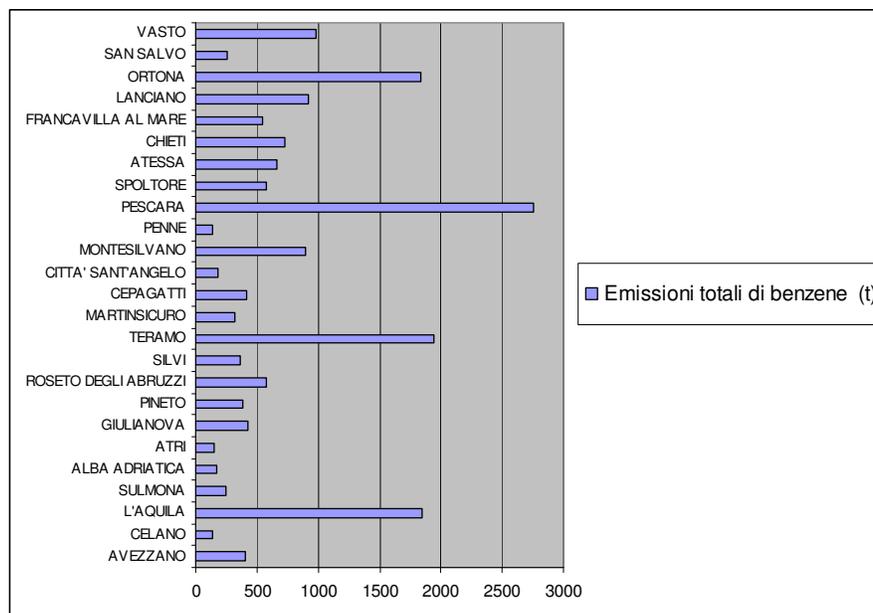


Figura 21: Emissioni totali di Benzene (t)

Nella mappa tematica di seguito riportata può essere visualizzato l'andamento del PDEX del benzene.

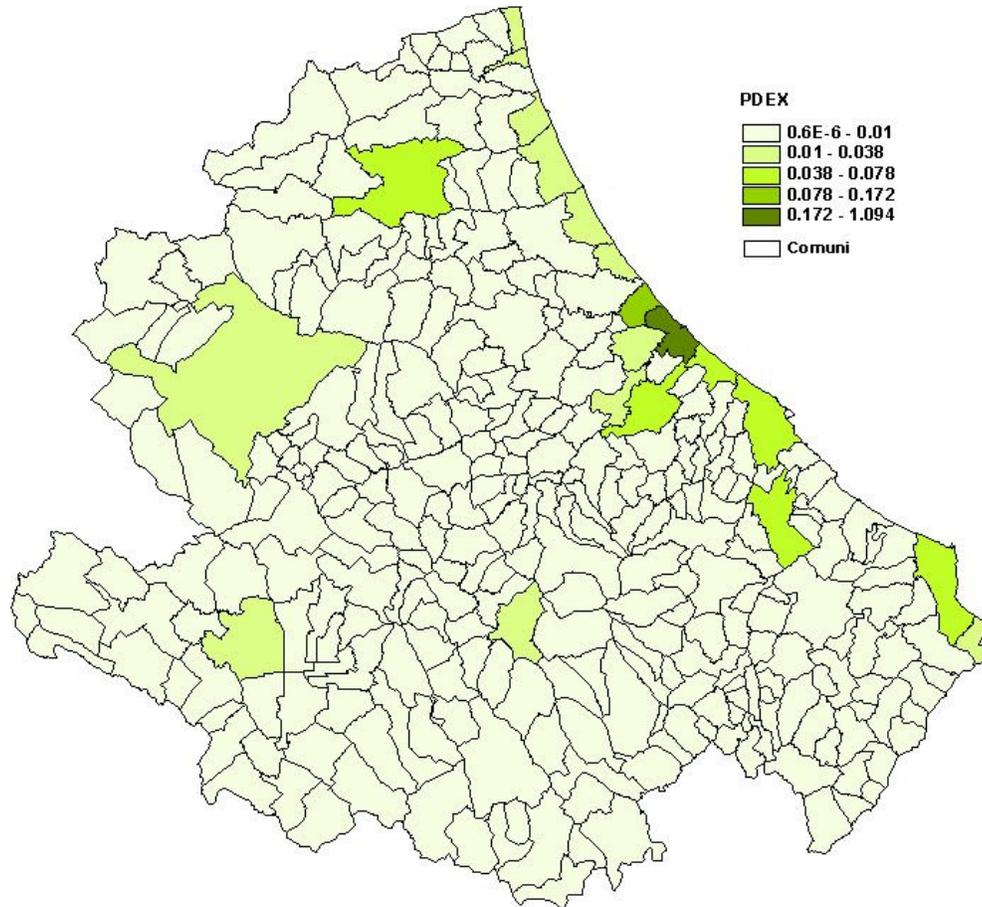


Figura 22: : Indice di rischio di esposizione ($\text{kg} \cdot \text{n.abitanti}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$) al benzene

2.3.2 CADMIO

A partire dalle emissioni totali di cadmio, per ciascun comune della Regione è stato calcolato l'indice di rischio YED.

COMUNE	CADMIO		
	YED	PunteggioYED	POPOLAZIONE
PESCARA	13,75	20	117.411
ANCARANO	3,00	19	1.757
MONTESILVANO	2,94	18	39.227
CHIETI	2,91	17	57.094
MIGLIANICO	2,46	16	4.476
SAN SALVO	2,16	15	16.835

CADMIO			
COMUNE	YED	PunteggioYED	POPOLAZIONE
ALBA ADRIATICA	2,10	14	10.140
SAN GIOVANNI TEATINO	1,92	13	9.732
GIULIANOVA	1,90	12	21.991
FRANCAVILLA AL MARE	1,85	11	23.935
MARTINSICURO	1,64	10	13.434
NERETO	1,44	9	4.417
LANCIANO	1,42	8	35.385
TERAMO	1,30	7	52.299
SANT'EGIDIO ALLA VIBRATA	1,26	6	8.625
SILVI	1,24	5	14.208
VASTO	1,22	4	34.383
SULMONA	1,19	3	25.656
AVEZZANO	1,16	2	39.007
CAPPELLE SUL TAVO	0,98	1	3.530
ROSETO DEGLI ABRUZZI	0,97	21° posto	21.773
L'AQUILA	0,92	23° posto	69.516
ORTONA	0,85	25° posto	23.458
PINETO	0,70	26° posto	12.906
SPOLTORE	0,70	27° posto	14.293
ATESSA	13,75	31° posto	117.411
CITTA' SANT'ANGELO	3,00	35° posto	1.757
CELANO	2,94	42° posto	39.227
PENNE	2,91	49° posto	57.094
ATRI	2,46	51° posto	4.476

Tabella 9: Valori comunali massimi dell'indice di rischio YED per il cadmio

Ai primi 20 comuni per indice di rischio sono stati aggiunti in Tabella 9 i 10 comuni con più di 10000 abitanti rimasti fuori graduatoria (per essi è riportata in tabella la posizione occupata nella graduatoria di rischio YED). Le emissioni totali per questi 30 comuni sono riportate in Figura 23.

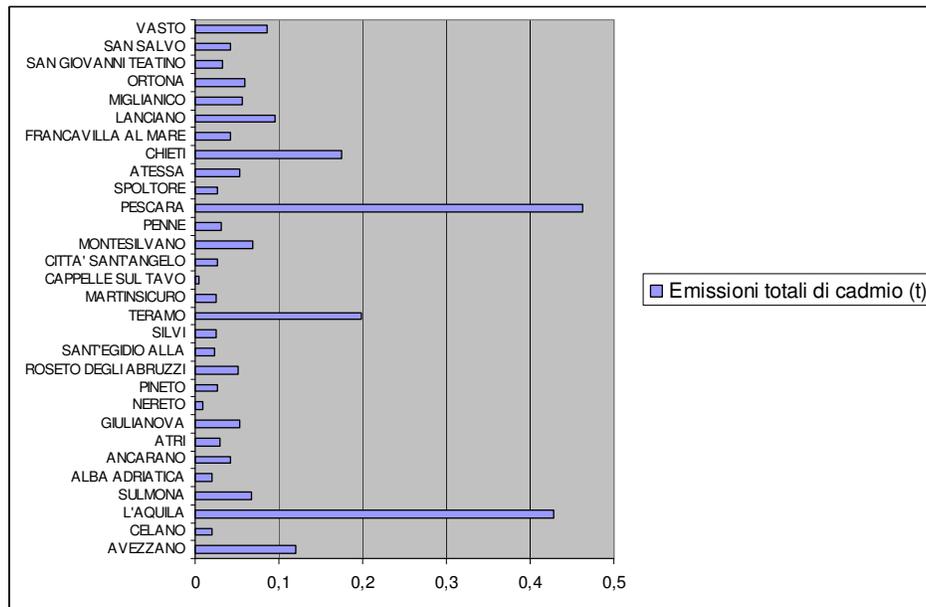


Figura 23: Emissioni totali di Cadmio (t)

Nella mappa tematica di seguito riportata può essere visualizzato l'andamento del YED del cadmio.

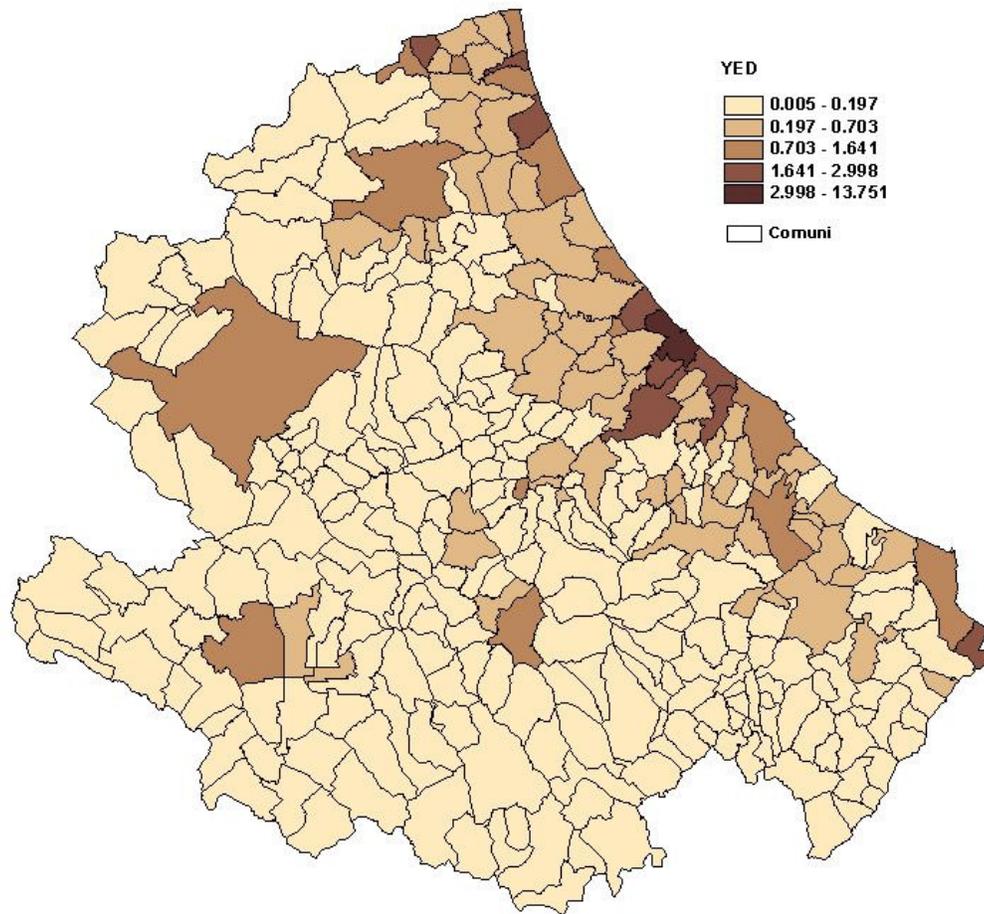


Figura 24: Indice di densità emissiva (kg/km²) al cadmio

2.4 IL RISCHIO AMBIENTALE-ARIA PER LE AREE NATURALI

2.4.1 INDICE DI RISCHIO

Un indice di rischio analogo a quello per valutare la ricaduta delle emissioni sulla popolazione è stato applicato per valutare l'impatto della totalità delle sorgenti emissive sulle aree naturali comprese nel territorio della regione Abruzzo.

A tale scopo sono state prese in considerazione le deposizioni dell'inquinante SO₂ sui territori delle aree naturali ricadenti all'interno dei confini regionali.

In questo caso il calcolo dell'indice è dato dall'espressione:

$$NDCX = D * S_M$$

dove

D = deposizione dell'inquinante (mg/(giorno*m²));

S_M = superficie della maglia 1 km x 1 km occupata da riserva naturale (m²)

Le deposizioni sono state calcolate a partire dalle emissioni totali applicando il modello di dispersione CALGRID.

L'indice NDCX è stato calcolato per due situazioni distinte:

- considerando le emissioni di tutte e sole le sorgenti ricadenti all'interno dei confini della regione Abruzzo;
- considerando anche il contributo emissivo delle sorgenti presenti nella confinante regione Lazio.

In Figura 25 e Figura 26 sono riportate le mappe tematiche dell'indice di rischio NDCX per le deposizioni di SO₂

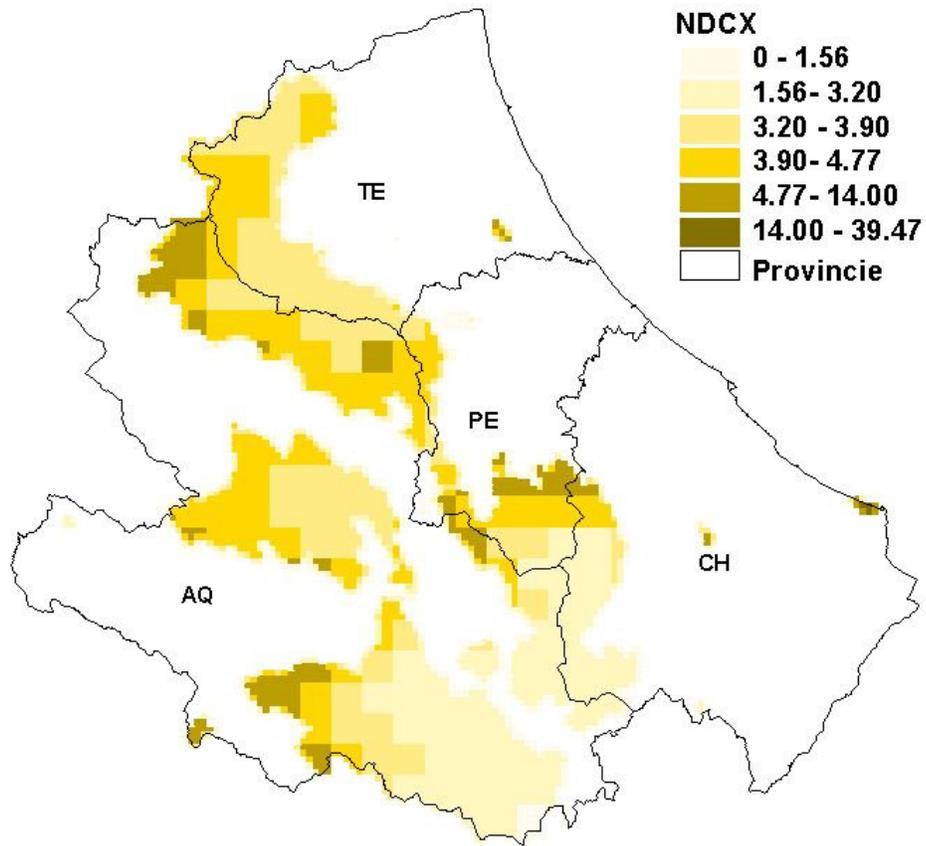


Figura 25 : Indice di rischio per le aree naturali (mg/giorno) per l' inquinante SO2 (contributi emissivi: Lazio+Abruzzo)

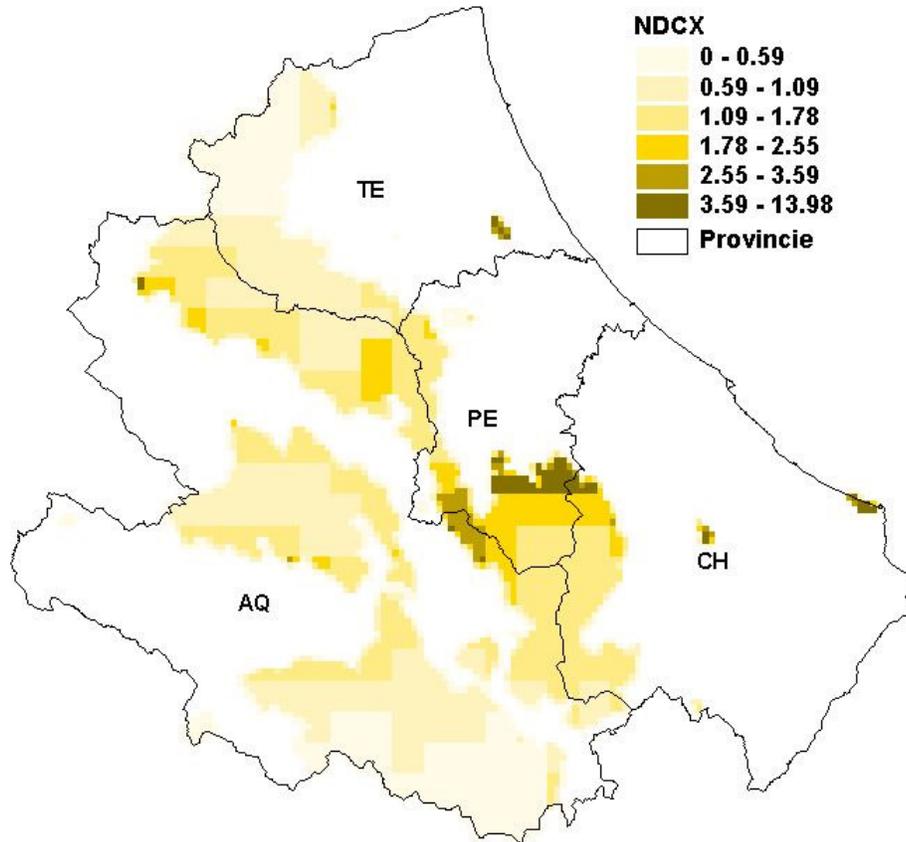


Figura 26 Indice di rischio per le aree naturali (mg/giorno) per l' inquinante SO₂ (contributi emissivi: solo Abruzzo)

Come già evidenziato nel corso della Fase Valutativa, si può constatare la rilevanza del contributo emissivo delle sorgenti appartenenti alla regione Lazio.

2.5 IL RISCHIO AMBIENTALE-ARIA PER I BENI MONUMENTALI ESPOSTI ALL'APERTO

2.5.1 PREMESSA

Negli ultimi decenni sono stati rilevati danni di consistente entità alle opere d'arte esposte agli agenti atmosferici a causa del crescente inquinamento dell'aria. I materiali che costituiscono i monumenti soggetti a tale degrado sono difatti in continua interazione chimico-fisica con l'ambiente.

Le principali forme di degrado che si possono indicare per i monumenti riguardano:

- la formazione di croste nere come risultato della deposizione degli inquinanti; tali formazioni risultano composte principalmente da solfato di calcio biidrato (gesso), misto a vari composti di origine atmosferica quali le particelle carboniose originatesi da processi di combustione (riscaldamento domestico e centrali elettriche), che intervengono come catalizzatori nella trasformazione del carbonato di calcio in solfato di calcio;
- disgregazione estrema fino a polverizzazione delle superfici con scomparsa di elementi strutturali di abbellimento, erosione di iscrizioni;
- cambiamenti di colore, formazione di patine;
- efflorescenze saline a base di sali solubili quali solfati, cloruri, nitrati, carbonati.

Il formarsi ed il crescere di tali forme di attacco chimico è sempre da mettere in relazione anche ai fenomeni atmosferici, quali piogge, vento, temperatura, umidità, ecc., che oltre a giocare un ruolo primario, ad esempio i fenomeni di gelo-disgelo che provocano fratture e distacchi, influenzano il trasporto degli inquinanti chimici.

Sottolineare la rilevanza dei problemi descritti per una regione come l'Abruzzo risulta persino superfluo, per cui appare chiara la necessità dell'impostazione di una autentica strategia di risanamento e successiva prevenzione volta al superamento di quella che costituisce tuttora la prassi per la salvaguardia del patrimonio artistico esposto all'aperto, consistente in un intervento di manutenzione-restauro e, ove praticabile, successivo spostamento dell'opera restaurata in un luogo non inquinato. Si tratta

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

evidentemente di un tipo di intervento che presenta problemi di costi elevati, di snaturamento dell'opera d'arte nata, ad esempio, per restare proprio in quella piazza dalla quale viene rimossa, e che comunque non risolve certamente il problema ma semplicemente lo sposta nel tempo e nello spazio.

Nel presente studio sono stati determinati gli indici di rischio ambientale-aria per i beni monumentali in base alla metodologia sviluppata dall'ICR (Istituto Centrale del Restauro) nell'ambito del Progetto "Carta del Rischio del Patrimonio Culturale" (Legge 84 del 19/04/90, art.1 lett. B) del Ministero dei Beni Culturali.

Gli indici, che sono stati calcolati su base comunale, tengono conto dell'erosione causata dalle deposizioni acide, dalla pioggia e dalla salsedine (per i siti costieri) e dell'annerimento causato dal particolato. A tale scopo sono stati elaborati i dati delle reti dell'ENEL AM, ARSSA, ARTA e dell'Istituto Mario Negri Sud disponibili per l'intero territorio regionale.

Lo studio si articola in varie fasi di analisi. Primariamente sono stati analizzati i dati di ciascuna delle stazioni in modo da definire le caratteristiche del clima locale. Successivamente i dati delle stazioni sono stati spazializzati per produrre delle mappe regionali delle grandezze meteorologiche necessarie per la determinazione degli indici di rischio ambientale.

Data la non uniformità della distribuzione territoriale delle stazioni di campionamento, la maggior parte di esse si trova infatti concentrata nelle zone costiere della regione, si deve tenere presente che la spazializzazione dei dati ha comportato probabilmente una stima dei valori mediani più attendibile nelle zone maggiormente coperte dalla rete che non altrove.

Infine, sulla base dei dati meteorologici e dei valori di emissione stimati nel corso della redazione dell'inventario delle emissioni, sono stati determinati gli indici di erosione e di annerimento su base comunale.

2.5.2 INDICE DI ANNERIMENTO

L'annerimento delle superfici calcaree determinato dal particolato è quantificabile mediante un indice surrogato, la concentrazione in aria del particolato, valido in particolare per le aree urbane.

L'indice di annerimento può essere calcolato, mediante l'utilizzo del seguente modello a box:

$$C_{PST} = E_{PST} X / (U H)$$

dove i parametri hanno il seguente significato:

C_{PST}	concentrazione di particolato sospeso totale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
X	lunghezza orizzontale caratteristica associata al comune (m); $X = (\text{SUP}_{\text{COM}})^{-1/2}$ dove SUP_{COM} è la superficie comunale espressa in m^2
E_{PST}	emissione per unità di superficie di particolato sospeso totale dovuta alle sorgenti nel comune ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{sec}$)
U	velocità media del vento (m/sec)
H	altezza media dello strato di rimescolamento (m)

Lo studio della velocità del vento è stato effettuato sulla base delle elaborazioni statistiche dei dati meteorologici per la caratterizzazione diffusiva dell'atmosfera realizzate congiuntamente da ENEL e Servizio Meteorologico dell'aeronautica Militare. Per ottenere una migliore e più veritiera stima di tale parametro sono state utilizzate le elaborazioni dei dati utilizzando le serie storiche appartenenti al periodo 1951-1991. Sono stati inoltre utilizzati i dati meteorologici delle stazioni fisse appartenenti alle reti regionali dell'ARTA, ARSSA e dell'Istituto Mario Negri Sud.

Nella Tabella 10 si riporta l'elenco delle stazioni considerate e le rispettive coordinate geografiche (UTM 33).

STAZIONE	RETE	X	Y
San Salvo	ARSSA	2500814	4653308
Scerni	ARSSA	2486119	4661677
Casalbordino	ARSSA	2488934	4667405
S.Eusanio	ARSSA	2468718	4664188
Paglieta	ARSSA	2476536	4667987
Pretoro	ARSSA	2449761	4673787
Villa Magna	ARSSA	2458113	4684795
Castiglione	ARSSA	2472244	4636128
Casale Calore	ARSSA	2379946	4691497
Borgo Ottomila	ARSSA	2399296	4643058
Avezzano	ARSSA	2390248	4654265
San Benedetto	ARSSA	2406728	4650286
Pratola Peligna	ARSSA	2427933	4660951

STAZIONE	RETE	X	Y
Sulmona	ARSSA	2433131	4654700
Oricola	ARSSA	2359211	4658275
Penne	ARSSA	2429733	4699205
Atri	ARSSA	2431317	4718329
Villa Vomano	ARSSA	2419012	4717828
Roseto Sant'Angelo	ARSSA	2435794	4724843
Civitella del Tronto	ARSSA	2414241	4738874
Controguerra	ARSSA	2426554	4745799
Teramo	ARSSA	2411969	4718373
Colle Roio	ARSSA	2385362	4687684
Avezzano	ENEL AM	2390248	4654265
Campo Imperatore	ENEL AM	2400698	4700361
Pescara	ENEL AM	2454119	4697793
Chieti	Ist. Mario Negri Sud	2451833	4690531
Atessa	Ist. Mario Negri Sud	2476506	4661100
San Salvo	Ist. Mario Negri Sud	2499602	4655955
Teatro D. Annunzio	ARTA	2454963	4701575

Tabella 10: elenco delle stazioni utilizzate per la determinazione della velocità del vento

La spazializzazione dei dati di velocità del vento è stata effettuata attribuendo a ciascun comune una stazione di riferimento il più possibile rappresentativa del comune stesso ed assegnando ad ognuno di essi il valore medio annuale stimato della stazione individuata.

Per tale parametro è stata realizzata una mappa cartografica mediante tematismo GIS rappresentante i valori di velocità del vento mediante campiture cromatiche per ciascun comune (Figura 27).

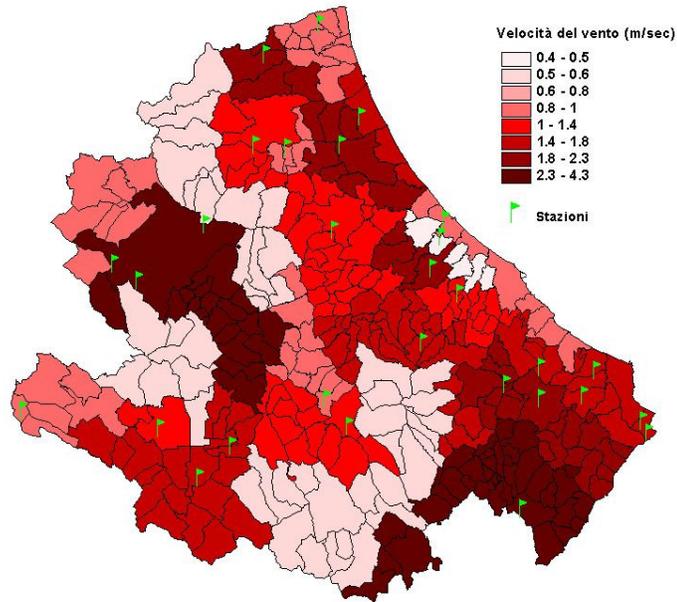


Figura 27: velocità del vento media annua (m/sec)

L'attribuzione a ciascun comune delle stazioni meteorologiche è avvenuta mediante un'accurata analisi dell'orografia regionale (Figura 28).

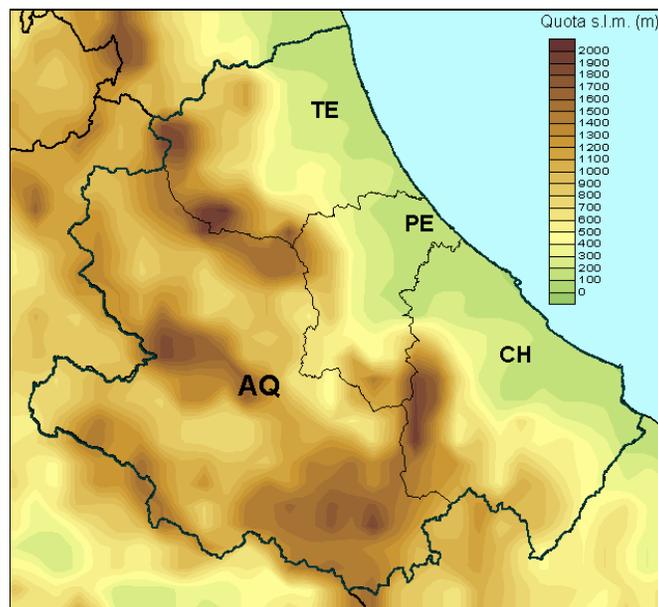


Figura 28: orografia

La determinazione dell'altezza dello strato di rimescolamento è stata effettuata utilizzando i dati storici elaborati dell'ENEL e dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica militare appartenenti al periodo 1951-1991.

La spazializzazione dei dati dell'altezza dello strato di rimescolamento è stata eseguita mediante l'applicazione di un opportuno algoritmo di interpolazione per pesare i dati di ciascuna stazione in funzione della distanza da ciascun punto del grigliato di calcolo (1 km x 1 km). Le caratteristiche di tale griglia risultano:

	Minima	Massima	Passo (m)
<i>X (metri)</i>	2356633,50	2502633,50	1.000
<i>Y (metri)</i>	4615065,44	4750065,44	1.000

I nodi della griglia definiscono complessivamente 19.992 celle di cui 8.809 ricadenti nel mare.

I dati acquisiti sono stati dunque inizialmente spazializzati sull'intero territorio regionale secondo una griglia a passo geografico regolare.

Successivamente, mediante una media pesata che ha permesso di associare una percentuale di appartenenza di ciascuna maglia ad ogni comune, è stato possibile assegnare un valore dell'altezza dello strato di rimescolamento ai comuni medesimi.

Per tale parametro è stata realizzata la mappa regionale nella quale vengono visualizzati i campi scalari mediante isolinee e campiture cromatiche (Figura 29). La mappa è rappresentata in coordinate metriche nel sistema di proiezione Gauss-Boaga. Sono inoltre visualizzati i confini provinciali e le postazioni delle stazioni.

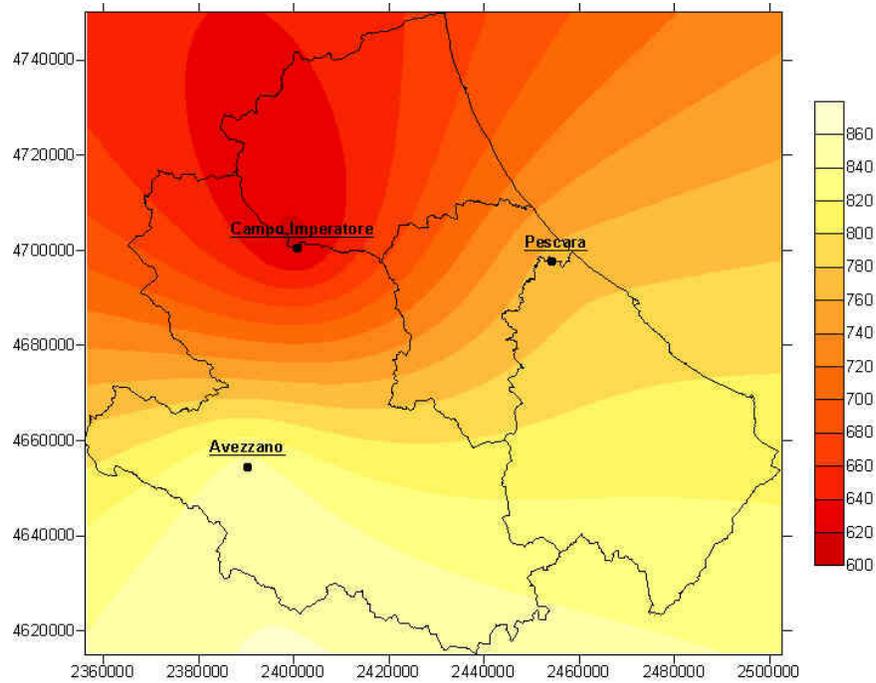


Figura 29: altezza dello strato di rimescolamento media annua (m)

Riguardo alla determinazione dei valori di emissione di particolato sospeso totale su base comunale sono stati utilizzati i dati di emissione di PST, stimati nel corso della redazione dell'inventario delle emissioni regionale, delle sorgenti puntuali e diffuse presenti sul territorio. Nella Figura 30 si riporta la distribuzione territoriale delle emissioni di PST sul territorio regionale.

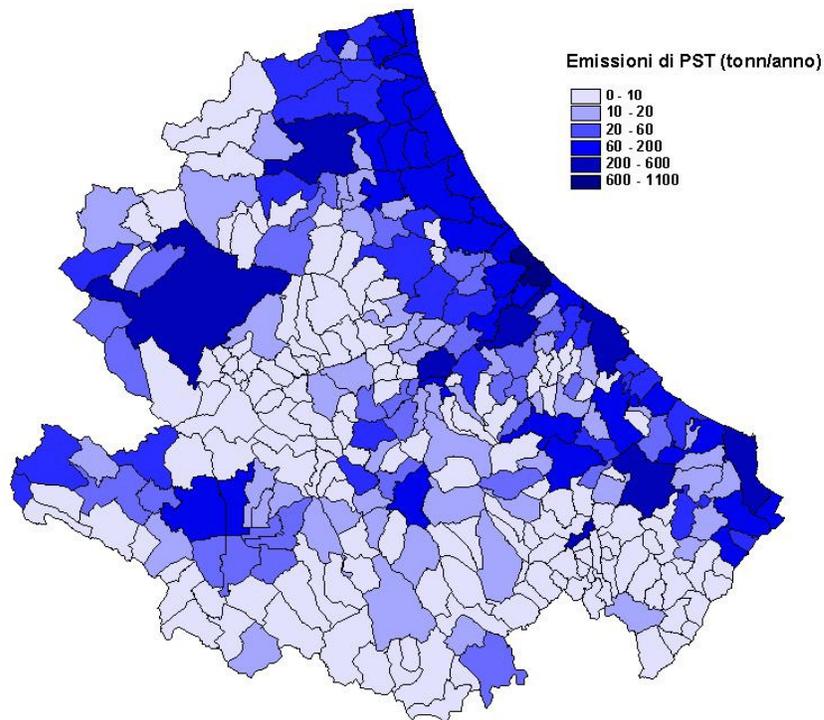


Figura 30: emissioni totali di PST (tonn/anno)

Sulla base dei dati raccolti sono stati infine determinati i valori medi a livello comunale dell'**indice di annerimento**.

Il risultato dell'analisi è proposto sotto forma di cartografia tematica, basata sulla definizione di classi di pericolosità.

La definizione delle classi si è basata sui percentili; la tabella seguente ne riporta i valori in corrispondenza dei quali si collocano gli estremi inferiori e superiori delle classi.

Classe	Estremo inferiore della classe (incluso)	Estremo superiore della classe (escluso)
1	0	0
2	5	50
3	50	75
4	75	98
5	98	100

Tabella 11: classi su percentile dell'indice di annerimento

Nel seguito si riportano, per la carta di pericolosità da annerimento, gli estremi delle classi, il numero di comuni appartenenti ad ogni classe e la distribuzione di frequenza di ciascuna di esse.

<i>Classe</i>	<i>C_{PST} (µg/mc)</i>	<i>Comuni</i>	<i>Percentuale</i>
1	fino 0.001153	16	5.2%
2	da 0.001153 a 0.01908	137	44.9%
3	da 0.01908 a 0.051633	76	24.9%
4	da 0.051633 a 0.59276	70	22.9%
5	oltre 0.59276	6	1.9%

Si riporta nella Figura 31 la rappresentazione cartografica mediante tematismo GIS dell'indice di annerimento a livello comunale.

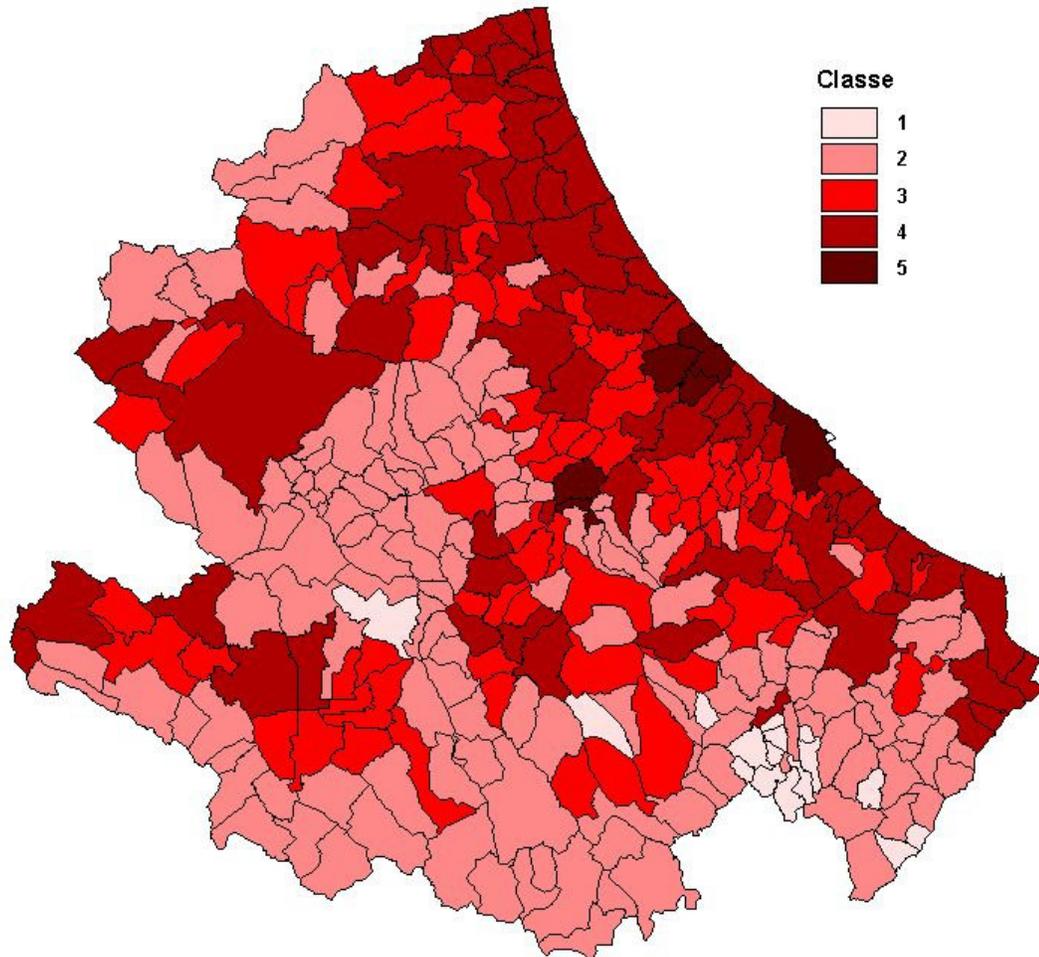


Figura 31: carta di pericolosità da annerimento

2.5.3 INDICE DI EROSIONE

L'indice di erosione si basa sul modello proposto da Lipfert (Atmospheric Environment, 1989) per i materiali calcarei. Il modello calcola la perdita di materiale espressa in micron per anno, causata dalla pioggia (P_{pre}), dall'acidità della pioggia (PH^+), dalla salsedine (P_{costa}) e dalle deposizioni di biossido di zolfo e di acido nitrico (P_{dep}). La formula di Lipfert, che l'autore assume valida per un pH della pioggia compreso tra 3 e 5 è la seguente:

$$\begin{aligned}
 P_m &= P_{pre} + P H^+ + P_{costa} + P_{dep} = \\
 &= 18.8 R + 0.016 H^+ R + 1.88 R C + 0.0018 (D_{SO_2} + D_{HNO_3})
 \end{aligned}$$

dove i parametri hanno il seguente significato:

P_m	perdita di materiale ($\mu\text{m}/\text{anno}$)
R	quantità di pioggia (m/anno)
H^+	apporto di ione idrogeno ($\text{nanomoli}/\text{cm}^3$); calcolato in funzione del pH della pioggia come: $H^+ = 10^6 \cdot 10^{-\text{pH}}$
C	flag per comuni costieri ($C=1$ se il comune è costiero altrimenti $C=0$)
D_{SO_2}	deposizione totale di SO_2 ($\mu\text{g}/\text{s}/\text{m}^2$)
D_{HNO_3}	deposizione totale di acido nitrico ($\mu\text{g}/\text{s}/\text{m}^2$)

Come nel caso dell'indice di annerimento, per la determinazione delle precipitazioni sono stati utilizzati i dati forniti dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare . Per ottenere una migliore e più veritiera stima dei parametri meteorologici sono state utilizzate le elaborazioni dei dati utilizzando le serie storiche di dati appartenenti al periodo 1951-1991. Sono inoltre stati utilizzati i dati meteorologici delle stazioni fisse appartenenti alle reti regionali dell'ARTA, ARSA e dell'Istituto Mario Negri Sud.

Nella Tabella 12 si riporta l'elenco delle stazioni considerate e le rispettive coordinate geografiche (UTM 33).

STAZIONE	RETE	X	Y
Castiglione	ARSSA	2472244	4636128
Frisa	ARSSA	2468051	4679020
Villa S.Maria	ARSSA	2466113	4649585
Tollo	ARSSA	2464572	4688148
Sulmona	ARSSA	2433131	4654700
Oricola	ARSSA	2359211	4658275
Barrea	ARSSA	2435648	4622122
Pescasseroli	ARSSA	2417579	4629431
Civita D'Antino	ARSSA	2391370	4639725
Capistrano	ARSSA	2417232	4681575
Civitella Casanova	ARSSA	2429243	4689724
Tocco Da Casauria	ARSSA	2432503	4673640
Controguerra	ARSSA	2426554	4745799
Rocca S.Maria	ARSSA	2400680	4724884
Teramo	ARSSA	2411969	4718373
Avezzano	ENEL AM	2390248	4654265

STAZIONE	RETE	X	Y
Campo Imperatore	ENEL AM	2400698	4700361
Pescara	ENEL AM	2454119	4697793
Chieti	Ist. Mario Negri Sud	2451833	4690531
Teatro D. Annunzio	ARTA	2454963	4701575

Tabella 12: elenco delle stazioni utilizzate per la determinazione delle precipitazioni

La spazializzazione dei dati di precipitazione come nel caso dell'indice di annerimento è stata effettuata attribuendo a ciascun comune una stazione di riferimento il più possibile rappresentativa del comune stesso ed assegnando ad ognuno di essi il valore medio annuale stimato della stazione individuata.

Per tale parametro è stata realizzata una mappa cartografica mediante tematismo GIS rappresentante i valori di precipitazione mediante campiture cromatiche per ciascun comune (Figura 32).

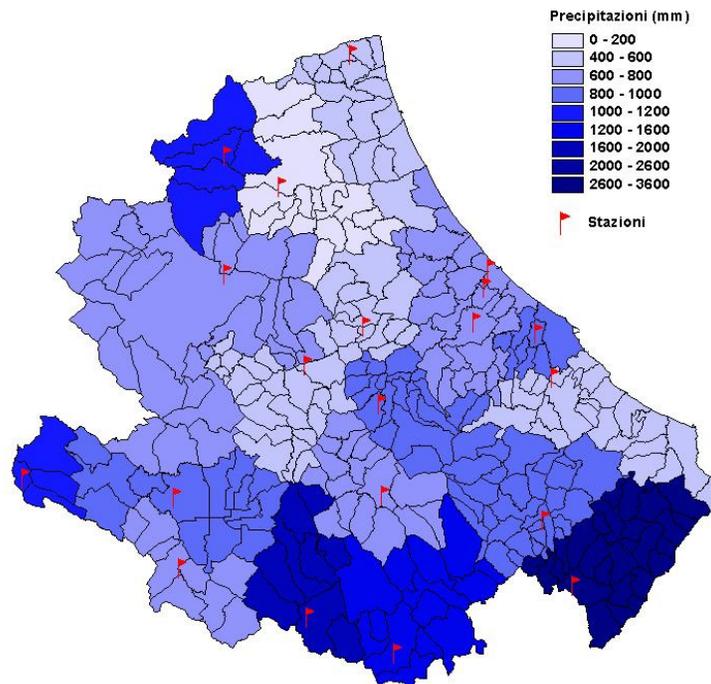


Figura 32: precipitazioni medie annue (mm)

Per poter calcolare la concentrazione dello ione idrogeno sono stati utilizzati i dati medi di pH del quinquennio 1986-1991 disponibili sul territorio regionale elaborati dal

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

CNR, Istituto Italiano di Idrobiologia. Nella Tabella 13 si riportano le stazioni considerate, le rispettive coordinate geografiche (nel sistema di proiezione Gauss-Boaga) ed i relativi valori di ph.

STAZIONE	X	Y	ph
Selva Meana (TE)	2427303	4740966	4.5
Maiella (CH)	2445855	4659768	5.2

Tabella 13: elenco delle stazioni utilizzate per la determinazione del ph

La spazializzazione dei dati è stata eseguita mediante l'applicazione di un algoritmo di interpolazione per pesare i dati di ciascuna stazione in funzione della distanza da ciascun punto del grigliato di calcolo. Le caratteristiche del grigliato risultano le medesime di quelle utilizzate per la determinazione dell'altezza dello strato di rimescolamento.

I dati acquisiti sono stati dunque inizialmente spazializzati sull'intero territorio regionale secondo una griglia a passo geografico regolare.

Successivamente, mediante una media pesata che ha permesso di associare una percentuale di appartenenza di ciascuna maglia ad ogni comune, è stato possibile assegnare un valore di ph ai comuni medesimi.

Anche per tale parametro è stata realizzata la mappa regionale nella quale vengono visualizzati i campi scalari mediante isolinee e campiture cromatiche (Figura 33). La mappa è rappresentata in coordinate metriche nel sistema di proiezione Gauss-Boaga. Sono inoltre visualizzati i confini provinciali e le postazioni delle stazioni.

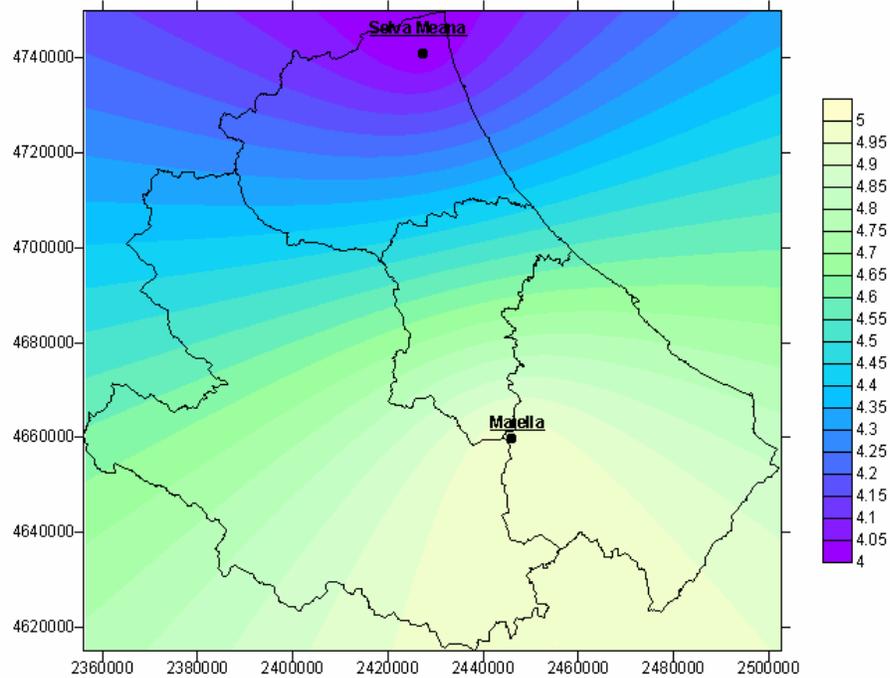


Figura 33: pH medio annuale

Riguardo ai dati di deposizione di azoto e di zolfo utilizzati per la determinazione dell'indice di erosione si rimanda a quanto esposto nella fase valutativa del Piano.

Utilizzando la formula di Lipfert sono stati infine determinati i valori medi a livello comunale dell'**indice di erosione**.

I risultati dell'analisi sono stati rappresentati sotto forma di cartografia per la quale la definizione delle classi fatta eccezione per il parametro PARE (effetto costa), è identica a quella utilizzata in precedenza per l'indice di annerimento. Le classi sono cinque e la tabella che segue riporta i percentili in corrispondenza dei quali si collocano gli estremi inferiori e superiori delle classi.

Classe	Estremo inferiore della classe (incluso)	Estremo superiore della classe (escluso)
1	0	0
2	5	5
3	50	50
4	75	75
5	98	98

Tabella 14: classi su percentile dell'indice di erosione

Si riportano di seguito, per la carta di pericolosità da erosione, gli estremi delle classi, il numero di comuni appartenenti ad ogni classe e la distribuzione di frequenza di ognuna di esse.

<i>Classe</i>	<i>C_{PST} (µm/anno)</i>	<i>Comuni</i>	<i>Percentuale</i>
1	fino 0.0002	17	5%
2	da 0.0002 a 15.2229	136	45%
3	da 15.2229 a 16.538	76	25%
4	da 16.538 a 67.6421	70	23%
5	oltre 67.6421	6	2%

Si riporta infine la rappresentazione cartografica per classi dei valori comunali dell'indice di erosione.

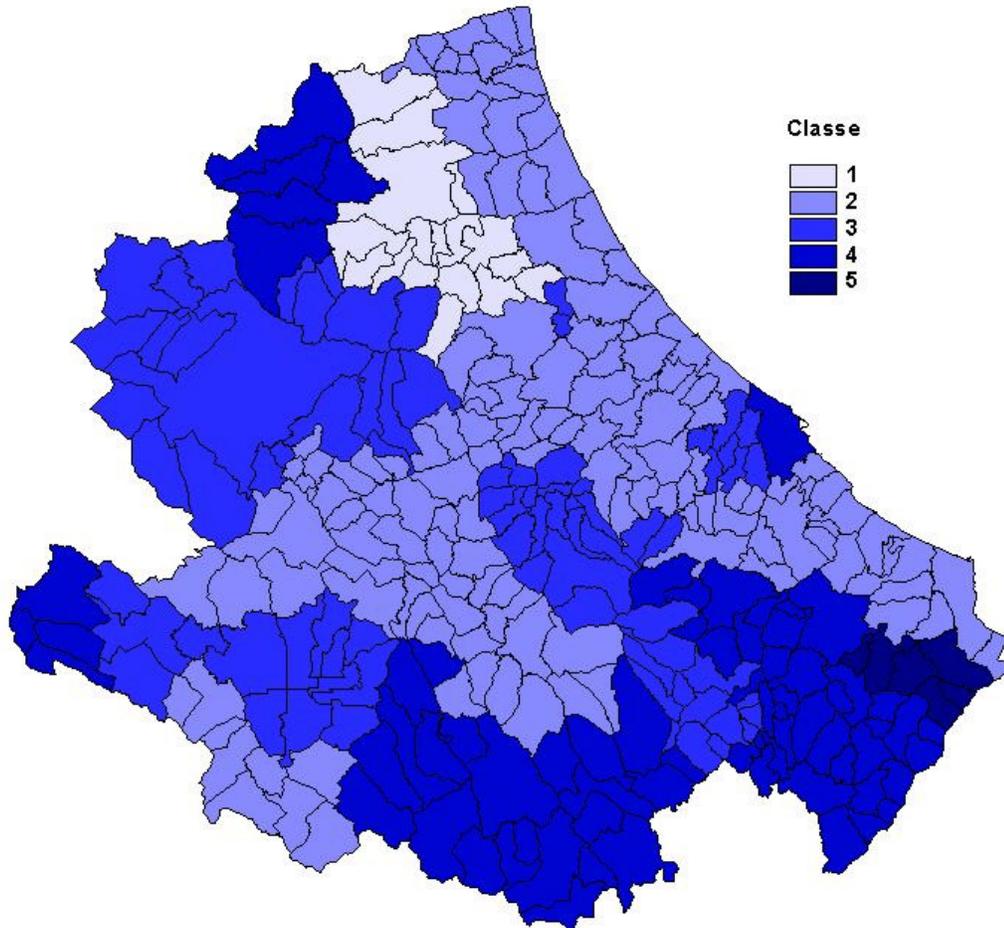


Figura 34: carta di pericolosità da erosione

3 LA DEFINIZIONE DELLE STRATEGIE DI TUTELA E RISANAMENTO

3.1 ASPETTI GENERALI

La decisione di predisporre un qualsiasi provvedimento volto al risanamento della qualità dell'aria non può prescindere dalla considerazione che, se da un lato l'impatto delle emissioni di sostanze inquinanti costituisce un rischio ambientale a cui porre rimedio, dall'altro la domanda esistente di beni e servizi non può essere disattesa e comunque lo standard di vita acquisito non può essere drasticamente peggiorato.

Ne consegue che un'oculata politica ambientale, specie nell'adozione di strategie per il medio e lungo periodo, non può prescindere dalle caratteristiche strutturali del sistema socio-economico, bensì deve necessariamente passare attraverso un'attenta analisi degli aspetti ambientali e delle relative implicazioni di carattere tecnologico ed economico nonché sociale.

Risolvere il problema dell'inquinamento atmosferico implica dunque la conoscenza delle aree "nevralgiche" responsabili dell'inquinamento atmosferico e, conseguentemente, dove e come intervenire. L'assetto del risanamento ambientale e la valutazione degli oneri da sostenere per il raggiungimento dell'obiettivo, rappresentano gli aspetti essenziali nella definizione di adeguati indirizzi di programmazione e strumenti di intervento per l'abbattimento delle emissioni inquinanti. Sorge così la necessità di pervenire ad una quantificazione delle variabili rappresentative dell'ambiente che sia riconducibile a contesti e criteri di tipo economico.

Tra gli approcci proposti quello rappresentato dalla classica analisi costi-benefici, nel quale la valutazione di una certa azione risulta soppesata in base ad una stima del costo ad essa relativo e del beneficio "monetario" che ne deriva, si è rivelato spesso di applicazione problematica per le difficoltà insite nell'attribuire un valore economico agli aspetti di natura ambientale. Per converso è stata evidenziata la maggiore correttezza rappresentata dall'affiancare a variabili intrinsecamente monetarie, variabili "non market", quelle ambientali, espresse in termini delle proprie unità di misura fisiche. Il cosiddetto approccio costi-efficacia risponde a questa esigenza consentendo l'individuazione di strategie

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

economicamente efficienti rispetto alla determinazione di standard ambientali prefissati sulla base di opportuni criteri. La formulazioni di problemi di questo tipo in termini di programmazione matematica sembra ormai consolidato, offrendo una quanto mai ampia flessibilità nella formulazione delle tematiche affrontate (*Palma D. et al.*. “Strategie ottime per l’abbattimento delle emissioni inquinanti: problemi e casi a confronto”, in Atti della XXXVIII Riunione Scientifica della Società Italiana di Statistica (SIS), Rimini 9-13 aprile 1996.).

L’iter attuativo del Piano richiede allora che sia adottato uno strumento che consenta di pianificare gli interventi valutando contemporaneamente tutti gli elementi in gioco:

- quote di abbattimento delle emissioni per inquinante,
- risorse economiche disponibili,
- tecnologie disponibili,
- grado di penetrazione delle tecnologie,
- costi di investimento, manutenzione, ammortamento, ecc.,
- domanda del mercato,
- tempi di implementazione degli interventi,
- settori produttivi quali possibili destinatari dell’intervento,
- ripartizione degli oneri tra i diversi soggetti

e quindi di eseguire un’analisi costi-efficienza al fine di minimizzare i costi e di ripartirli nel tempo e tra i diversi soggetti nel modo strategicamente migliore.

Un approccio metodologico in tal senso implica inoltre che il decisore assuma un ruolo viepiù rilevante in quanto la scelta ottimale discende da una predeterminazione strategica dei vantaggi da ottenere, unita ad un uso razionale delle risorse necessarie per il loro conseguimento.

3.2 INTERVENTI DI RISANAMENTO A MEDIO - LUNGO TERMINE A SCALA REGIONALE: L'INQUINAMENTO FOTOCHIMICO

Il superamento dei valori limite delle concentrazioni di ozono pone con forza la necessità di affrontare il tema dell'inquinamento fotochimico, fenomeno nel quale svolgono un ruolo determinante le emissioni di composti organici volatili e le loro successive trasformazioni in atmosfera; si propone pertanto in questa sede la definizione di scenari di riduzione delle emissioni di COV individuati mediante l'applicazione del software SIMPLEX sviluppato dall'ESA secondo la metodologia descritta nei paragrafi successivi.

3.2.1 LA METODOLOGIA ADOTTATA: IL MODELLO SIMPLEX

Come sommariamente illustrato nel precedente paragrafo, l'approccio al problema del risanamento della qualità dell'aria prevede l'individuazione delle strategie più efficienti dal punto di vista dei costi, nell'ambito di diversi scenari temporali, al fine di ridurre le emissioni dei gas inquinanti considerati, salvaguardando al contempo la domanda di beni o servizi relativa al settore e al territorio oggetto dell'intervento.

Questo approccio tende a porre "limiti" all'inquinamento, imponendo limiti ad indicatori dell'inquinamento stesso come le emissioni o le concentrazioni in aria; la strategia operativa si configura quindi come quella di rispettare i suddetti limiti con minimo sforzo, ossia a costi minimi. Dal punto di vista della programmazione matematica si tratta di un problema di minimizzazione vincolata: minimizzare i costi, essendo vincolati a raggiungere una certa qualità dell'aria.

Lo strumento che sarà utilizzato per eseguire l'analisi in questione è il modello **SIMPLEX** che utilizza appunto tecniche di programmazione lineare, e del quale si riportano di seguito le caratteristiche metodologiche implementate.

La funzione obiettivo, di cui si impone la minimizzazione, è rappresentata dai costi associati alle misure alternative, per la pianificazione degli interventi necessari per la riduzione delle emissioni:

$$C = \min \sum_{i=1}^I \sum_{j \in J_i} C_j N_{ij} ,$$

dove:

- C** = costo totale della riduzione dell'emissione;
- C_j** = costo (espresso in funzione dell'indicatore caratterizzante le singole attività) della misura di riduzione *j*, $C_j \geq 0, \forall j$;
- N_{ij}** = valore relativo all'indicatore, caratterizzante la sorgente *i* di emissione, che viene associato agli impianti che adottano la misura di riduzione *j*;
- I** = numero complessivo di tipi di sorgenti di emissione;
- J_i** = insieme delle misure di riduzione applicabili alla sorgente di tipo *i*, $J_i \neq \emptyset, \forall i$.

Tale funzione andrà minimizzata nel rispetto di una serie di **vincoli** che possono distinguersi in:

- **vincoli sulle emissioni:**

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j \in J_i} F_j N_{ij} \leq (1-P) \sum_{i=1}^I E_i ,$$

dove:

- F_j** = fattore di emissione (espresso in funzione dell'indicatore caratterizzante le singole attività) della misura di riduzione *j*, $F_j \geq 0, \forall j$;
- E_i** = emissione annua (espressa in g/anno) della sorgente *i*;
- P** = percentuale di riduzione applicata all'emissione totale.

Tale vincolo impone che la riduzione “globale” delle emissioni sia di una certa entità *P*. È possibile esaminare l'andamento delle soluzioni in conformità a diverse ipotesi di riduzione delle emissioni (es.: 25%, 50%, 75% e/o massimo raggiungibile entro i vincoli specificati).

- **vincoli di produzione:**

$$\sum_{j \in J_i} N_{ij} \geq T_i , \forall i ,$$

dove:

T_i = valore attuale dell'indicatore caratterizzante le sorgenti i , $T_i \geq 0$, $\forall i$;

Tale vincolo impone il soddisfacimento della produzione di partenza.

• **vincoli tecnici:**

$$\sum_{j \in A_i(k)} N_{ij} \leq V_i(k)$$

dove:

$V_i(k)$ = valore attuale dell'indicatore caratterizzante le sorgenti i che utilizzano la tecnologia k , $V_i(k) > 0$, $\forall i, k$;

$A_i(k)$ = insieme delle misure di riduzione che sostituiscono la tecnologia k nella sorgente i , $A_i(k) \neq \emptyset$, $\forall i, k$.

Si tratta di un vincolo sulla capacità massima di sostituzione, che è costituito dalla presenza attuale della tecnologia che si intende sostituire.

• **vincoli di non negatività:**

$$N_{ij} \geq 0, \forall i, j$$

L'implementazione della metodologia sin qui descritta presuppone l'attivazione totale ed istantanea di tutte le misure di riduzione delle emissioni disponibili. Il modello SIMPLEX consente però di prevedere, più realisticamente, un'introduzione graduale delle diverse tecnologie di abbattimento, mediante l'introduzione di un ulteriore vincolo che consideri il *tasso di penetrazione annuo* (espresso in termini di percentuale di installazioni che ogni anno sono equipaggiate con quella determinata tecnica di riduzione delle emissioni) delle misure di riduzione delle emissioni nelle singole attività e di porsi in un ottica di breve-medio termine (3-10 anni). Analiticamente vengono quindi introdotti i:

• **vincoli sul potenziale di penetrazione:**

$$N_{ij} \leq S_{ij}(t), \forall i, j / S_{ij}(t) > 0,$$

dove:

$S_{ij}(t)$ = valore massimo assumibile dopo t anni dall'indicatore, caratterizzante le

sorgenti i di emissione, nell'ambito degli impianti che adottano la misura di riduzione j , $3 \leq t \leq 10$.

I valori $S_{ij}(t)$ possono essere calcolati utilizzando la seguente formula:

$$S_{ij}(t) = Z_{ij} H_{i(k)} \sum_{n=0}^{t-1} (1 - Z_{ij})^n, \quad 3 \leq t \leq 10,$$

dove:

Z_{ij} = tasso di penetrazione annuo della misura di riduzione j applicata alla sorgente i ;
 $H_{i(k)}$ = valore attuale dell'indicatore caratterizzante la sorgente i (eventualmente dipendente dalla tecnologia k , a seconda della misura di riduzione che si sta considerando).

Per entrambi gli scenari (*tutto e subito* e *penetrazione graduale*) il modello è finalizzato al raggiungimento di una prefissata **riduzione globale delle emissioni ad un costo minimo per il sistema mantenendo inalterato il livello di soddisfacimento della domanda** relativa alle diverse attività considerate. Proprio in ragione dei vincoli di soddisfacimento della produzione di partenza, il modello "distribuisce" l'abbattimento all'interno delle attività sulla base dell'esistenza, all'interno di queste, di misure di abbattimento efficienti ed al contempo economiche per tutto il sistema. Ciò significa, in altri termini, che di volta in volta le attività da selezionare sul fronte dell'abbattimento sono individuate sulla base del miglior contributo rispetto all'obiettivo costo-efficacia di tipo globale. In conseguenza di ciò, il coinvolgimento di ciascuna attività, nell'ambito della decisione sull'abbattimento globale, dipende esclusivamente *dallo stato della tecnologia* (ivi inclusi i costi) disponibile per quel settore in un dato momento.

E' evidente, pertanto, la necessità dell'introduzione di valutazioni inerenti all'*equità distributiva* degli oneri di abbattimento (sia in termini di riduzione delle emissioni che di costo sostenuto per effettuarla); mediante SIMPLEX è possibile soddisfare questo ulteriore requisito modificando i *vincoli sulle emissioni* nel seguente modo:

$$\sum_{j \in J_i} F_j N_{ij} \leq (1 - P_i) E_i, \quad \forall i,$$

dove:

P_i = percentuale di riduzione applicata all'emissione annua della sorgente i di emissione;

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

ossia, invece di imporre che la riduzione globale delle emissioni sia pari ad una certa entità, si impone che ciascun tipo di sorgente di emissione rispetti determinati standard; oppure si può imporre congiuntamente il rispetto degli standard di emissione da parte delle differenti sorgenti più una riduzione globale delle emissioni.

3.2.2 L'USO DEL MODELLO SIMPLEX

La metodologia adottata da SIMPLEX per la definizione degli scenari di abbattimento delle emissioni ha carattere generale e può quindi essere applicata a qualsiasi settore produttivo e ambito territoriale adeguato.

Imporre il perseguimento di standard di emissione implica comunque che tutte le sorgenti devono contribuire alla riduzione delle emissioni globale. Tale imposizione presuppone perciò che si sia già fatta una preanalisi, per tipo di sorgente, delle possibili tecniche di riduzione delle emissioni e dei relativi costi, in maniera da predisporre un quadro degli oneri realisticamente sopportabili dalle imprese.

Per giungere all'impostazione operativa descritta nel precedente paragrafo, e quindi alla determinazione delle possibili soluzioni del problema, è necessario perciò procedere all'espletamento di una serie di attività conoscitive schematicamente riassumibili:

- determinazione del numero e tipo di sorgenti di emissione che interessa controllare;
- identificazione delle opzioni disponibili per il controllo delle emissioni;
- misura dell'efficienza delle diverse opzioni di controllo in termini di costo e di abbattimento;

Per quanto concerne il terzo punto, per ogni misura di riduzione delle emissioni applicabile ad una determinata tipologia sorgente è necessario calcolare un costo annuo tenendo conto sia delle spese di investimento che delle spese operative. Le variabili di costo che entrano in gioco nella valutazione sono:

- *costi di investimento*: si tratta di una serie di voci che include:
 - *costo di acquisto* dei componenti e dei materiali necessari per la riduzione delle emissioni,

- *costo di installazione,*
- *costo di avviamento,*
- *costi aggiuntivi dovuti a tasse, assicurazioni o altre voci di costo indiretto;*
- *costi capitale annui che prendono in considerazione il tempo di ammortamento.*
- *costi operativi annui che includono:*
 - *costi di consumo di servizi ausiliari (elettricità, combustibili, ecc.),*
 - *costi di sostituzione di materiali di consumo*
 - *costi di manutenzione.*

I *costi totali annui*, ottenuti dalla somma dei costi capitale annui e dei costi operativi annui devono essere successivamente trasformati in *costi totali specifici*, esprimibili sia in Lit/kg di inquinante abbattuto che in funzione dell'indicatore caratterizzante le singole attività, ad esempio lire per quantità di prodotto.

Oltre al costo, per ogni misura di riduzione si deve considerare infine anche la percentuale di abbattimento delle emissioni, con la quale è possibile calcolare la riduzione delle emissioni espressa in kg/anno di inquinante abbattuto, ed il fattore di emissione in funzione dell'indicatore caratterizzante le singole attività.

In questa sede il modello viene applicato per la definizione ed ottimizzazione delle strategie di risanamento nell'ambito delle attività economiche ricadenti nel settore "Uso di solventi e di altri prodotti" della classificazione CORINAIR; l'uso di solventi contribuisce approssimativamente per il 30% delle emissioni antropiche di COV in Italia ed è, dopo i trasporti, la più importante sorgente in termini di emissione (anno 1989); nel caso dell'Abruzzo i risultati dell'inventario delle emissioni confermano questo dato con un valore che si attesta intorno al 27%.

Le attività nelle quali vengono utilizzati i solventi costituiscono un universo ampio e dalle molte sfaccettature; quasi ogni processo industriale emette dei COV, perfino se i solventi non sono una componente del prodotto finale dell'industria (es. grandi quantità di solvente sono usate come agenti pulenti). Ne consegue la necessità di individuare, tra tutte le possibili fonti di emissione, quelle più rilevanti, al fine di operare una efficace politica di controllo.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

I parametri specifici dell'applicazione concernono la tipologia delle sorgenti emissive oggetto dell'analisi e le opzioni disponibili per il controllo delle emissioni; per quanto concerne la misura dell'efficienza delle opzioni di controllo in termini di costo e di abbattimento e per la formulazione dei vincoli e della funzione obiettivo la metodologia è quella generale adottata da SIMPLEX.

3.2.3 I PARAMETRI DI INGRESSO

Le attività CORINAIR prese in considerazione sono:

- Sgrassaggio di metalli: sistemi aperti
- Sgrassaggio di metalli: sistemi chiusi
- Lavaggio a secco: macchine circuito chiuso
- Verniciatura veicoli: uso di vernice a solvente
- Verniciatura: riparazione di veicoli
- Industria della stampa: fotolitografia
- Industria della stampa: decorazione di rivestimenti e altri substrati
- Verniciatura edilizia: uso di vernice a solvente
- Verniciatura di prodotti metallici: uso di vernice a solvente
- Verniciatura legno: uso di vernice a solvente

Come si evince dall'elenco, alcune attività possono essere a loro volta suddivise in sottoattività. La caratterizzazione delle singole attività deve essere affrontata con metodologie diverse a seconda delle caratteristiche intrinseche dell'attività considerata. Per ognuna di esse è necessario disporre dei dati relativi alle emissioni di COV, ai valori degli indicatori specifici dell'attività ed ai valori dei fattori di emissione. I valori degli indicatori delle attività e delle sottoattività prese in considerazione sono stati ricavati attraverso la redazione dell'inventario delle emissioni e lo svolgimento delle indagini a campione presso i consumatori di solventi; si riporta l'elenco delle informazioni utilizzate per l'applicazione di SIMPLEX:

- attività di verniciatura (tutte):
 - numero di impianti di verniciatura
 - tipo di vernice utilizzato e relativo contenuto di solvente
 - consumo di vernice (disaggregato per tipo di vernice)

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

- sgrassaggio di metalli:
 - numero di installazioni che usano solvente per lo sgrassaggio di metalli
 - tipo di sistema di sgrassaggio in uso
- pulitura a secco:
 - numero di lavanderie a secco e numero di macchine lavasecco per lavanderia
 - tipo di macchina lavasecco in uso e relative caratteristiche (capacità della macchina, carichi giornalieri, giorni lavorativi all'anno; quantità di solvente utilizzato per macchina)
- industria della stampa:
 - numero di macchine di stampa per tipo di processo (fotolitografia, rotocalcografia, flessografia, tipografia, serigrafia) e settore di utilizzo (stampa, editoria, imballaggio, imballaggio metallico rigido, decorazione)
 - tipo di inchiostro utilizzato e relativo contenuto di solvente
 - consumo di inchiostro (disaggregato per tipo di inchiostro)

Come già osservato, relativamente alle indagini dirette, per rendere più rappresentativo il campionario statistico a disposizione, le informazioni relative alla Regione Abruzzo, sono state confrontate ed unificate a quelle raccolte durante le indagini effettuate con le medesime modalità, per l'attività svolta parallelamente a quella in oggetto relativa al Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lazio.

Il prospetto riepilogativo dei parametri emissivi relativo alle attività prese in esame è riportato nella Tabella 15.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

ATTIVITÀ	INDICATORE	QUANTITÀ	FATTORE DI EMISSIONE (gr/indicatore)	EMISSIONI (ton/anno)
Sgrassaggio di metalli: sistemi aperti	kg solvente	41.268	1.000	41.268
Sgrassaggio di metalli: sistemi chiusi	kg solvente	60.360	829	50.049
Lavaggio a secco: circuito chiuso	abitanti	1.276.041	250	319.010
Verniciatura veicoli: vernice a solvente	veicoli	188.387	5.081	957.172
Verniciatura: riparazione di veicoli	kg vernice	79.138	600	47.483
Industria della stampa: fotolitografia	kg inchiostro	148.500	806	119.724
Industria della stampa: decorazione di rivestimenti e altri substrati	kg inchiostro	79.200	800	63.360
Verniciatura edilizia: vernice a solvente	kg vernice	3.185	500	1.593
Verniciatura di prodotti metallici: vernice a solvente	kg vernice	433.676	600	260.206
Verniciatura legno: vernice a solvente	kg vernice	1.245.941	602	750.431
Emissioni totali				2.610.295

Tabella 15: Parametri emissivi nei settori dello scenario

3.2.4 IDENTIFICAZIONE DELLE OPZIONI DISPONIBILI PER IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI

Per ridurre le emissioni di COV nelle singole attività è possibile distinguere tra misure primarie e secondarie che possono essere usate individualmente o in combinazione. Le misure primarie sono quelle rivolte ad una limitazione delle emissioni alla fonte mediante la *sostituzione* (sostituzione di prodotti a base di solvente con altri a minor contenuto di solvente) o la *riduzione* (manutenzione preventiva o modifiche del processo produttivo). Le misure secondarie sono quelle che mediante l'uso di tecnologie appropriate, puntano al *recupero e riciclo dei COV* (assorbimento, adsorbimento, condensazione e processi a membrana) o la *distruzione dei COV* (processi di incenerimento, processi biologici).

Nella Tabella 16 si riporta il quadro di sintesi delle misure di riduzione delle emissioni di COV selezionate per l'applicazione di SIMPLEX al caso della Regione Abruzzo mentre la tabella successiva evidenzia i fattori di emissione ridotti a seguito dell'implementazione degli interventi di riduzione ed i relativi costi annui calcolati

secondo quanto indicato nel paragrafo 3.2.2. Ancora per quanto concerne i costi, i cui valori sono tratti dalla letteratura e attualizzati ad aprile 2001, sono stimati per tempi di ammortamento pari a cinque anni.

Per l'applicazione del modello a penetrazione graduale l'intervallo temporale utilizzato è di quattro anni.

	Sgrassaggio sistemi aperti	Sgrassaggio di metalli: sistemi chiusi	Lavaggio a secco: circuito chiuso	Verniciatura veicoli: vernice a solvente	Verniciatura: riparazione di veicoli	Industria della stampa: fotolitografia	Industria della stampa: decorazione di rivestimenti e altri substrati	Verniciatura edilizia: vernice a solvente	Verniciatura di prodotti metallici: vernice a solvente	Verniciatura legno: vernice a solvente
Nessuna misura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bordo libero più alto e coperture manuali delle macchine	X									
Bordo libero refrigerato e coperture manuali delle macchine	X									
Adsorbimento ai carboni attivi	X	X					X			X
Depuratore ai carboni attivi		X	X							
Incenerimento		X								
Sostituzione con NGMCC			X							
Riduzione quantità abiti da lavare a secco			X							
Incenerimento termico senza recupero				X		X	X			X
Incenerimento termico con recupero del 70%				X		X	X			X
Incenerimento catalitico senza recupero				X		X	X			X
Incenerimento catalitico con recupero del 70%				X		X	X			X
Adsorbimento più incenerimento				X						
Uso di vernici ad acqua				X	X			X	X	X
Uso di vernici in polvere				X	X				X	X
Condensazione						X				
Biofiltrazione						X	X			
Lavaggio biologico							X			
Uso di inchiostri a base di acqua							X			
Uso di vernici a basso contenuto di solvente								X		
Uso di vernici ad alto solido										X

Tabella 16: Opzioni selezionate per la riduzione delle emissioni di COV nelle singole attività.

Tecnica di riduzione	Costo unitario (Lit/intervento)	Fattore di emissione (gr/indicatore)	Costo specifico (Lit./kg abbattuto)
Sgrassaggio di metalli: sistemi aperti			
Bordo libero più alto e coperture manuali delle macchine	3.754	459	6.945
Bordo libero refrigerato e coperture manuali delle macchine	3.553	350	5.466
Adsorbimento ai carboni attivi	6.990	200	8.737
Sgrassaggio di metalli: sistemi chiusi			
Adsorbimento ai carboni attivi	1.004	83	1.345
Depuratore ai carboni attivi	166	41	210
Incenerimento	2.669	83	3.576
Lavaggio a secco: circuito chiuso			
Depuratore ai carboni attivi	7.274	25	32.330
Sostituzione con NGMCC	8.630	83	51.778
Riduzione quantità abiti da lavare a secco	828	125	6.624
Verniciatura veicoli: vernice a solvente			
Incenerimento termico senza recupero	229.284	816	53.756
Incenerimento termico con recupero del 70%	75.481	816	17.697
Incenerimento catalitico senza recupero	51.132	1.631	14.822
Incenerimento catalitico con recupero del 70%	29.666	1.631	8.600
Adsorbimento più incenerimento	16.992	326	3.574
Uso di vernici ad acqua	16.338	3.811	12.862
Uso di vernici in polvere	21.784	0-	4.287
Verniciatura: riparazione di veicoli			
Uso di vernici ad acqua	470	300	1.566
Uso di vernici in polvere	783	100	1.566
Industria della stampa: fotolitografia			
Incenerimento termico senza recupero	680	11	856
Incenerimento termico con recupero del 70%	1.062	11	1.336
Incenerimento catalitico senza recupero	656	15	829
Incenerimento catalitico con recupero del 70%	680	15	860
Condensazione	252	56	337

Tecnica di riduzione	Costo unitario (Lit/intervento)	Fattore di emissione (gr/indicatore)	Costo specifico (Lit./kg abbattuto)
Biofiltrazione	692	161	1.073
Industria della stampa: decorazione di rivestimenti e altri substrati			
Adsorbimento ai carboni attivi	1.852	12	2.350
Lavaggio biologico	2.898	8	3.659
Incenerimento termico senza recupero	1.492	160	2.331
Incenerimento termico con recupero del 70%	1.810	160	2.828
Incenerimento catalitico senza recupero	1.478	160	2.309
Incenerimento catalitico con recupero del 70%	1.530	160	2.390
Biofiltrazione	2.636	160	4.119
Uso di inchiostri a base di acqua	796	95	1.130
Verniciatura edilizia: vernice a solvente			
Uso di vernici a basso contenuto di solvente	117	425	1.566
Uso di vernici ad acqua	673	70	1.566
Verniciatura di prodotti metallici: vernice a solvente			
Uso di vernici ad acqua	705	150	1.566
Uso di vernici in polvere	940	-	1.566
Verniciatura legno: vernice a solvente			
Incenerimento termico senza recupero	9.048	60	16.684
Incenerimento termico con recupero del 70%	4.894	60	9.025
Incenerimento catalitico senza recupero	4.780	60	8.814
Incenerimento catalitico con recupero del 70%	4.230	60	7.799
Adsorbimento ai carboni attivi	657	60	1.212
Uso di vernici ad alto solido	683	200	1.698
Uso di vernici ad acqua	911	185	2.183
Uso di vernici in polvere	987	46	1.775

Tabella 17: Fattori di emissione e costi delle misure di riduzione delle emissioni selezionate

3.2.5 GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

Nei paragrafi seguenti sono riprodotti in forma grafica i risultati dell'applicazione del modello secondo le modalità precedentemente illustrate:

1. Scenario tutto e subito
2. Scenario di equità distributiva
3. Scenario a penetrazione graduale.

Per tutti gli scenari sono state formulate diverse ipotesi di riduzione fino alla riduzione massima raggiungibile in base ai vincoli imposti dal modello.

3.2.5.1 SCENARIO TUTTO E SUBITO

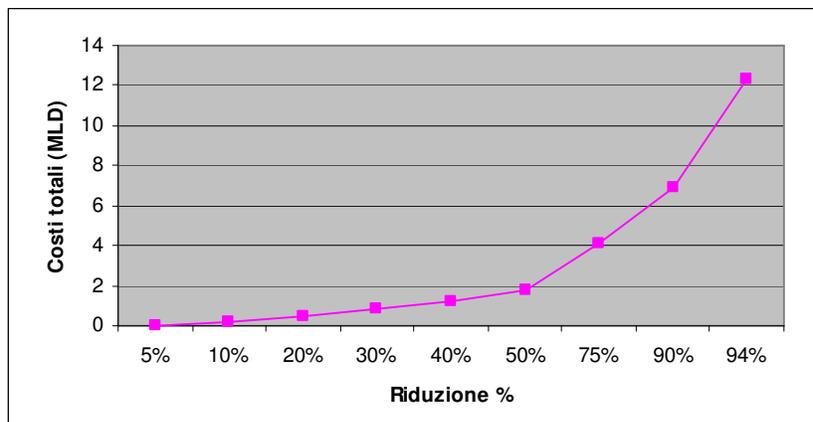


Figura 35: Scenario tutto e subito – costi totali in funzione della riduzione delle emissioni imposta

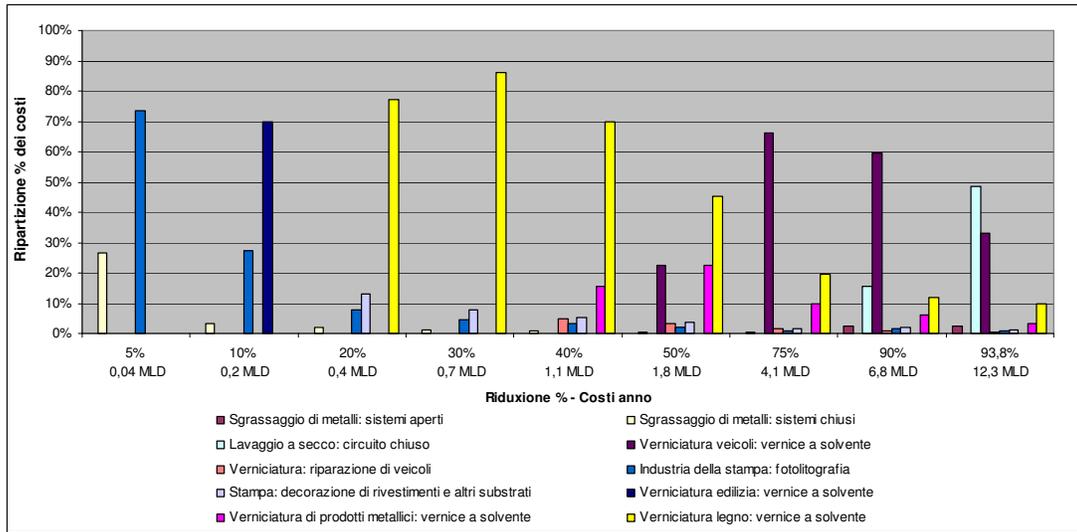


Figura 36: Scenario tutto e subito – ripartizione dei costi in funzione della riduzione delle emissioni imposta

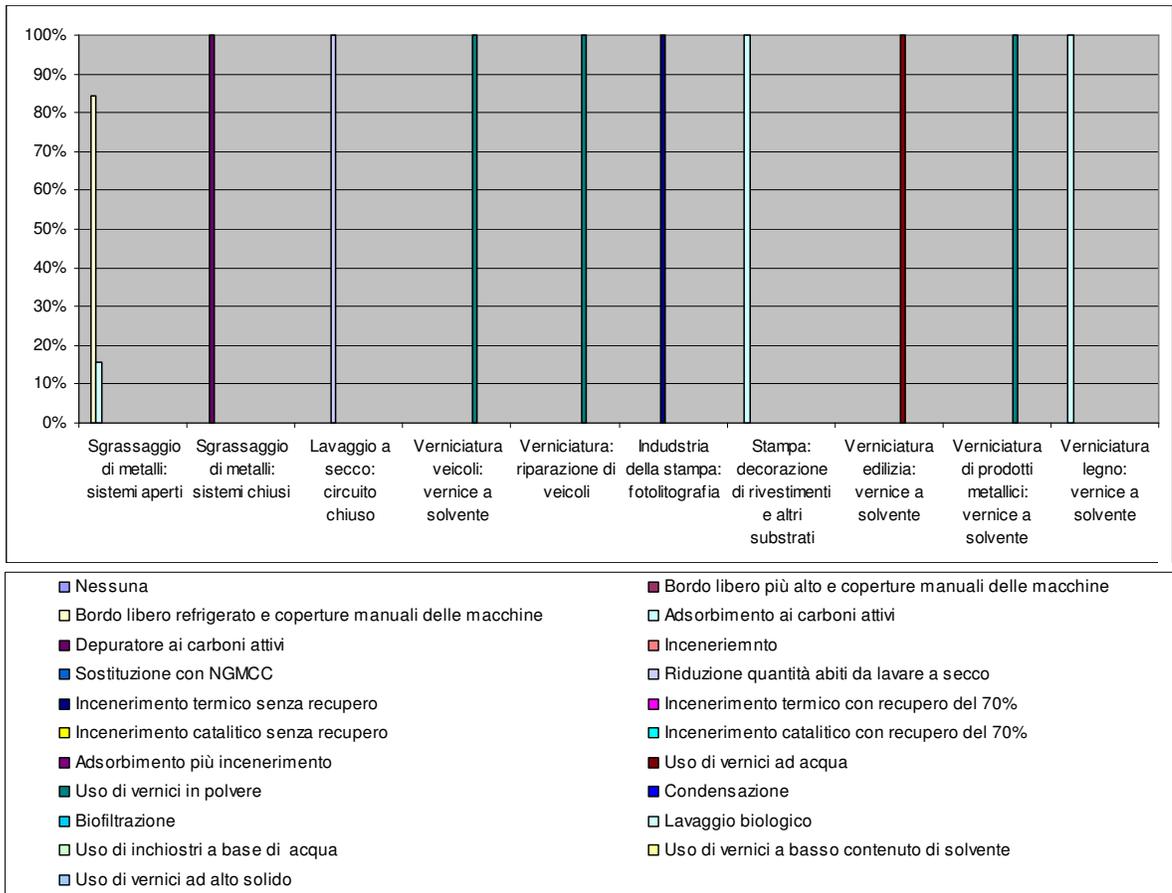


Figura 37: Scenario tutto e subito – ripartizione degli interventi per attività nell'ipotesi di riduzione delle emissioni del 90%

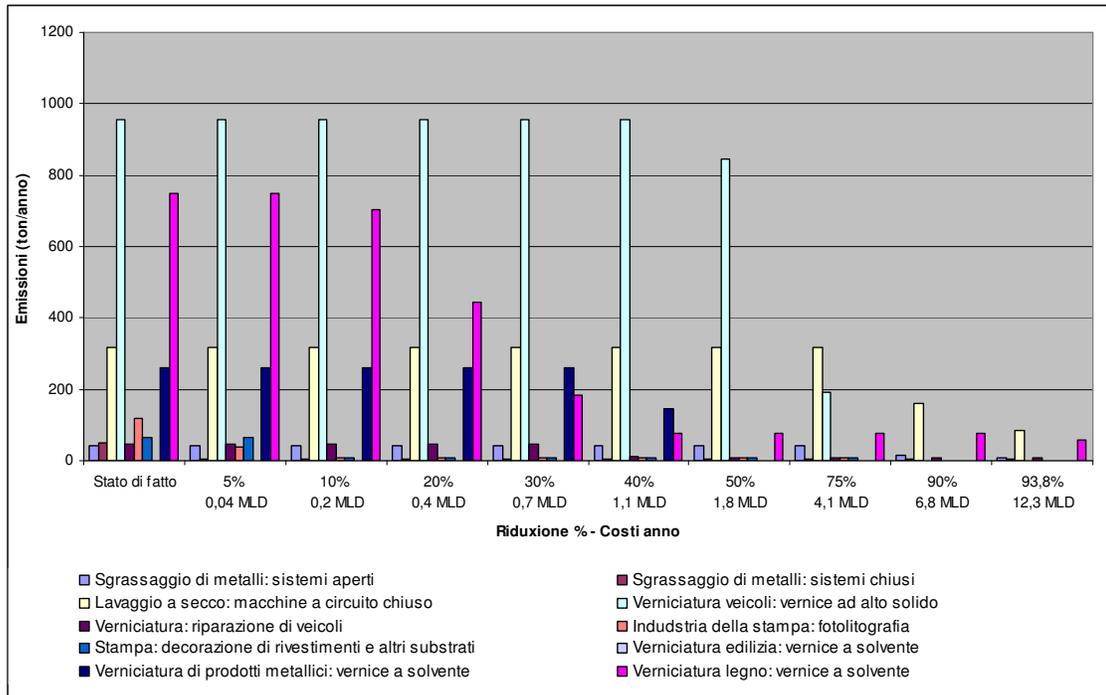


Figura 38: Scenario tutto e subito – emissioni per attività funzione della riduzione imposta

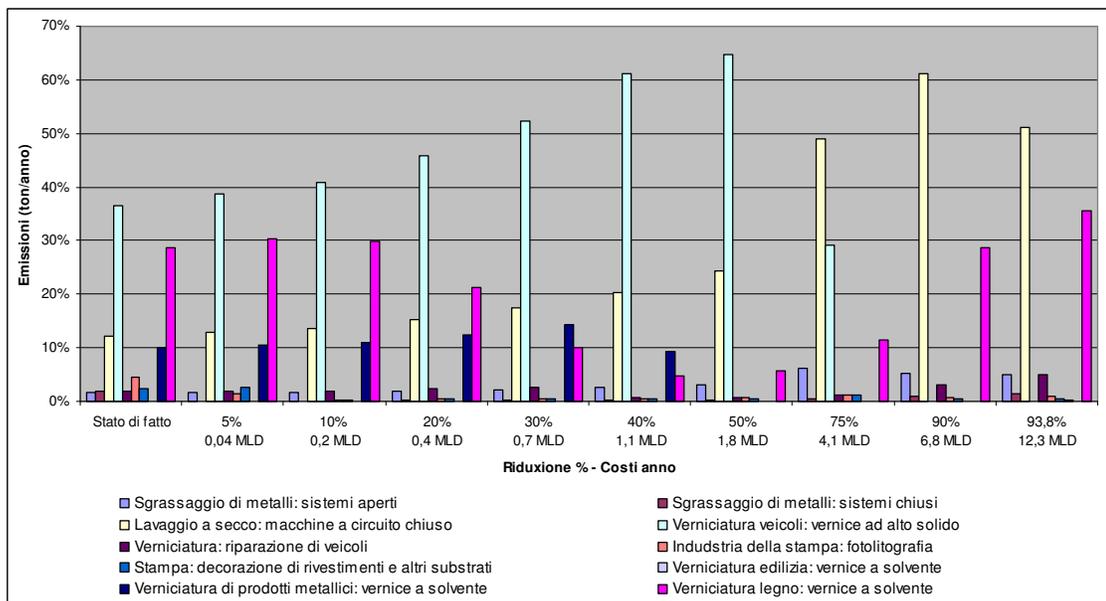


Figura 39: Scenario tutto e subito – ripartizione delle emissioni per attività funzione della riduzione imposta

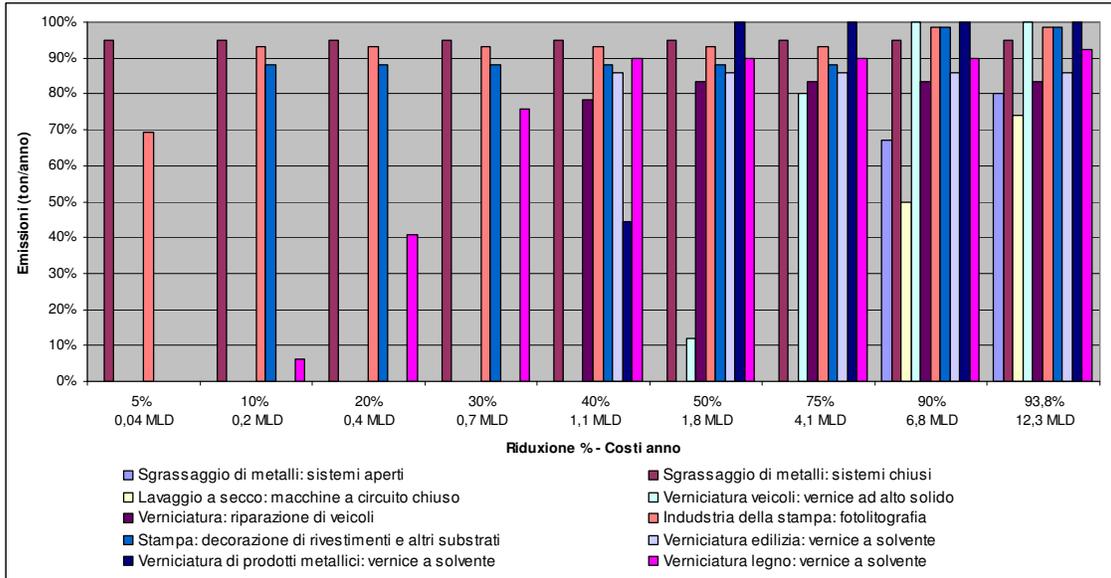


Figura 40: Scenario tutto e subito – riduzione percentuale delle emissioni per attività in funzione della riduzione imposta

3.2.5.2 SCENARIO DI EQUITÀ DISTRIBUTIVA

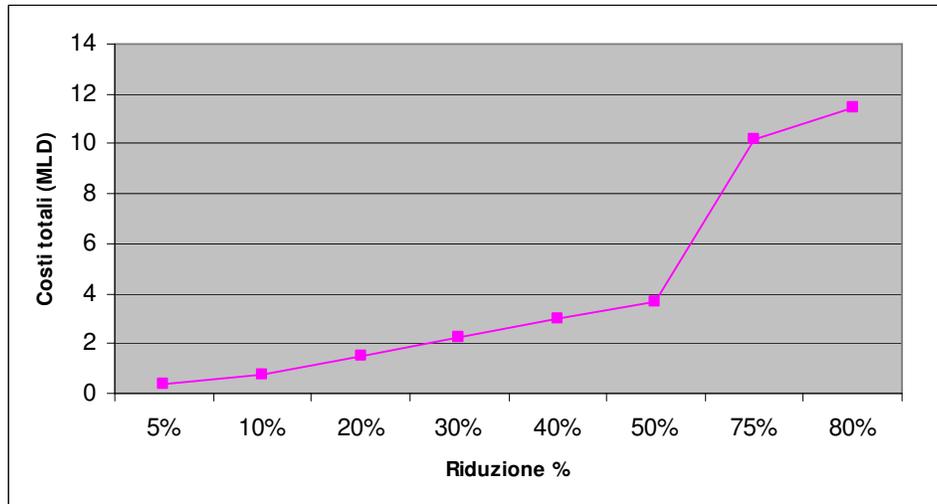


Figura 41: Scenario di equità distributiva – costi totali in funzione della riduzione delle emissioni imposta

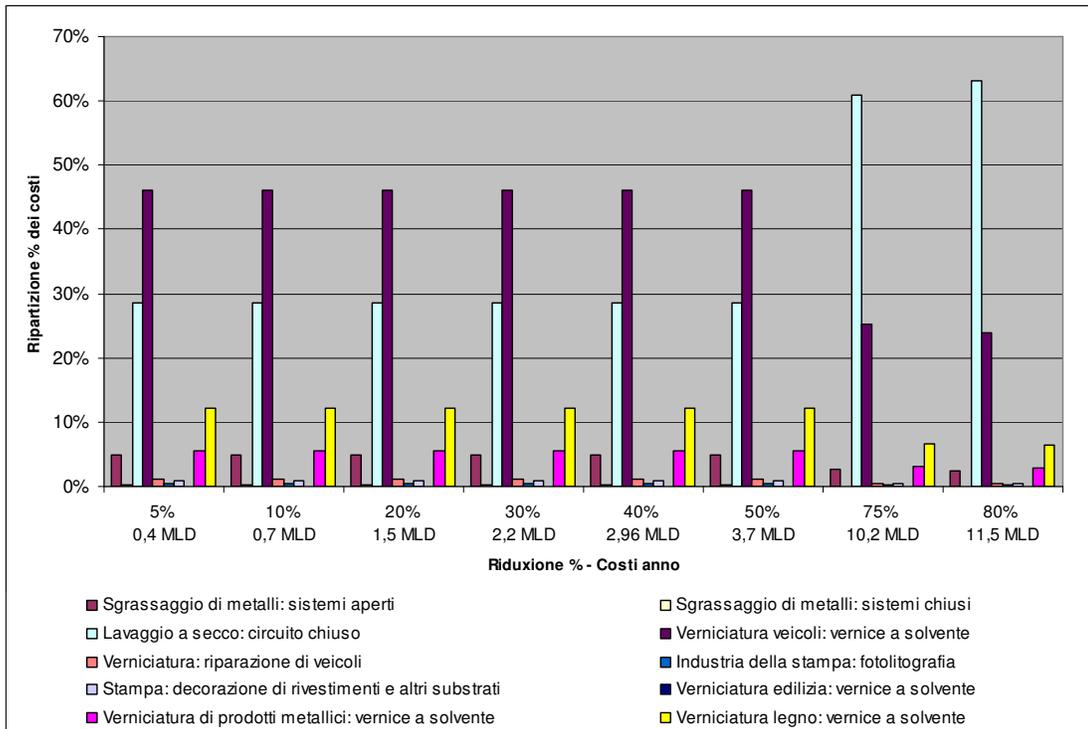


Figura 42: Scenario di equità distributiva – ripartizione dei costi in funzione della riduzione delle emissioni imposta

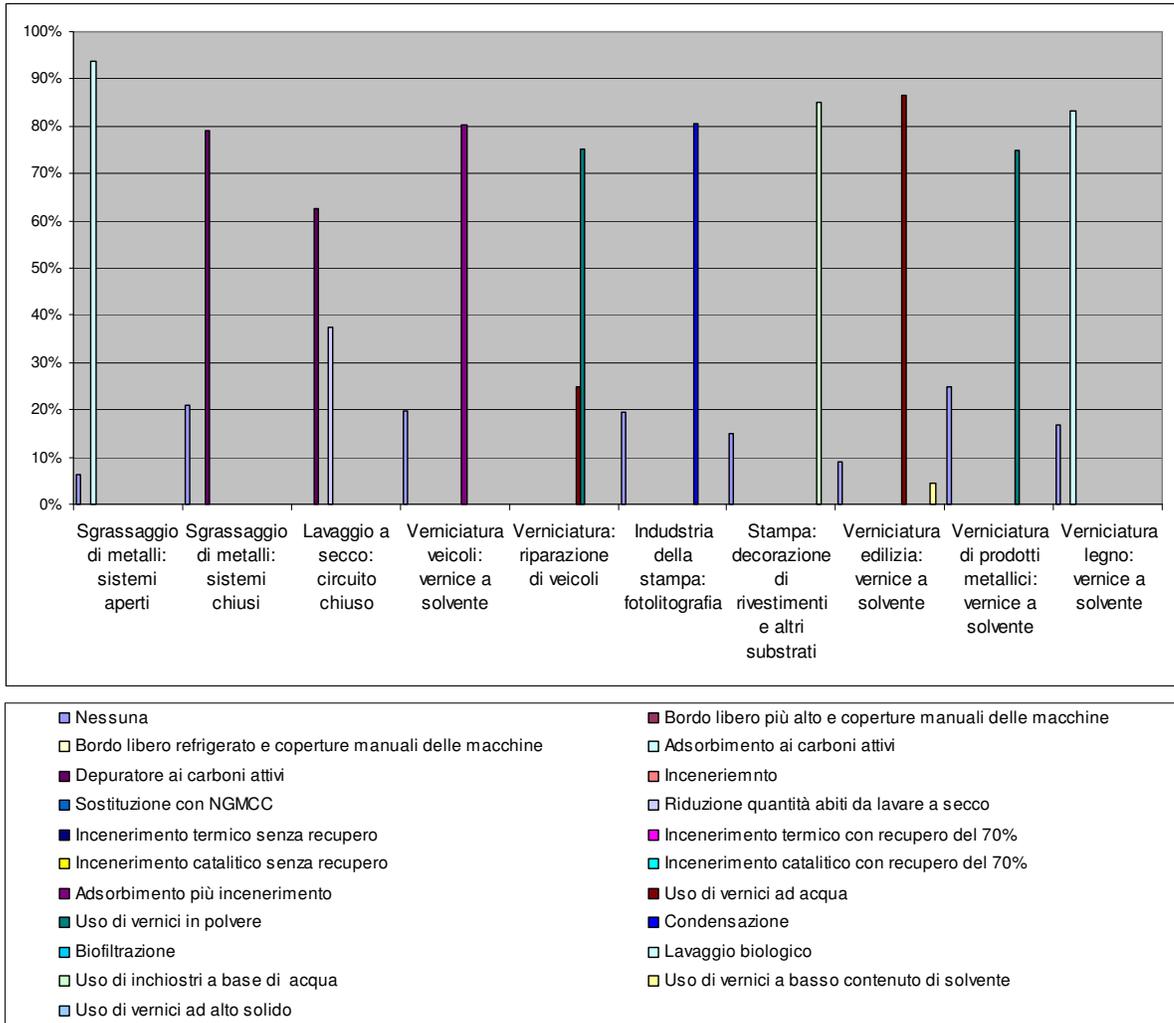


Figura 43: Scenario di equità distributiva – ripartizione degli interventi per attività nell'ipotesi di riduzione delle emissioni del 75%

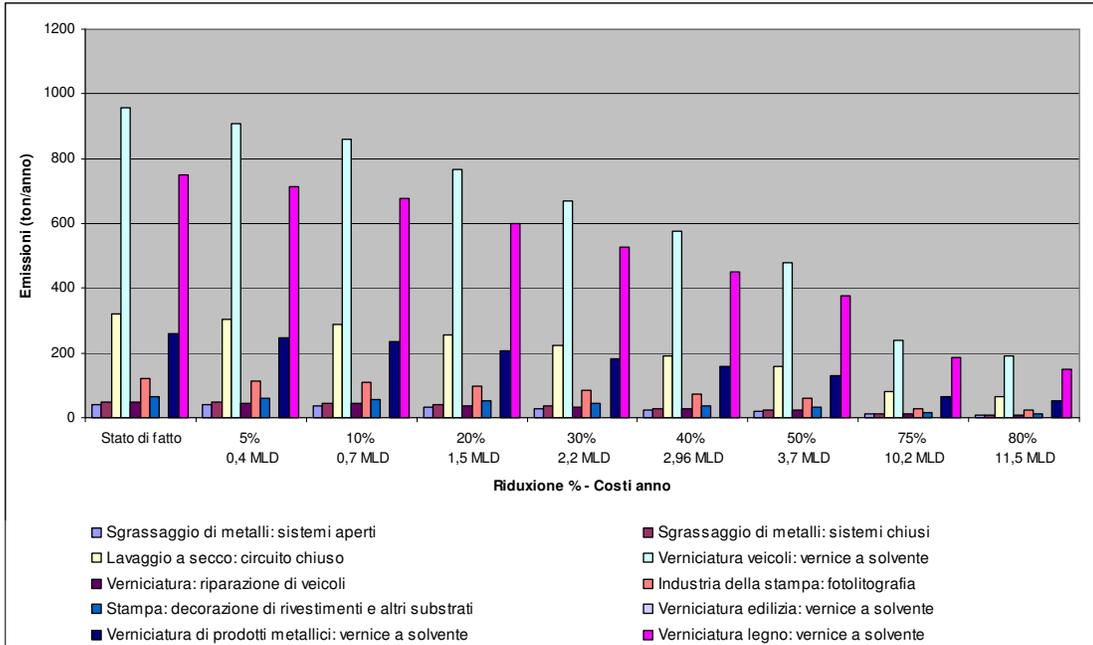


Figura 44: Scenario di equità distributiva – emissioni per attività funzione della riduzione imposta

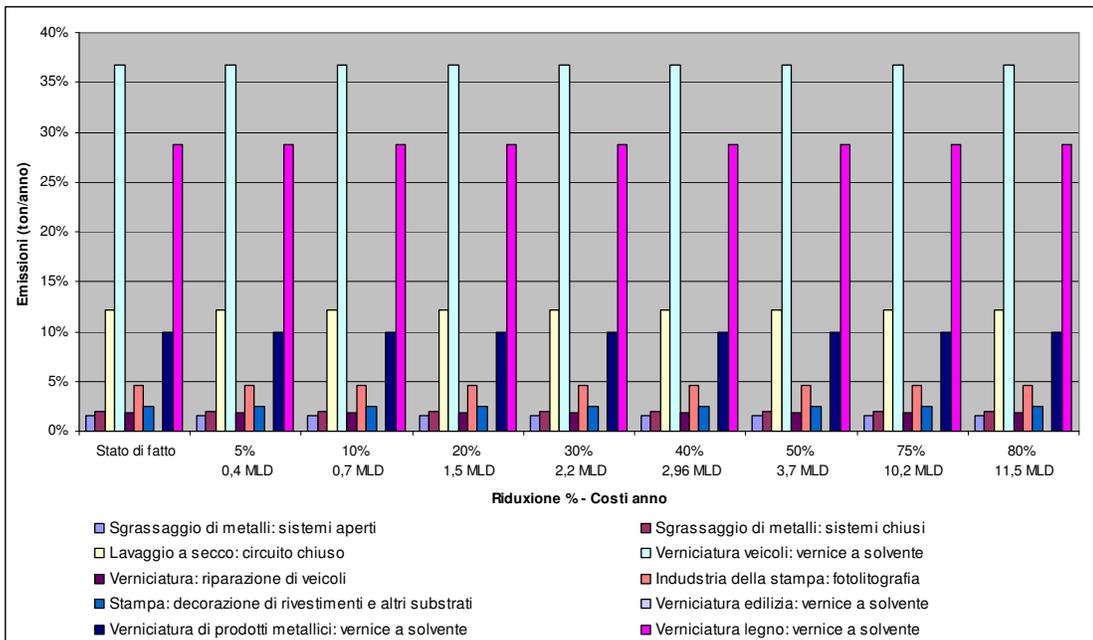


Figura 45: Scenario di equità distributiva – ripartizione delle emissioni per attività funzione della riduzione imposta

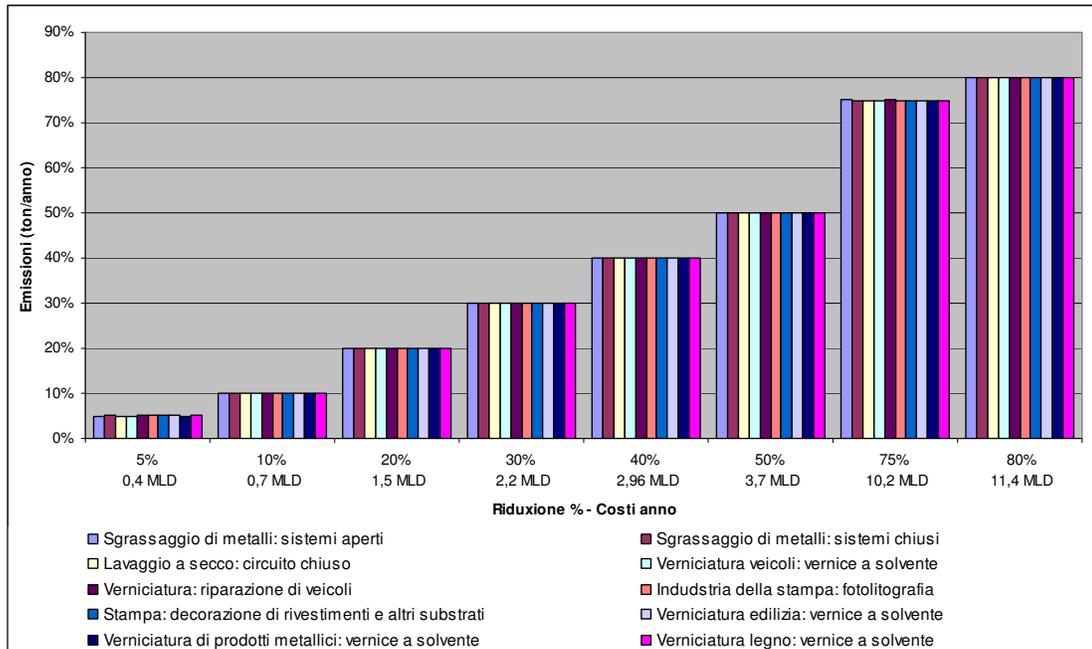


Figura 46: Scenario di equità distributiva – riduzione percentuale delle emissioni per attività in funzione della riduzione imposta

3.2.5.3 SCENARIO A PENETRAZIONE GRADUALE

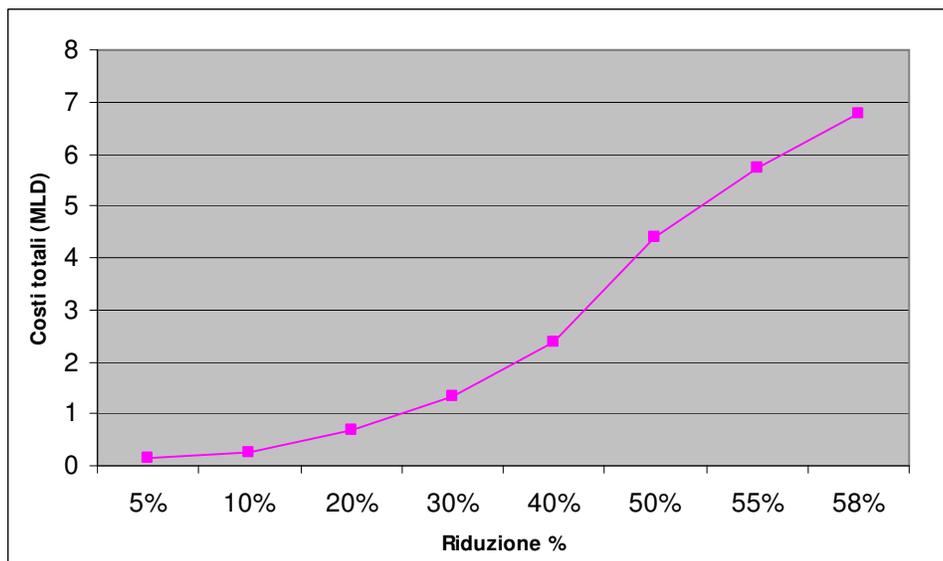


Figura 47: Scenario a penetrazione graduale – costi totali in funzione della riduzione delle emissioni imposta

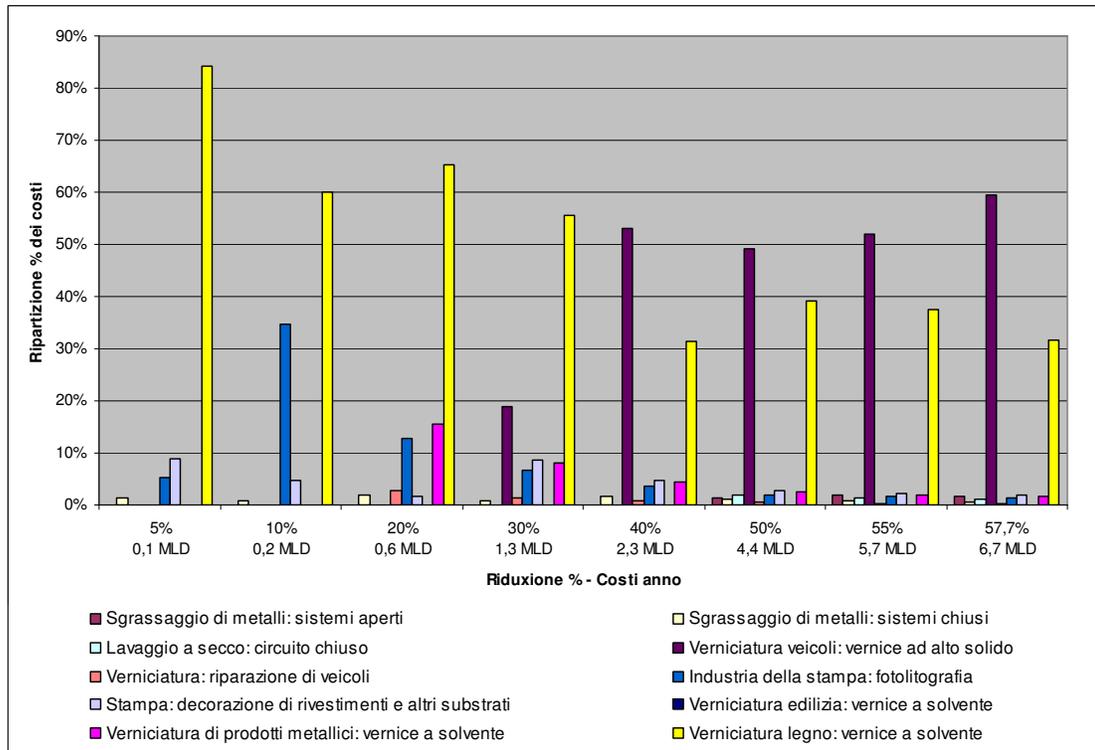


Figura 48: Scenario a penetrazione graduale – ripartizione dei costi in funzione della riduzione delle emissioni imposta

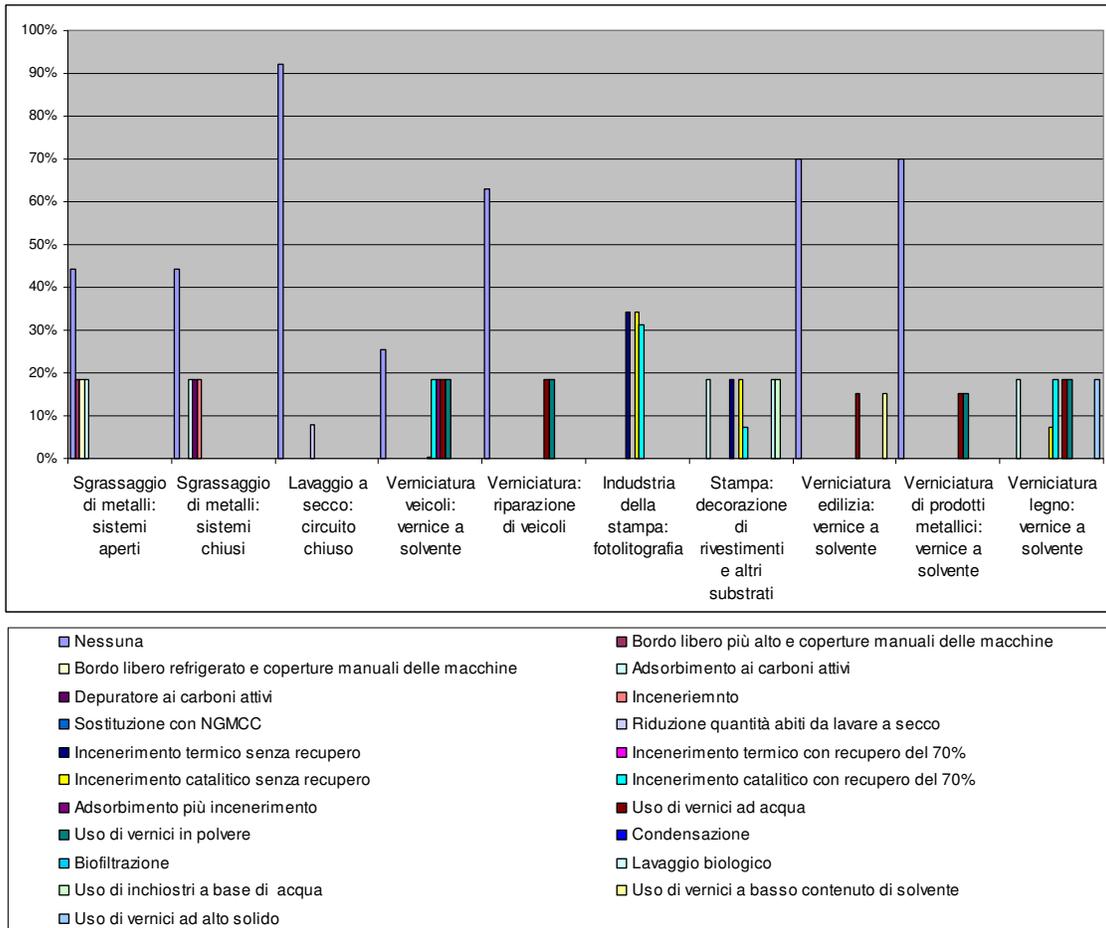


Figura 49: Scenario a penetrazione graduale – ripartizione degli interventi per attività nell'ipotesi di riduzione delle emissioni del 55%

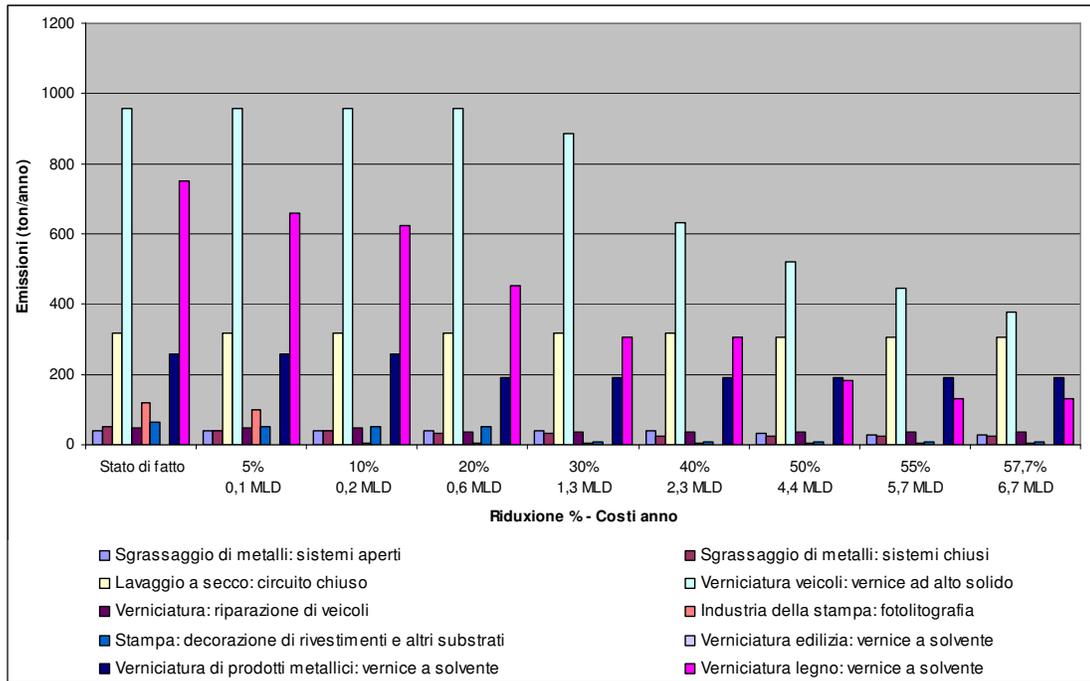


Figura 50: Scenario a penetrazione graduale – emissioni per attività funzione della riduzione imposta

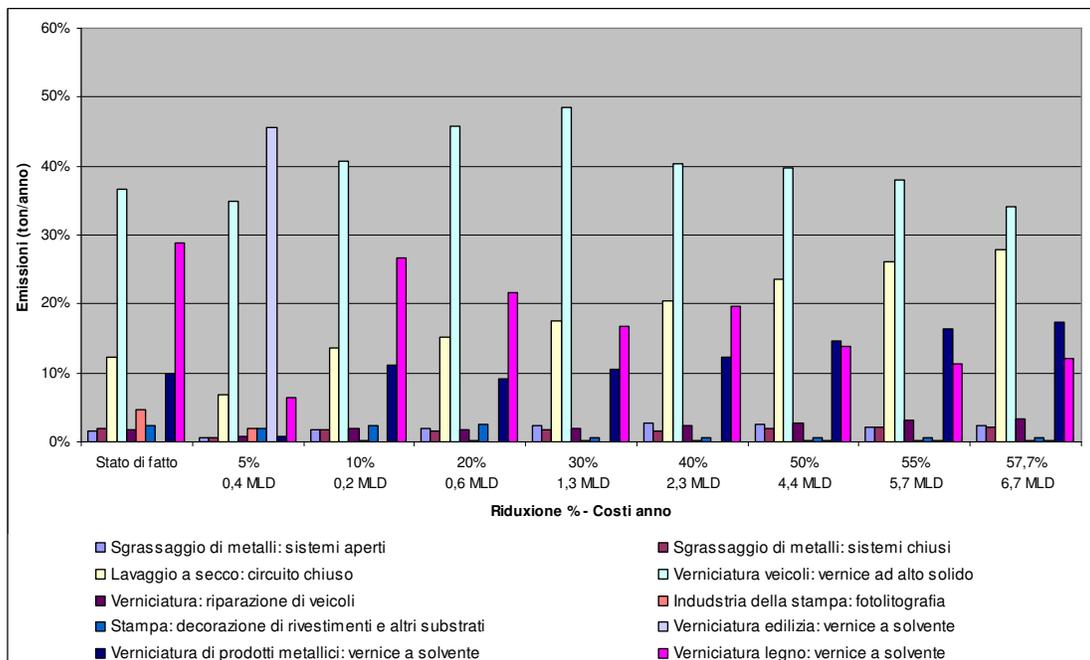


Figura 51: Scenario a penetrazione graduale – ripartizione delle emissioni per attività funzione della riduzione imposta

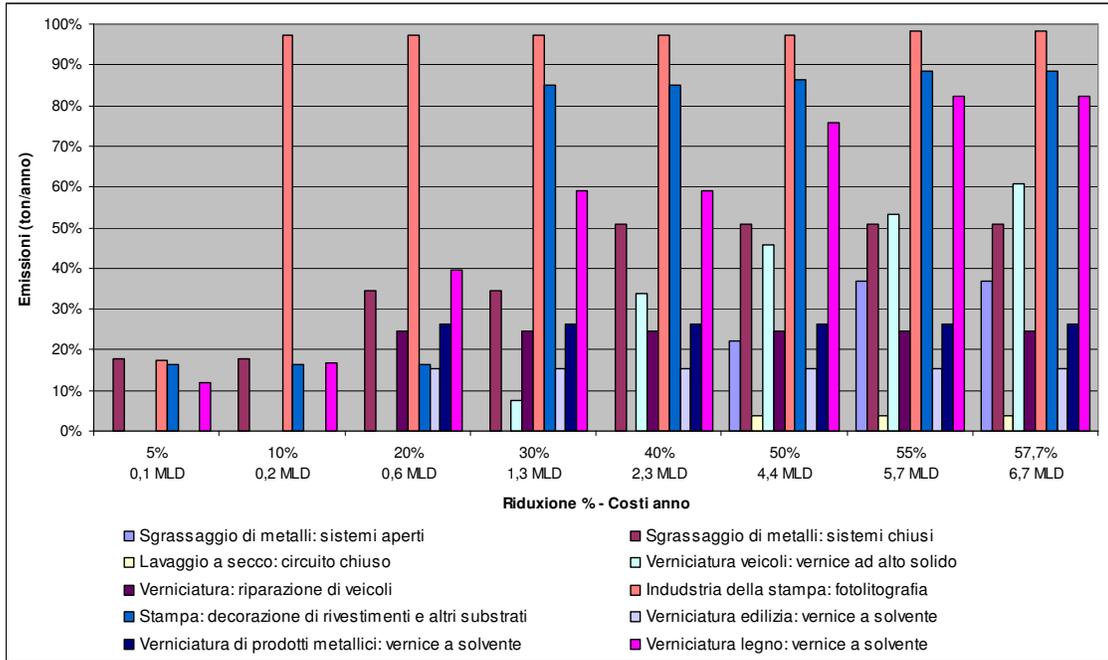


Figura 52: Scenario a penetrazione graduale – riduzione percentuale delle emissioni per attività in funzione della riduzione imposta

3.3 LE STRATEGIE PER IL CONTROLLO AMBIENTALE DELLA CIRCOLAZIONE

L'inquinamento atmosferico nelle aree urbane attribuibile al traffico autoveicolare costituisce un elemento di criticità anche per i centri di dimensioni medio - piccole dove, sebbene spesso non vi sia il riscontro di misure analitiche non è infrequente che possano verificarsi episodi di superamento dei valori limite in corrispondenza di snodi critici dello schema circolatorio locale. Per tale ragione, si ritiene necessaria l'attuazione di una politica ambientale relativa ai trasporti, strettamente coerente con le risorse finanziarie e territoriali dell'area in oggetto e con gli orientamenti programmatici nazionali. In questa sede si passano in rassegna i possibili interventi mirati all'attenuazione dell'impatto ambientale del traffico prescindendo dagli interventi strutturali ad ampio spettro che devono invece necessariamente passare attraverso la definizione di politiche nazionali dei trasporti. Per opposte ma analoghe ragioni si tralasciano tutti quei provvedimenti la cui definizione e attuazione sono demandate alle Amministrazioni comunali in quanto concernenti aspetti strettamente locali

La scelta delle strategie politico-ambientali da intraprendere ai fini preventivi deve tener conto, oltre che degli aspetti socio-economici e territoriali, anche degli squilibri che contraddistinguono il territorio regionale, quali:

- squilibri *temporali*, rilevabili nelle differenze di traffico nelle ore di punta e di morbida;
- squilibri *spaziali* dovuti al concentrarsi delle attività economiche in aree limitate del territorio;
- squilibri *modali* dovuti al forte utilizzo dei mezzi privati a scapito di quelli pubblici;
- squilibri *di scambio*, direttamente collegati con i precedenti e riscontrabili sia nell'inadeguata offerta di trasporto pubblico, quanto nelle proporzioni della domanda di mobilità privata

La politica di piano dovrà quindi essere volta al riequilibrio simultaneo e globale in tutte le direzioni incidendo sull'economia territoriale, sulla distribuzione dei servizi, sulla

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

riorganizzazione del sistema di trasporto, mediante l'adozione di alcune azioni efficaci a breve e a lungo termine. Tali interventi possono essere schematizzati come segue:

- Controllo sulla tempestiva adozione ovvero, a seconda delle circostanze, attuazione o revisione del Piano Urbano del Traffico in tutti i centri per i quali ne sussiste l'obbligo.
- Definizione di linee guida per l'aggiornamento dei Piani Urbani del Traffico affinché sia posta la massima enfasi sugli aspetti ambientali della circolazione; è opportuno in particolare che gli uffici preposti siano dotati di strumenti di previsione dei livelli di concentrazione degli inquinanti.
- Adozione di politiche finalizzate alla promozione dello sviluppo dei carburanti a basso impatto ambientale, in particolare GPL e metano.
- Istituzione di un tavolo regionale della mobilità finalizzato alla diffusione e concertazione delle politiche locali in materia di traffico.
- Emanazione di linee di indirizzo per l'adozione da parte degli Enti Locali dell'iniziativa "Bollino blu - Campagna di controllo dei gas di scarico degli autoveicoli" con riferimento al proprio territorio.
- Realizzazione di idonee aree di scambio intermodale.
- Intensificazione del sistema di trasporto collettivo.
- Uso di strumenti telematici per il controllo della circolazione volti anche all'informazione e all'indirizzamento dell'utenza in occasione del verificarsi di situazioni di blocco in corrispondenza dei punti nevralgici della rete stradale regionale.
- Istituzione del controllo delle emissioni (*bollino blu*) anche per i ciclomotori dotati di sistemi catalitici.
- Sviluppo di politiche per il potenziamento del trasporto ferroviario regionale, tenendo conto della forte domanda potenziale esistente.
- Predisposizione del piano degli spostamenti intercomunali casa - lavoro.
- Introduzione capillare della figura del *mobility manager* ai diversi livelli di pianificazione (aziendale, comunale, di bacino).
- Incentivazione per i lavoratori dipendenti all'uso del trasporto pubblico regionale mediante politiche tariffarie agevolate.
- Predisposizione di campagne di sensibilizzazione dei cittadini.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.3.1 GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

Mediante l'applicazione del modello Emi-Bacino (si veda quanto riportato nel capitolo del documento relativo alla Fase conoscitiva del Piano dedicato alla stima delle emissioni del macrosettore 7 della classificazione CORINAIR) sono state simulate le emissioni regionali del traffico autoveicolare in corrispondenza di differenti scenari emissivi basati sull'ipotesi di ammodernamento progressivo del parco circolante delle autovetture private. Gli scenari per i quali sono state simulate le emissioni degli inquinanti principali sono:

1. ammodernamento del 25% del parco circolante degli autoveicoli leggeri;
2. ammodernamento del 50% del parco circolante degli autoveicoli leggeri;
3. ammodernamento del 75% del parco circolante degli autoveicoli leggeri;
4. ammodernamento del 100% del parco circolante degli autoveicoli leggeri e del 50% degli autoveicoli commerciali.

Tutti gli scenari di riduzione sono stati formulati supponendo che rimangano invariate le percorrenze per ciascuna tipologia di veicolo (mantenimento della domanda) e che nel passaggio da un veicolo di vecchia generazione ad un veicolo nuovo sia mantenuta la classe di cilindrata e/o portata del veicolo di partenza. Di seguito si riporta la rappresentazione grafica dei risultati della simulazione degli scenari di riduzione delle emissioni proposti.

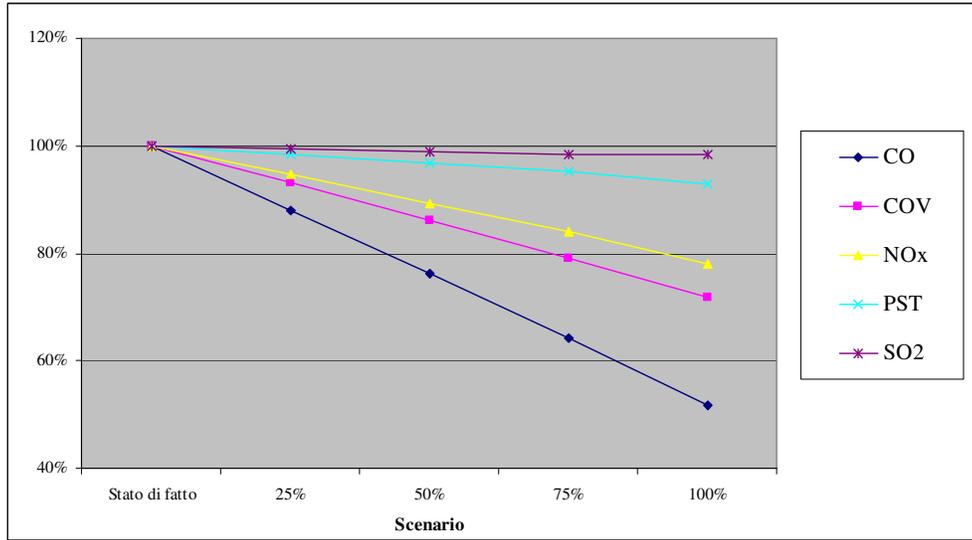


Figura 53: Confronto tra le emissioni totali regionali al variare dello scenario emissivo

3.4 STRATEGIE DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI INDUSTRIALI

Le sorgenti industriali forniscono un contributo alla totalità delle emissioni di inquinanti principali nella Regione Abruzzo che è graficamente rappresentato in Figura 54. Per gli stessi inquinanti la distribuzione delle emissioni industriali per macrosettore di attività è mostrata invece in Figura 55.

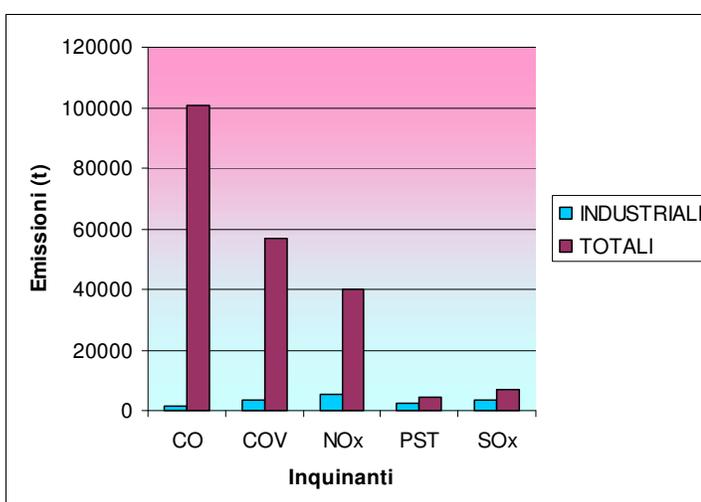


Figura 54: Confronto tra emissioni totali ed emissioni industriali

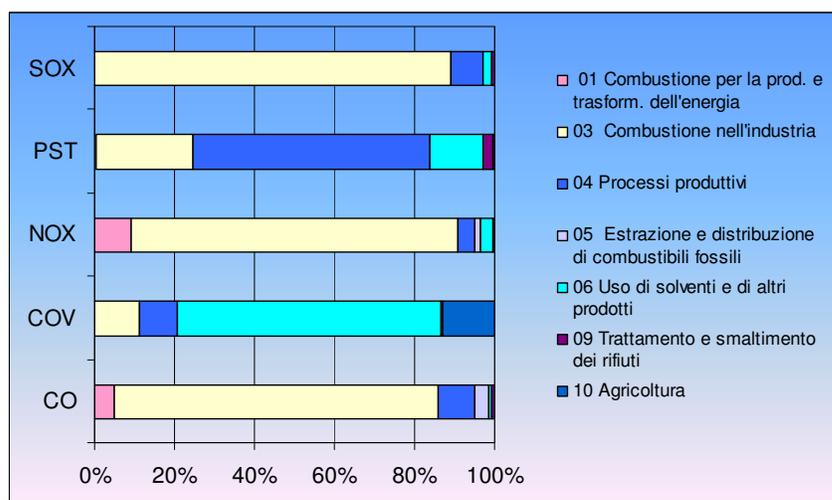


Figura 55: Ripartizione delle emissioni industriali per macrosettore

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

Tra gli interventi di riduzione delle emissioni applicabili al settore industriale si segnalano:

- Conversione a gas naturale degli impianti alimentati ad olio combustibile;
- Campagna di sensibilizzazione ed incentivazione per la diffusione capillare dell'Eco-Audit, in primo luogo presso gli impianti classificati come sorgenti puntuali e localizzate;
- Introduzione di sistemi di abbattimento ad alta efficienza e controlli sulla manutenzione degli stessi (sulla rilevanza di tale aspetto ci si soffermerà ampiamente nel paragrafo 3.4.2);
- Mantenimento di un elevato livello di sorveglianza nei settori industriali a maggior impatto ambientale regionale:
 - Produzione di cemento;
 - Produzione di vetro piano;
 - Produzione di ceramiche e laterizi;
 - Fonderie di metalli non ferrosi;
 - Attività di verniciatura.

Nell'ambito delle strategie per il controllo ambientale delle emissioni industriali allo stato attuale la linea prevalente è quella della necessità di un approccio integrato all'inquinamento sui tre possibili fronti : aria, acque e suolo, in linea con la più recente normativa europea in materia. A tale approccio per il controllo delle emissioni da sorgenti industriali sono dedicati i paragrafi successivi.

3.4.1 LA DIRETTIVA 96/61/CE

Una Direttiva cardine in tal senso è la Direttiva del Consiglio 96/61/CE del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (Integrated Pollution Prevention and Control, IPPC). Scopo principale della direttiva è quello di stabilire un approccio integrato per la prevenzione delle emissioni in aria , acqua e suolo ad opera delle attività industriali riportate nell'Allegato I e relativamente agli inquinanti riportati nell'Allegato II alla Direttiva stessa.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

Il par. 3 dell'art. 15 decreta la pubblicazione triennale da parte della Commissione del cosiddetto EPER (European Polluting Emission Register), l'inventario delle emissioni e delle sorgenti responsabili, sulla base delle indicazioni degli Stati Membri e secondo le procedure riportate all'art. 19.

Nel novembre 1997 sono stati pubblicati i risultati dello studio di fattibilità per un catasto delle emissioni (EPER, European Polluting Emission Register) commissionato dall'Unione Europea all'Agenzia per la protezione ambientale svedese.

I suoi presupposti sono i seguenti:

- Comprende solo determinate emissioni e le sorgenti corrispondenti
- Non sostituisce, bensì integra gli inventari nazionali

Gli obiettivi dell'EPER sono:

- Monitorare le emissioni in aria, l'inquinamento delle acque e la gestione dei rifiuti da tutte le sorgenti su scala nazionale e subnazionale
- Verificare i progressi della politica ambientale
- Fornire dati di emissione ufficiali agli organismi nazionali e internazionali
- Fornire i dati di emissione al pubblico e applicare eventuali modelli

Inoltre l'art. 9 della Direttiva IPPC sancisce che i valori limite di emissione autorizzativi, i parametri o le misure tecniche equivalenti devono basarsi sulle "migliori tecnologie disponibili" (BAT, Best Available Technologies) dove i singoli termini devono essere così interpretati:

- **"tecnologie"**: sono sia le tecnologie impiegate che le modalità di progettazione, costruzione manutenzione esercizio e chiusura dell'impianto
- **"disponibili"**: qualifica le tecnologie sviluppate su una scala tale da consentirne l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale
- **"migliori"**: qualifica le tecnologie più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

3.4.2 TECNOLOGIE DI CONTROLLO DELLE EMISSIONI

Si riportano di seguito le tecnologie indicate come BAT nei documenti di riferimento EIPPCB (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau), relativamente ad alcune delle attività industriali a maggior impatto emissivo della Regione Abruzzo.

3.4.2.1 BAT PER I GRANDI IMPIANTI DI COMBUSTIONE

Tecnica	Costi di investimento	Costi di esercizio
SCR	14 milioni di euro inclusi costruzione, catalizzatore, stoccaggio ammoniaca, equipaggiamento operativo e di controllo	1.3 milioni di euro/anno, incluse manutenzione e richiesta energetica
ESP	1.44 milioni di euro	0.64 milioni di euro/anno, incluso smaltimento ceneri volatili
Impianto FGD	47.2 milioni di euro, inclusi i principali impianti ausiliari	7.6 milioni di euro/anno, inclusi manutenzione, calce e gesso.

Tabella 18: Costi di alcune tecnologie di abbattimento per grandi impianti di combustione ad olio o a gas

3.4.2.1.1 Abbattimento delle emissioni di SO_x

Tecnologia	Efficienza di Abbattimento di SO ₂	Altri parametri di prestazione		Note
		Parametro	Valore	
Scrubber a a umido a calce/pietra calcarea	90-95%	Temperatura di esercizio	50-80 °C	<ul style="list-style-type: none"> L'80% della capacità FGD installata sono scrubber a umido di cui il 72% usano pietra calcarea e il 16% calce La selezione della pietra calcarea (alto contenuto di carbonato di calcio, basso contenuto di Al, F e Cl) assicura un buon abbattimento di SO₂. Talvolta si usano tamponi organici per mantenere il ph della soluzione di lavaggio La perdita di energia per la postcombustione del gas di combustione è grande, in confronto a quella degli scrubber a secco e dei sistemi di abbattimento combinato Nox/ SO₂, che in genere non richiedono postcombustione Molti impianti usano sistemi FGD a umido con scarico alla torre di raffreddamento. Ciò può eliminare la costosa postcombustione, risparmiandone l'energia e garantendo concentrazioni nei fumi sensibilmente inferiori a livello del suolo Uno svantaggio di tale tecnica è la produzione di acque reflue Grandi consumi di acqua Perdite nell'efficienza complessiva dell'impianto a causa dell'elevato consumo energetico (in media una pompa in sospensione consuma ca. 1 MW)
		Sorbente	Calce, pietra calcarea	
		Consumi energetici come % di capacità elettrica	1-3%	
		Caduta di pressione	20-30 (10 ² Pa)	
		Affidabilità	95-99%	
		Tempo di residenza	10 s	
		Rapporto molare Ca/S	1.1-1.6	
		Residui	Gesso	
		Purezza del gesso	90-99%	
		Tempo di vita del rivestimento di gomma	>10 anni	
Abbattimento di SO ₃	<.50%			
Abbattimento particolato	>50% secondo dimensioni			

Tabella 19: Prestazioni delle tecniche di desolfurazione dei fumi (Flue Gas Desulphurisation, FGD) _1

Tecnologia	Efficienza di Abbattimento di SO2	Altri parametri di prestazione		Note
		Parametro	Valore	
Scrubber ad acqua di mare	85-98%	Temperatura di esercizio	-	<ul style="list-style-type: none"> • Deve essere disponibile acqua di mare • Bisogna prestare attenzione alle condizioni del mare in prossimità dello scrubber, per evitare effetti ecologici e ambientali negativi (derivanti dalla riduzione del ph in vicinanza dell'impianto o dall'immissione di metalli persistenti (elementi traccia) e ceneri volatili) particolarmente probabili in vicinanza di un estuario • I costi di esercizio sono inferiori a quelli di uno sistema FGD a umido • I fumi devono essere depolverizzati • Applicabile solo per combustibile a basso tenore di zolfo
		Sorbente	Acqua di mare/aria	
		Consumi energetici come % di capacità elettrica	0.8-1.6%	
		Caduta di pressione	10-11(10 ² Pa)	
		Acque di rifiuto	Nessuna (tranne ioni solfato disciolti nell'acqua di mare)	
		Affidabilità	98-99%	
		Tempo di residenza	n.d.	

Tabella 20: Prestazioni delle tecniche di desolfurazione dei fumi (Flue Gas Desulphurisation, FGD) _2

Tecnologia	Efficienza di Abbattimento di SO ₂	Altri parametri di prestazione		Note
		Parametro	Valore	
Scrubber a secco a spruzzo	80-92%	Temperatura di esercizio	120-160 °C (ingresso fumi) 65-80 °C (uscita fumi)	<ul style="list-style-type: none"> • Rimuove l'SO₃ più efficacemente dello scrubber a umido, limitando dunque il problema dell'H₂SO₄ nell'ambiente circostante • L'uso dei mescolatori a torre può aumentare la reattività della calce spenta • Mentre lo scrubber a umido richiede da solo un consumo energetico di 1-1.5%, lo scrubber a secco unito ai dispositivi di controllo di Nox e PST richiede meno dell'1% • La calce usata per lo scrubber a secco a spruzzo è 4-5 volte più costosa della pietra calcarea usata per il wet scrubber • E' dimostrato che circa il 90% del mercurio in fase gassosa presente a monte del dispositivo viene abbattuto • Di norma usato su impianti a carbone pesante, ha mostrato di essere applicabile anche nel caso di olio, lignite o, in studi pilota, torba • Per un tenore di zolfo >3% l'efficienza di abbattimento decresce leggermente • L'efficienza dipende molto dal depolverizzatore usato (ESP o filtro a tessuto), perché la desolforazione ha luogo in una certa misura ad esempio sulla torta del filtro a tessuto
		Sorbente	Calce, ossido di calcio	
		Consumi energetici come % di capacità elettrica	0.5-3%	
		Caduta di pressione senza depolverizzatore	(10 ² Pa)	
		Affidabilità	97-99%	
		Tempo di residenza	10 s	
		Rapporto molare Ca/S	1.1-2	
		Residui	Misto di ceneri volatili, additivi non reagiti e CaSO ₃	
		Consumo di acqua	20-40 l/1000 m ³	
		Acque di rifiuto	Nessuna	

Tabella 21: Prestazioni delle tecniche di desolforazione dei fumi (Flue Gas Desulphurisation, FGD) _3

Tecnologia	Efficienza di Abbattimento di SO ₂ (%)	Altri parametri di prestazione		Note
		Parametro	Valore	
Iniezione di sorbente nel focolare	40-50 70-90 riciclando i prodotti di reazione	Temperatura di esercizio	980-12300 °C (focolare superiore) 540 °C (economizzatore)	<ul style="list-style-type: none"> L'efficienza di abbattimento dell'SO₂ è funzione del rapporto molare Ca/S, del mezzo sorbente, grado di umidificazione, additivi disponibili, punto di iniezione e carico del bruciatore Spruzzare acqua nel condotto prima del precipitatore aumenta l'abbattimento dell'SO₂ del 10% Problemi di incrostazioni e stabilità di fiamma nel bruciatore Può aumentare il tenore di carbone incombusto nella cenere
		Consumi energetici come % di capacità elettrica	0.01-0.5%	
		Caduta di efficienza del bruciatore	2%	
		Residuo	Mistura di sali di calcio	
		Sorbente	Pietra calcarea, calce idrata, dolomite	
Affidabilità	99.9%			
Iniezione di sorbente nel condotto	50-90 (>90 raggiunta in un impianto negli USA)	Temperatura di esercizio	-	<ul style="list-style-type: none"> Bassi costi di investimento ed installazione estremamente semplice Facile da aggiornare Niente acque di rifiuto Difficile gestione delle ceneri, perché si arricchiscono della calce non reagita che ne causa l'appesantimento Aumenta la tendenza ai depositi sulle pareti del condotto
		Consumi energetici come % di capacità elettrica	0.5%	
		Residuo	Mistura di sali di calcio	
		Sorbente	Pietra calcarea, calce idrata, dolomite	
		Affidabilità	99.9%	
Iniezione di sorbente ibrido	50-90% (90% tramite reattivazione del CaO non reagito per umidificazione)		-	<ul style="list-style-type: none"> Usato in alcuni impianti negli USA
scrubber a secco CFB (circulating fluid bed)	90-95%	Tempo di residenza	3 s	<ul style="list-style-type: none"> Il vaso del CFB è progettato per un intervallo di velocità interna del gas di 1.8-6 m/s per carichi del bruciatore dal 30% al 100% E' stato applicato solo poche volte

Tabella 22: Prestazioni delle tecniche di desolfurazione dei fumi (Flue Gas Desulphurisation, FGD) _4 Tecniche di iniezione di sorbente

Tecnologia	Efficienza di Abbattimento di SO ₂ (%)	Altri parametri di prestazione		Note
		Parametro	Valore	
Processo di Wellman-Lord	95-98%	Temperatura fumi nell'assorbitore	55-90 °C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Processo non più in uso in Europa ▪ Richiede costi di investimento elevati, personale qualificato ed elevati consumi
		Tenore di S max nel combustibile	3.5%	
		Portata max	600000 m ³ /h	
		Contenuto di solido nel liquido iniettato	20-50%	
		Consumo energetico come % della capacità elettrica	3-5.8%	
		Consumo d'acqua	70-200 m ³ /h	
		Affidabilità	>95%	
Processo all'ossido di magnesio	n.d.	Consumi energetici come % di capacità elettrica	n.d.	
		Sottoprodotti	Zolfo, acido solforico o ossido di zolfo concentrato	
		Affidabilità	n.d.	

Tabella 23: Prestazioni delle tecniche di desolfurazione dei fumi (Flue Gas Desulphurisation, FGD) _5 Tecniche di rigenerazione

3.4.2.1.2 Abbattimento delle emissioni di NOx

Tecnologie primarie		Efficienza di Abbattimento di NOx	Applicabilità generale	Limiti di applicabilità	Note
Low excess air		10-44%	Tutti i combustibili	Combustione incompleta	<ul style="list-style-type: none"> La riduzione di Nox dipende fortemente dai livelli di emissione dell'impianto non controllato Potrebbe essere necessario sigillare il focolare, i mescolatori e il preriscaldatore d'aria
Air staging nel focolare	Burner out of service (BOOS)	10-65%	Combustione incompleta		<ul style="list-style-type: none"> Potrebbe essere problematico mantenere costante l'input del combustibile, perché la stessa energia termica deve essere fornita al focolare con un minor numero di bruciatori operativi
	Biased burner firing (BBF)	Livelli di abbattimento massimi per bruciatori tangenziali: 40% per carbone, 45% per olio e 65% per gas	Tutti i combustibili		
	Overfire Air (OFA)	gas	Tutti i combustibili		
Ricircolo dei fumi		20-50% <20% per bruciatori a carbone e 30-50% per impianti a gas combinati con OFA	Tutti i combustibili	Instabilità della fiamma	<ul style="list-style-type: none"> Aggiornare un impianto esistente può essere difficoltoso a causa della perdita di efficienza
Preriscaldamento d'aria ridotto		20-30%	Tutti i combustibili		<ul style="list-style-type: none"> La riduzione delle emissioni dipende dalla temperatura iniziale di preriscaldamento dell'aria e dalla temperatura raggiunta dopo che lo strumento è stato implementato
<p>OSSERVAZIONI: La combinazione di diversi strumenti primari di controllo delle emissioni di Nox in generale non permette al tasso di abbattimento di essere sommato o moltiplicato, in quanto il tasso di riduzione combinata dipende da una serie di fattori specifici del singolo sito. Non tutti gli strumenti primari sono applicabili a ogni tipo di caldaia.</p>					

Tabella 24: Prestazioni delle tecnologie primarie di abbattimento delle emissioni di Nox _1

Tecnologie primarie		Efficienza di Abbattimento di NOx	Applicabilità generale	Limiti di applicabilità	Note
Fuel staging (Reburning)		50-60% (si può ridurre il 70-80% dell'Nox formato nella zona di combustione primaria)	Tutti i combustibili	-	<ul style="list-style-type: none"> • Vantaggi: compatibilità con altri strumenti primari di controllo di Nox, installazione semplice, uso di un combustibile standard come agente riducente, quantità molto ridotte di energia aggiuntiva • La combustione a valle della zona primaria produce anch'essa ossidi di azoto • Sostituire parte del carbone con gas come combustibile di reburning riduce SO₂ CO₂ e particolato in quantità direttamente proporzionale alla quantità sostituita
Low Nox Burner (LNB)	Air staged LNB	25-35%	Tutti i combustibili	Combustione incompleta, instabilità di fiamma	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si può usare combinati con OFA , Reburning o Ricircolo dei fumi ▪ Combinato con OFA permette di raggiungere un abbattimento del 35-70% ▪ Uno svantaggio è che richiede uno spazio per la separazione della fiamma 30-50% più ampio rispetto alle fiamme convenzionali
	LNB con ricircolo dei fumi	Fino al 20%	Tutti i combustibili	Instabilità di fiamma	
	Fuel staged LNB	50-60%	Tutti i combustibili	Combustione incompleta, instabilità di fiamma	
<p>OSSERVAZIONI: La combinazione di diversi strumenti primari di controllo delle emissioni di Nox in generale non permette al tasso di abbattimento di essere sommato o moltiplicato, in quanto il tasso di riduzione combinata dipende da una serie di fattori specifici del singolo sito. Non tutti gli strumenti primari sono applicabili a ogni tipo di caldaia.</p>					

Tabella 25: Prestazioni delle tecnologie primarie di abbattimento delle emissioni di Nox _2

Tecnologie secondarie	Efficienza di Abbattimento di NOx	Altri parametri di prestazione		Note
		Parametro	Valore	
Riduzione selettiva catalitica (SCR)	80-95%	Temperatura di esercizio	350-450 °C (alta polverosità) 180-200 °C °C (gas di coda)	<ul style="list-style-type: none"> Lo scorrimento dell'ammoniaca aumenta all'aumentare del rapporto NH_3/NO_x, che può causare il problema di un più elevato contenuto di ammoniaca nelle ceneri volatili, problema che può essere risolto impiegando un maggiore volume di catalizzatore o migliorando il mescolamento di NH_3 ed NO_x nei fumi La reazione incompleta di NH_3 con NO_x può generare la formazione di solfati di ammonio, che si depositano sulla strumentazione a valle (catalizzatore e preriscaldatore d'aria), l'aumento di HNO_3 nelle acque reflue di desolfurazione dei fumi e nelle ceneri volatili La durata del catalizzatore è 4-5 anni per combustione a carbone, 7-10 anni per quella ad olio, più di 10 anni per quella a gas
		Additivi	Ammoniaca, urea	
		Rapporto NH_3/NO_x	0.8-1	
		NH_3	<20 mg/Nm ³	
		Affidabilità	>98%	
		Rapporto di conversione catalitica SO_2/SO_3	1-1.5% °C (gas di coda)	
		Consumo energetico come % della capacità elettrica	0.5% (alta polverosità) 2% (gas di coda)	
		Caduta di pressione al catalizzatore	4-10 (10 ² Pa)	
Riduzione selettiva non catalitica (SNCR)	30-50 (80)%	Temperatura di esercizio	850-1050 °C	<ul style="list-style-type: none"> Sebbene alcuni impianti riportino livelli di riduzione NO_x >80%, si ritiene comunemente che l'SNCR determini una riduzione del 30-50%, come valore medio rappresentativo di diverse condizioni di esercizio. Ulteriori riduzioni possono ottenersi su caldaie specifiche in condizioni favorevoli
		Additivi	Ammoniaca, urea	
		Rapporto NH_3/NO_x	1.5-2.5	
		Affidabilità	>97%	
		Consumo energetico come % della capacità elettrica	0.1-0.3%	
		Tempo di residenza nell'intervallo di temperatura	0.2-0.5 s	

Tabella 26: Prestazioni delle tecnologie secondarie di abbattimento delle emissioni di Nox

Tecnologia	Efficienza di Abbattimento di SO ₂ /NO _x	Altri parametri di prestazione		Note
		Parametro	Valore	
Processo al carbone attivato	98% / 60-80%	Temperatura di esercizio	90-150 °C	<ul style="list-style-type: none"> • Rimuove molto efficacemente anche SO₃, e sostanze tossiche quali mercurio e diossina • Produce solo una minima quantità di acque reflue generate dal prescrubber • Molto diffuso in Germania e Giappone • E' efficace con diversi combustibili
		Reagenti	Carbone attivato/ammoniaca	
		Affidabilità	98%	
		Altre sostanze abbattute	HCl, HF, diossina	
		Consumo energetico come % della capacità elettrica	1.2-3.3%	
Sottoprodotti	Zolfo elementare, acido solforico			
Processo NOXSO	97% / 70%	Reagenti	Grani di triossido di alluminio impregnati di carbonato di sodio	<ul style="list-style-type: none"> • E' in fase dimostrativa
		Affidabilità	-	
		Consumo energetico come % della capacità elettrica	4%	
Processo WSA-SNOX	95% / 95%	Reagenti	Ammoniaca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emissioni di particolato molto basse (sotto i 5 mg/m³)
		Affidabilità	-	
		Consumo energetico come % della capacità elettrica	0.2%	
DESONOX	95% / 95%	Reagenti	Ammoniaca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genera acque di rifiuto dovute all'ESP a umido usato per la rimozione degli aerosol dell'acido solforico ▪ Teoricamente è possibile anche la formazione di zolfo elementare e SO₂ liquido, ma ad oggi è osservata solo quella di acido solforico.
		Affidabilità	96-98%	
		Consumo energetico come % della capacità elettrica	2%	

Tabella 27: Prestazioni delle tecnologie combinate di abbattimento delle emissioni di SO₂ e Nox

3.4.2.1.3 Abbattimento delle emissioni di PST

Tecnologia	Efficienza di Abbattimento (%)				Altri parametri di prestazione		Note
	<1µm	2µm	5µm	>10µm	Parametro	Valore	
Precipitatore Elettrostatico (ESP)	>96.5	>98.3	>99.95	>99.5	Temperatura di esercizio	120-220 °C (ESP a freddo) 300-450 °C (ESP a caldo)	<ul style="list-style-type: none"> • Efficienza molto elevata • Per grandi volumi di gas con bassa caduta di pressione • Basti costi di esercizio, tranne ad altissima efficienza • Non flessibile a cambiamenti nelle condizioni d'esercizio • Può non funzionare su particolato ad elevata resistività elettrica
					Consumi energetici come % di capacità elettrica	0.3-1.8%	
					Caduta di pressione	1.5-3 (10 ² Pa)	
					Residuo	Ceneri volatili	
					Portata	>200000 m ³ /h	
					Applicabilità	Tutti i combustibili	
					Quota di mercato	90%	
Filtro a tessuto	>99.6	>99.6	>99.9	>99.95	Temperatura di esercizio	200 °C (poliestere) 280 °C (fibra di vetro)	<ul style="list-style-type: none"> • Velocità di filtrazione 0.01-0.04 m/s • La durata del sacco diminuisce all'aumentare del tenore di zolfo nel carbone e della velocità di filtrazione • I sacchi singoli si guastano nella misura dell'1% di quelli installati • La caduta di pressione aumenta al diminuire della dimensione del articolato per una data capacità di smaltimento fumi
					Consumi energetici	0.4-0.7 (kWh/1000 m ³)	
					Caduta di pressione	5-20 (10 ² Pa)	
					Residuo	Ceneri volatili	
					Portata	<1100000 m ³ /h	
					Applicabilità	Tutti i combustibili	
					Quota di mercato	10%	
Scrubber a umido (Venturi ad alta energia)	98.5	99.5	99.9	>99.9	Temperatura di esercizio	-	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuisce alla rimozione e assorbimento dei metalli pesanti gassosi • Produce acque reflue che necessitano di trattamento e smaltimento
					Consumi energetici come % di capacità elettrica	Fino a 3% (5-15 kWh/1000 m ³)	
					Rapporto liquido/gas	0.8-2.0 l/m ³	
					Caduta di pressione	30-200 (10 ² Pa)	
					Residuo	Morchie di ceneri volatili	

Tabella 28: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle PST

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.4.2.2 BAT NELLA FUSIONE DEL RAME

3.4.2.2.1 Abbattimento delle emissioni

Fase di processo	Inquinante	Tecnologie di abbattimento
Movimentazione materie prime	Polveri e metalli	Corretto stoccaggio, movimentazione e trasporto. Collettore di polvere e filtro a tessuto.
Pretrattamento termico materie prime	Polveri e metalli Sostanze organiche ¹ e CO	Corretto pretrattamento, Collettore di gas e filtro a tessuto. Postcombustore e corretto raffreddamento del gas.
Prima fusione	Polveri e metalli SO ₂ Hg	Collettore di gas. Lavaggio e raffreddamento del gas, impianto H ₂ SO ₄ / recupero di SO ₂ Se elevato all'alimentazione: rimozione dopo lavaggio di SO ₂ .
Seconda fusione	Polveri e metalli Sostanze organiche ¹ e CO SO ₂ ²	Collettore di gas, raffreddamento e filtro a tessuto. Postcombustore e raffreddamento del gas. Scrubber.
Prima affinazione	Polveri e metalli SO ₂	Collettore di gas. Lavaggio di gas e impianto H ₂ SO ₄
Seconda affinazione	Polveri e vapori metallici Sostanze organiche ¹ e CO ³ SO ₂ ²	Collettore di gas, raffreddamento e filtro a tessuto. Postcombustore e corretto raffreddamento del gas. Scrubber.
Affinazione termica	Polveri e vapori metallici Sostanze organiche ¹ e CO ⁴ SO ₂ ²	Collettore di gas, raffreddamento e filtro a tessuto o scrubber. Postcombustore e corretto raffreddamento del gas. Scrubber.
Colata	Polveri e vapori metallici Sostanze organiche ¹ e CO	Collettore di gas, raffreddamento e filtro a tessuto. Postcombustore e corretto raffreddamento del gas.
Colata anodica e granulazione scorie	Vapor d'acqua	Scrubber a umido o antiappannante.
Processi pirometallurgici di trattamento scorie	Polveri e vapori metallici CO SO ₂	Collettore di gas, raffreddamento e filtro a tessuto. Postcombustore. Trattamento per la rimozione.
<p>NOTE: 1) Includono COV espressi come carbonio totale (escluso CO) e diossine: il contenuto di pende dalle materie prime 2) Può essere presente SO₂ se si usano materie prime o combustibili contenenti zolfo. Può prodursi CO per combustione inefficiente, per la presenza di materie organiche o deliberatamente per minimizzare il contenuto di O₂ 3) Per processo discontinuo, CO solo all'accensione 4 CO solo in assenza di postcombustore)</p>		

Tabella 29: Tecnologie di abbattimento degli inquinanti nei fumi

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell' Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

Inquinante	Range associati all'uso di BAT	Tecnologia	Note
Effluente ricco in SO₂ (>5%)	Fattore di conversione >99,7%	Impianto di H ₂ SO ₄ a doppio contatto. Antiappannante per la rimozione finale di SO ₃	Per gli altri inquinanti si ottengono livelli bassissimi tramite trattamento intensivo (scrubber a umido, elettrofiltro a umido e rimozione di Hg a monte dell'impianto di contatto)

Tabella 30: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni nella prima fusione e prima affinazione

Inquinante	Range associati all'uso di BAT	Tecnologia	Note
Polveri	1-5 mg/Nm ³	Filtro a tessuto	Le caratteristiche delle polveri variano con le materie prime. Filtri a tessuto ad alte prestazioni possono ottenere bassi livelli di metalli pesanti
SO₂	50-200 mg/Nm ³	Scrubber alcalino a semi-secco e filtro a tessuto. Scrubber alcalino a umido o doppio alcalino a calce, idrossido di magnesio, idrossido di sodio. Combinazioni di sodio o combinazioni di solfati di alluminio combinati con calce per rigenerare il reagente e formare gesso	I rifiuti liquidi e solidi e l'abilità nel riutilizzare i prodotti dello scrubber influiscono sulla tecnica usata
Nox	<100 mg/Nm ³ 100-300 mg/Nm ³	Low Nox burner Oxy-fuel burner	Valori più alti sono associati all'arricchimento di ossigeno per ridurre l'uso energetico. In questo caso si riduce il volume di gas
Carbonio organico totale come C	<5-15 mg/Nm ³ <5-50 mg/Nm ³	Postcombustore Combustione ottimizzata	Pretrattamento delle materie secondarie per rimuovere il rivestimento organico, se necessario
Diossine	<0.1-0.5 ng/ Nm ³	Filtro a tessuto, postcombustore seguito da tempra	Altre tecniche: adsorbimento su carboni attivati. Trattamento del gas depolverato per raggiungere livelli inferiori
NOTE: Solo per emissioni convogliate. Le emissioni sono date come medie giornaliere basate sul monitoraggio continuo (ove non praticabile i valori saranno la media sul periodo di campionamento)			

Tabella 31: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni nella seconda fusione e seconda affinazione, prima e seconda affinazione termica

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

3.4.2.3 BAT NELLA FUSIONE DELL'ALLUMINIO

3.4.2.3.1 Abbattimento delle emissioni

Fase di processo	Inquinanti	Tecnologie di abbattimento
Movimentazione materie prime	Polveri	Prevenzione e corretto stoccaggio Collettore di polveri e filtro a tessuto
Pretrattamento materie prime	Polveri Sostanze organiche ¹	Corretto pretrattamento, collettore di gas e filtro a tessuto Postcombustore e corretto raffreddamento del gas
Prima fusione (elettrolitica)	Polveri, fluoruri idrocarburi e IPA ² SO ₂	Collettore di gas, scrubber di allumina seguito da filtro a tessuto Scrubber a umido
Seconda fusione	Polveri e metalli Gas acidi/alogenuri Sostanze organiche	Collettore di gas ed efficiente rimozione polveri Scrubber Selezione del materiale, pretrattamento, postcombustore e raffreddamento gas, iniezione di carbonio, efficiente rimozione polveri
Permanenza e affinazione	Polveri, alogenuri e metalli Sostanze organiche ¹	Collettore di gas Postcombustore e raffreddamento gas
Processi di trattamento delle scorie	Polveri, ammoniaca, fosfina e metalli	Collettore/trattamento gas
NOTE: 1) Includono COV espressi come carbonio totale (escluso CO) e diossine 2) Se un impianto anodico è integrato		

Tabella 32: Tecnologie di abbattimento degli inquinanti nei fumi

Inquinante	Range associati all'uso di BAT	Tecnologia	Note
Polveri	1-5 mg/Nm ³	Filtro a tessuto	Dipende dalle caratteristiche delle polveri
SO ₂	Non applicabile	Controllo del contenuto di zolfo degli anodi	Mira a minimizzare l'SO ₂
Idrocarburi policiclici fluorati	<0.1 effetti anodici per cella per giorno	Controllo del processo basato su dati delle celle attive	<0.1 kg/t Al
HF Fluoruro totale	<0.2 mg/Nm ³ <0.5 mg/Nm ³	Scrubber all'allumina e filtro a tessuto	
NOTE: Solo per emissioni convogliate. Le emissioni sono date come medie giornaliere basate sul monitoraggio continuo (ove non praticabile i valori saranno la media sul periodo di campionamento)			

Tabella 33: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni nella prima fusione (elettrolisi)

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

Inquinante	Range associati all'uso di BAT	Tecnologia	Note
Polveri	1-5 mg/Nm ³	Filtro a tessuto	
Cloruri, fluoruri e gas acidi	SO ₂ <50-200 mg/Nm ³ Cloruro<5 mg/Nm ³ Fluoruro<1 mg/Nm ³	Scrubber alcalino a umido o a semisecco	
Nox	<100 mg/Nm ³ <100-300 mg/Nm ³	Low-Nox burner Oxy-fuel	Valori più elevati sono associati all'arricchimento d'ossigeno
NOTE: Solo per emissioni convogliate. Le emissioni sono date come medie giornaliere basate sul monitoraggio continuo (ove non praticabile i valori saranno la media sul periodo di campionamento)			

Tabella 34: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni nelle fasi di permanenza e degassamento nella prima e seconda fusione

Inquinante	Range associati all'uso di BAT	Tecnologia	Note
Polveri	1-5 mg/Nm ³	Filtro a tessuto	Le caratteristiche delle polveri variano con le materie prime. Filtri a tessuto ad alte prestazioni possono ottenere bassi livelli di metalli pesanti
Cloruri. Fluoruri e gas acidi	SO ₂ <50-200 mg/Nm ³ Cloruro<5 mg/Nm ³ Fluoruro<1 mg/Nm ³	Scrubber alcalino a umido o a semisecco	
Nox	<100 mg/Nm ³ <100-300 mg/Nm ³	Low-Nox burner Oxy-fuel	Valori più elevati sono associati all'arricchimento d'ossigeno
Carbonio organico totale come C	<5-15 mg/Nm ³ <5-50 mg/Nm ³	Postcombustore Combustione ottimizzata	Pretrattamento delle materie secondarie per rimuovere il rivestimento organico
Diossine	<0.1-0.5 ng TEQ/ Nm ³	Filtro a tessuto, postcombustore seguito da	Altre tecniche: adsorbimento su carboni attivati, catalizzatore
NOTE: Solo per emissioni convogliate. Le emissioni sono date come medie giornaliere basate sul monitoraggio continuo (ove non praticabile i valori saranno la media sul periodo di campionamento)			

Tabella 35: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni nel trattamento materiali (inclusa essiccazione degli sfridi), fusione e affinazione nella seconda fusione

3.4.2.4 BAT PER I FORNI PER CEMENTO

3.4.2.4.1 Abbattimento delle emissioni di SO₂

Tecnologia	Applicabilità	Efficienza di abbattimento	Emissioni riportate		Costi riportati ³	
			mg/m ³ ¹	kg/t ²	di investimento	di esercizio
Addizione di mezzo assorbente	Tutti	60-80%	400	0.8	0.2-0.3	0.1-0.4
Scrubber a secco	A secco	fino al 90%	<400	<0.8	11	1.4-1.6
Scrubber a umido	Tutti	>90%	<200	<0.4	6-10	0.5-1
Carbone attivato	A secco	fino a 95%	<50	<0.1	15 ⁴	No info

NOTE: 1) normalmente riferito a medie giornaliere, dry gas, 273 K, 101.3 kPa e 10% di O₂
 2) kg/t di clinker, nell'ipotesi di 2000m³/t di clinker
 3) costi di investimento in milioni di euro e costi di esercizio in euro/t di clinker, normalmente riferiti a un kiln di capacità 3000 t/giorno ed emissione iniziale di Nox fino a 2000 mg/m³
 4) questo costo include anche un processo SNCR e si riferisce ad un forno di capacità di 2000 t di clinker al giorno e ad un'emissione iniziale di Sox di 50-600 mg/m³

Tabella 36: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni di SO₂

3.4.2.4.2 Abbattimento delle emissioni di NO_x

Tecnologia	Applicabilità	Efficienza di abbattimento	Emissioni riportate		Costi riportati ³	
			mg/m ³ ¹	kg/t ²	di investimento	di esercizio
Raffreddamento di fiamma	Tutti	0-50%	400-	0.8-	0.0-0.2	0.0-0.5
Low-NOX burner	Tutti	0-30%			0.15-0.8	0
Combustione a stadi	Precalcinatori	10-50%	<500-1000	<1.0-2.0	0.1-2	0
	Preriscaldatore				1-4	0
Mid-kiln firing	Long	20-40%	No info	-	0.8-1.7	No info
Clinker mineralizzato	Tutti	10-15%	No info	-	No info	No info

SNCR (Selective Non Catalytic Reduction)	Preriscaldatore e precalcinatore	10-85%	200-800	0.4-1.6	0.5-1.5	0.3-0.5
SCR (Selective Catalytic Reduction)-dati degli impianti pilota	Probabilmente tutti	85-95%	100-200	0.2-0.4	ca. 2.5 ⁴ 3.5-4.5 ⁵	0.2-0.4 ⁴ No info ⁵
<p>NOTE: 1) normalmente riferito a medie giornaliere, gas secco, 273 K, 101.3 kPa e 10% di O₂ 2) kg/t di clinker, nell'ipotesi di 2000m³/t di clinker 3) costi di investimento in milioni di euro e costi di esercizio in euro/t di clinker 4)costi stimati da Okopol per un'installazione a larga scala (capacità dei forni da 1000 a 5000 t di clinker al giorno ed emissione iniziale di NO_x da 1300 a 2000 mg/m³), costi di esercizio ca. il 25% inferiori a quelli del SNCR 5)costi stimati da Cembureau per un'installazione a larga scala</p>						

Tabella 37: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni di NOX

3.4.2.4.3 Abbattimento delle emissioni di PST

Tecnologia	Applicabilità	Emissioni riportate		Costi riportati ³	
		mg/m ³ ¹	kg/t ²	di investimento	di esercizio
Precipitatori elettrostatici	Tutti i forni raffreddatori di clinker	5-50	0.01-0.1	2.1-4.6	0.1-0.2
	mulini per cemento	5-50	0.01-0.1	0.8-1.2	0.09-0.18
		5-50	0.01-0.1	0.8-1.2	0.09-0.18
Filtri a maniche	Tutti i forni raffreddatori di clinker	5-50	0.01-0.1	2.1-4.3	0.15-0.35
	mulini per cemento	5-50	0.01-0.1	1.0-1.4	0.1-0.15
		5-50	0.01-0.1	0.3-0.5	0.03-0.04
<p>NOTE: 1) normalmente riferito a medie giornaliere, gas secco, 273 K, 101.3 kPa e 10% di O₂ 2) kg/t di clinker, nell'ipotesi di 2000m³/t di clinker 3) costi di investimento in milioni di euro e costi di esercizio in euro/t di clinker, per ridurre l'emissione a 10-50 mg/m³, normalmente riferiti a un forno di capacità 3000t di clinker al giorno e ad un'emissione iniziale fino a 500 g/m³ di polveri</p>					

Tabella 38: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni di PST

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

3.4.2.5 BAT PER I FORNI DI PRODUZIONE DI VETRO PIANO

3.4.2.5.1 Abbattimento delle emissioni di SOx

Tecnologia	Applicabilità	Temperatura	Efficienza	Costi riportati ²	
				di investimento	di esercizio
Scrubber a secco con Ca(OH) ₂	Tutti	130-140 °C	30-70%	2750	186
		170-180 °C	22-55%		
Scrubber a secco con Na ₂ CO ₃	Tutti		<50% ¹	superiori	superiori
Scrubber a semi-secco con Ca(OH) ₂	Tutti		80-92%	-	-
Scrubber a semi-secco con Na ₂ CO ₃	Tutti		90-95%	-	-
NOTE: 1) su SO ₃ 90% 2) costi di investimento in migliaia di euro e costi di esercizio in migliaia di euro/anno, normalmente riferiti a un forno di capacità 600 /giorno e ad una portata di 70000Nm ³ /h nel caso di combinazione con Precipitatore elettrostatico (costi di investimento e di esercizio rispettivamente 3000 e 500 nel caso di combinazione con filtro a maniche).					

Tabella 39: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni di SOx

3.4.2.5.2 Abbattimento delle emissioni di NOx

Tecnologia	Applicabilità	Efficienza di abbattimento ¹	Costi riportati ²	
			di investimento	di esercizio
Oxy-fuel	Tutti	80%	-4.8	1.9
Low-NOX burner	Tutti	50%	0.55	0.072
3 R	Tutti	65-80%	0.26	0.267
SCR e filtro	Tutti	>80%	4.55	0.470
Filtro e scrubber	Tutti	10-15%	2.75	0.186
SNCR (Selective Non Catalytic Reduction)	Tutti	50%	1.35	0.225
SCR (Selective Catalytic Reduction) -dati degli impianti pilota	Tutti	80%	1.8	0.330

NOTE: 1) nell'ipotesi di concentrazione iniziale 2000mg/m³
2) costi di investimento in milioni di euro e costi di esercizio in milioni di euro/anno, per forno di capacità 600 t/giorno e portata 70000 Nm³/h. Il valore negativo per l'Oxy fuel è dovuto al risparmio sul rigeneratore e sul recuperatore

Tabella 40: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni di Nox

3.4.2.5.3 Abbattimento delle emissioni di PST

Tecnologia	Applicabilità	Emissioni riportate		Costi riportati ¹	
		mg/m3	kg/t	di investimento	di esercizio
Precipitatori elettrostatici e scrubber ²	Tutti	5-30	0.1	2750	186
Filtri a maniche scrubber ²	Tutti	5-30	0.1	3000	500
<p>NOTE:1) costi di investimento in migliaia di euro e costi di esercizio in migliaia di euro/anno, normalmente riferiti a un forno di capacità 600 /giorno e ad una portata di 70000Nm3/h 2) efficienza 95-99%</p>					

Tabella 41: Prestazioni delle tecnologie di abbattimento delle emissioni di PST

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

3.4.2.6 BAT NELLA PRODUZIONE DI PASTE PER LA CARTA SEMICHIMICHE AL SOLFITO

3.4.2.6.1 Abbattimento delle emissioni di NO_x, SO_x e PST

Inquinanti emessi	Carbone	Olio combustibile denso	Gasolio	Gas	Combustibile vegetale (per es. legna)
S (mg/MJ di combustibile)	100-200 ¹ (50-100) ⁵	100-200 ¹ (50-100) ⁵	25-50	<5	<15
Nox (mg/MJ di combustibile)	80-110 ² (50-80 SNCR) ³	80-110 ² (50-80 SNCR) ³	45-60 ²	30-60 ²	60-100 ² (40-70 SNCR) ³
PST (mg/Nm ³)	10-30 ⁴ per O ₂ al 6%	10-40 ⁴ per O ₂ al 3%	10-30 per O ₂ al 3%	<5 per O ₂ al 3%	10-30 ⁴ per O ₂ al 6%
<p>NOTE: 1) Le emissioni di S dei bruciatori a carbone o ad olio dipendono dal tenore di zolfo del combustibile. Con l'iniezione di carbonato di calcio si ottiene una riduzione delle emissioni 2) Con la sola tecnologia di combustione 3) Con il ricorso a misure secondarie quali l'SNCR; solo per grandi impianti 4) Con l'uso del precipitatore elettrostatico 5) Con lo scrubber; solo per grandi impianti</p>					

Tabella 42: Emissioni associate all'uso di BAT per diversi combustibili

3.5 ALTRI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

Vengono qui passati in rassegna gli interventi di riduzione delle emissioni applicabili nei rimanenti settori economici responsabili in maniera considerevole della qualità dell'aria della Regione. Di seguito si elencano gli interventi selezionati per settore di interesse:

- Combustione nei settori residenziale e terziario:
 - Uso di combustibili a ridotto inquinamento;
 - Campagna per il risparmio energetico ed eventuale incentivazione per l'adozione di idonee misure.

- Distribuzione di combustibili:
 - Introduzione di sistemi di recupero dei vapori;
 - Razionalizzazione della rete di distribuzione. Dovrà prevedersi in particolare l'adozione delle seguenti misure volte al contenimento dei livelli di concentrazioni di benzene e altre sostanze aromatiche in ambito urbano:
 - a) Riduzione massima del numero di impianti situati all'interno dei centri urbani;
 - b) Rilocalizzazione degli impianti di tipo urbano in aree con caratteristiche a microscala di bassa densità abitativa e sufficiente ventilazione.

- Allevamenti zootecnici:
 - Allevamenti di suini: introduzione di ricoveri dotati di sistemi di rimozione rapida delle deiezioni (tubazioni a lavaggio frequente, tubazioni con aspirazione in depressione, fosse poco profonde con ricircolo);
 - Allevamenti avicoli: introduzione di abbeveratoi antispreco;
 - Allevamenti di gallina ovaiole: introduzione di tecniche di riduzione rapida dell'umidità delle deiezioni.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

3.5.1 GLI SCENARI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

Mediante l'applicazione del modello SEM sono state simulate le emissioni regionali in corrispondenza di differenti scenari emissivi basati sulle seguenti ipotesi:

1. conversione a gas naturale degli impianti di riscaldamento alimentati a metano: emissioni di CO₂;
2. applicazione del dispositivo per il recupero dei vapori nelle operazioni di rifornimento di carburante: emissioni di COV.

Gli scenari di riduzione sono stati formulati supponendo che rimangano invariati i livelli attuali degli indicatori per ciascuna tipologia di attività considerata (mantenimento della domanda).

3.5.1.1 LA METODOLOGIA UTILIZZATA

Il modello SEM è costituito da un pacchetto software ad interfaccia utente che permette di stimare le emissioni relative a qualsiasi tipologia di sorgente appartenente alla classificazione adottata per la redazione dell'inventario regionale.

Il codice realizza le simulazioni mediante il metodo Montecarlo utilizzando le informazioni fornite dall'utente relativamente alle distribuzioni statistiche dei parametri.

Accanto alla stima delle emissioni SEM calcola l'incertezza associata alla stima. L'incertezza esprime il grado di accuratezza e precisione della stima le quali dipendono dal modello emissivo utilizzato (la relazione funzionale tra l'emissione e i parametri che regolano l'attività) e dalle distribuzioni statistiche delle variabili indipendenti (maggiore è l'accuratezza nella determinazione dei parametri, minore è l'incertezza sulla stima).

Nel codice sono presenti due opzioni di calcolo:

- a) $E = A \cdot F$
- b) $E = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

a) $E = A \cdot F$

A partire dall'informazione relativa all'indicatore dell'attività, SEM calcola le emissioni di una sorgente qualsiasi come il prodotto dell'attività A (livello dell'indicatore) e del fattore di emissione F secondo la metodologia CORINAIR. Il codice di calcolo

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

contiene la tabella delle attività previste da CORINAIR associate ai fattori di emissione e ai relativi indicatori.

b) $E = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

SEM consente di utilizzare una funzione, anche complessa, di più parametri per la stima delle emissioni. Durante l'applicazione si deve fornire la forma funzionale del modello emissivo e relativamente ai parametri del modello, simboli, nomi e caratteristiche delle distribuzioni.

Di seguito si riporta la metodologia adottata da SEM per il calcolo delle emissioni e per la stima dell'incertezza.

Metodologia

La stima delle emissioni e l'analisi dell'incertezza si avvalgono in SEM dell'applicazione del *Metodo Montecarlo* secondo la metodologia adottata nell'ambito del Sottoprogetto "Modellistica avanzata per la valutazione di impatto ambientale" della "Convenzione ENEL-CNR nel settore di attività e di ricerca sulla interazione dei sistemi energetici con la salute dell'uomo e dell'ambiente".

La metodologia consiste nella simulazione numerica della distribuzione delle emissioni, una volta ipotizzate le distribuzioni statistiche dei parametri da cui la stima delle emissioni dipende.

Per tutti i parametri, sia esogeni che endogeni al modello, viene effettuato un ricampionamento estraendo i singoli parametri indipendentemente l'uno dall'altro, con reimmissione nell'urna del risultato estratto, fino a costruire un campione composto da un adeguato numero di valori e quindi altrettante stime delle emissioni per il caso considerato.

Dall'analisi dei parametri concorrenti a determinare le emissioni delle varie attività economiche emerge la necessità di ipotizzare diverse distribuzioni in modo da trattare anche i parametri che per la loro natura possono assumere valori limitati inferiormente e/o superiormente (ad esempio l'efficienza dei sistemi di abbattimento non può assumere valori minori di 0 o maggiori di 1). Il programma prevede perciò la predisposizione di tre diverse urne corrispondenti ad altrettante tipologie di distribuzione statistica ipotizzabili per ogni parametro del modello. Le distribuzioni teoriche considerate e le relative funzioni di densità sono le seguenti:

- *Distribuzione normale*
- *Distribuzione lognormale*
- *Distribuzione lognormale a tre parametri*
- *Distribuzione uniforme*

La metodologia Montecarlo Standard appena descritta è idonea per la stima delle emissioni su piccola scala (ad esempio sorgente lineare, singolo impianto, o singola maglia). Nel caso in cui si faccia invece riferimento ad una realtà spazialmente e temporalmente coerente con quella per la quale sono stati concepiti i fattori di emissione, l'incertezza sulla stima deve invece considerarsi sicuramente inferiore. Per lo studio della sensibilità e della stima dell'incertezza delle emissioni su base regionale è dunque indicato l'uso della ***Procedura di Ottimizzazione del Valor Medio***.

La procedura consiste nell'iterare per N volte (il numero delle iterazioni è stabilito dall'utente) la simulazione di Montecarlo (l'iterazione può interpretarsi ad esempio come una serie di misure effettuate in tempi diversi) ottenendo così una distribuzione delle medie campionarie composta da N valori che possono essere utilizzati per ottenere la stima ottimale attribuendo a ciascuna stima un peso inversamente proporzionale alla sua incertezza. La procedura di ottimizzazione della deviazione standard porta ad una *best guess* data dalla seguente espressione per il valor medio:

$$\langle E \rangle = \frac{\sum_{j=1}^N \frac{E_j}{\sigma_{E_j}^2}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_{E_i}^2}}$$

e dalla seguente per la deviazione standard:

$$\sigma_{\langle E \rangle} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_{E_i}^2}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

3.5.1.2 COMBUSTIONE NEL SETTORE RESIDENZIALE: RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂

Lo scenario di riduzione implementato per la simulazione con SEM prevede la conversione a gas naturale di tutti gli impianti di riscaldamento alimentati a gasolio al fine di abbattere le emissioni di CO₂. Nella tabella seguente è riportato lo schema riepilogativo dei parametri impostati per la simulazione.

	Indicatore (GJoule)			Fattore di emissione (gr/GJoule)		
	Valore medio	Err. Std %	Distribuzione	Valore medio	Err. Std %	Distribuzione
Stato di fatto	2543365	15%	Normale	73319	20%	Normale
Scenario di riduzione	2543365	15%	Normale	55830	20%	Normale

Tabella 43: Parametri per la simulazione dello scenario di riduzione delle emissioni di CO₂ nel settore di combustione residenziale

In prima battuta è stata effettuata la simulazione standard impostando il numero delle estrazioni a 25000. Nella figura seguente se ne riporta la rappresentazione grafica dei risultati.

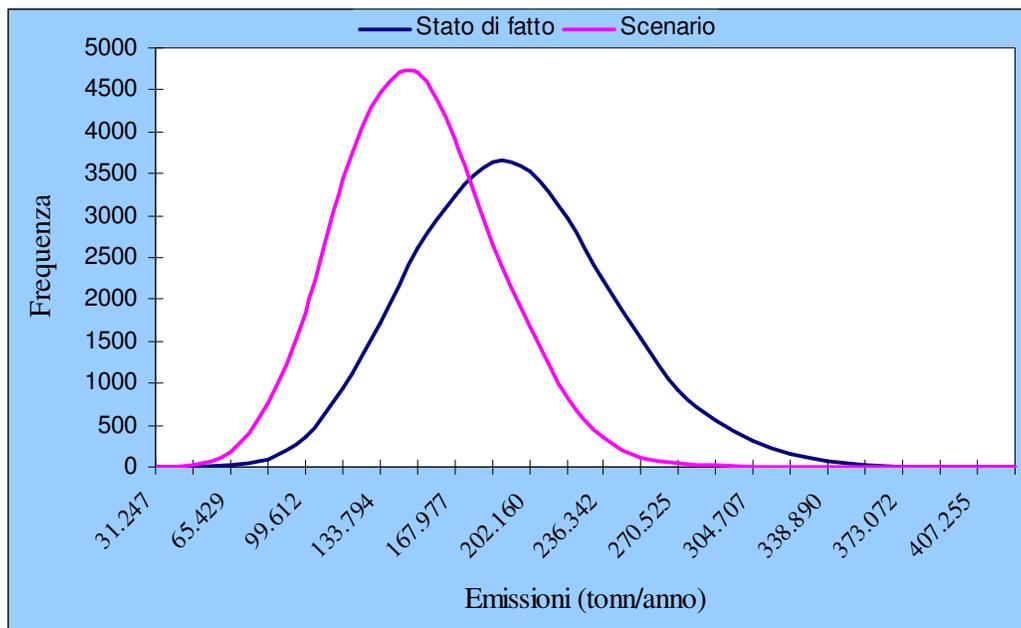


Figura 56: Distribuzione di frequenza delle emissioni simulate

Parametro	Stato di fatto	Scenario
Popolazione	25000	25000
Emissioni (ton/anno)	186811	142040
Mediana	184286	140259
Deviazione Standard	46908	35803
Deviazione Standard percentuale	25	25
Varianza	2,0039E9	1,282E9
Skewness	0,33906	0,30435
Range	382370	291206
Minimo	41977	14156
Massimo	424346	305362
2° Percentile	99952	74594
5° Percentile	114143	86285
25° Percentile	153683	116721
75° Percentile	217024	164903
95° Percentile	268286	203995
98° Percentile	292083	220389

Tabella 44: parametri delle distruzioni statistiche delle emissioni simulate

Successivamente la simulazione di scenario è stata effettuata impostando l'esecuzione della procedura di ottimizzazione del valor medio; la simulazione è stata eseguita impostando a 20 il numero delle iterazioni e a 10000 il numero di estrazioni per singola iterazione. Di seguito se ne riportano i risultati.

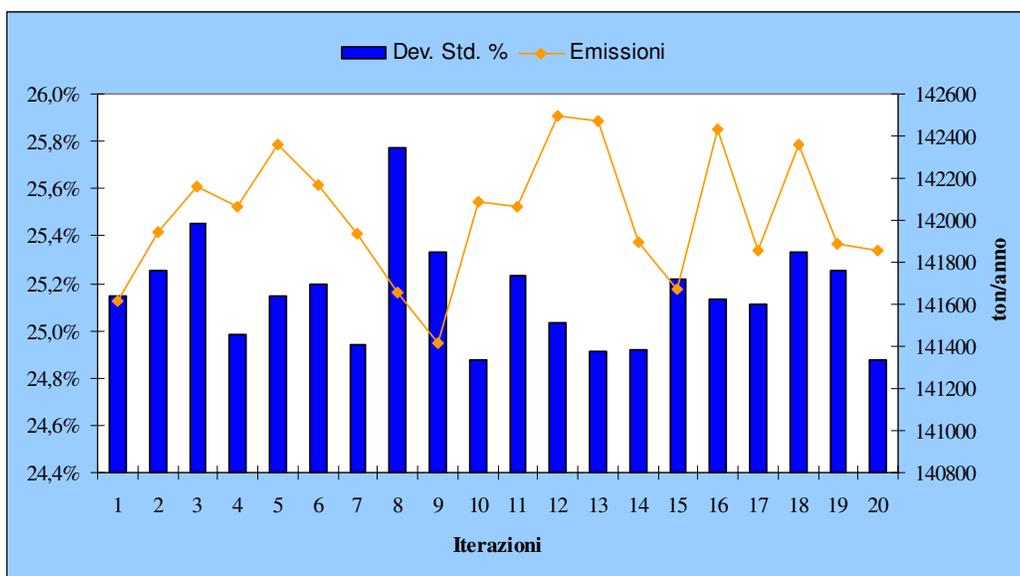


Figura 57: Risultato della simulazione di Best Guess per lo scenario di abbattimento delle emissioni di CO₂.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

Parametro	Valore
Popolazione	10000
Iterazioni	20
Emissioni (ton/anno)	141614
Deviazione Standard percentuale	25,15

Tabella 45: Riepilogo della simulazione di *Best Guess* per lo scenario di abbattimento delle emissioni di CO₂.

3.5.1.3 RETE DI DISTRIBUZIONE DI CARBURANTE: RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI COV

Lo scenario di riduzione implementato per la simulazione con SEM prevede l'applicazione del dispositivo per il recupero dei vapori presso tutti i distributori di carburante al fine di abbattere le emissioni di COV. Nella tabella seguente è riportato lo schema riepilogativo dei parametri impostati per la simulazione.

	Indicatore (ton/anno)			Fattore di emissione (gr/ton)		
	Valore medio	Err. Std %	Distribuzione	Valore medio	Err. Std %	Distribuzione
Stato di fatto	389655	2%	Normale	1480	20%	Normale
Scenario di riduzione	389655	2%	Normale	740	80%	Lognormale 3p

Tabella 46: parametri per la simulazione dello scenario di riduzione delle emissioni di CO₂ nel settore combustione residenziale e terziario

Dapprima è stata eseguita la simulazione standard impostando il numero delle estrazioni a 25000. Nella figura seguente se ne riporta la rappresentazione grafica dei risultati.

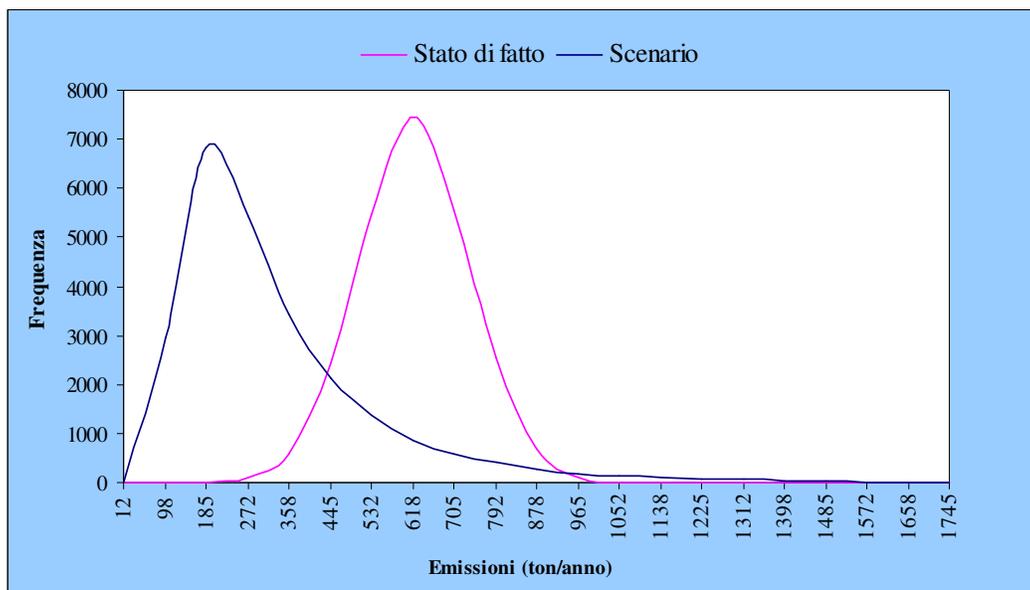


Figura 58: Distribuzione di frequenza delle emissioni simulate

Parametro	Stato di fatto	Scenario
Popolazione	25000	25000
Emissioni (ton/anno)	577,56	288,23
Mediana	577,05	232,33
Deviazione Standard	115,39	232,39
Deviazione Standard percentuale	20	81
Varianza	1,33+E4	0,054
Skewness	0,02	2,92
Range	929,65	4246,48
Minimo	153,44	11,61
Massimo	1083,11	4258
2° Percentile	340,39	52,42
5° Percentile	387,55	71,05
25° Percentile	500,02	139,77
75° Percentile	655,06	361,11
95° Percentile	767,38	722,92
98° Percentile	815,11	961,60

Tabella 47: parametri delle distruzioni statistiche delle emissioni simulate

Successivamente la simulazione di scenario è stata effettuata impostando l'esecuzione della procedura di ottimizzazione del valor medio; la simulazione è stata

eseguita impostando a 20 il numero delle iterazioni e a 5000 il numero di estrazioni per singola iterazione. Di seguito se ne riportano i risultati.

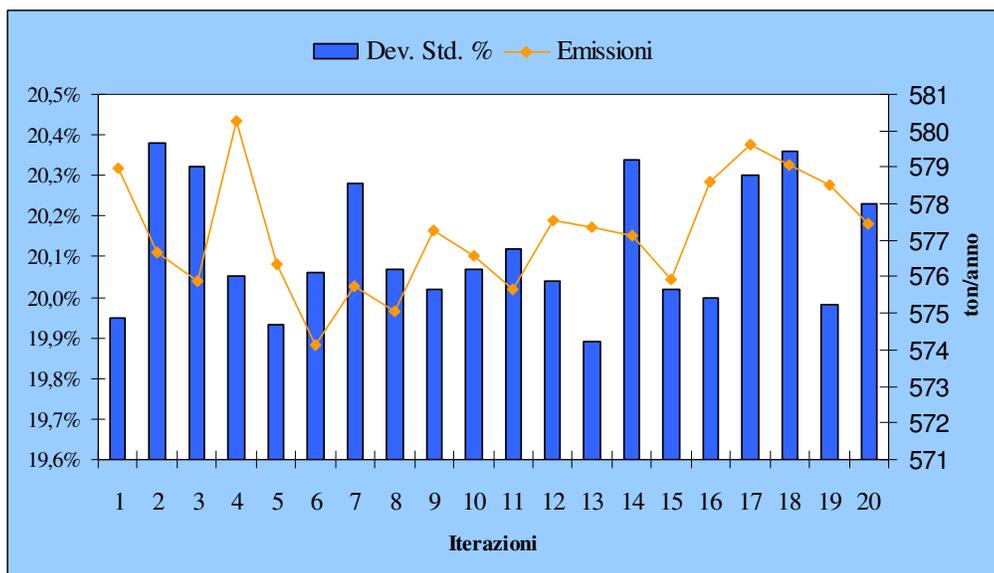


Figura 59: Risultato della simulazione di Best Guess per lo scenario di abbattimento delle emissioni di COV.

Parametro	Valore
Popolazione	5000
Iterazioni	20
Emissioni (ton/anno)	577,18
Deviazione Standard percentuale	4,5

Tabella 48: Riepilogo della simulazione di Best Guess per lo scenario di abbattimento delle emissioni di COV.

3.6 SIMULAZIONI DI SCENARIO

3.6.1 DISPERSIONE A MESOSCALA

Mediante il modello di dispersione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera utilizzato per le simulazioni dello stato di fatto (modello CALGRID, si veda il Tomo II del Volume 3 - Fase Valutativa) sono state realizzate le simulazioni corrispondenti ad uno scenario emissivo ridotto.

La metodologia applicata è la stessa utilizzata per lo stato di fatto:

- Il dominio di calcolo è il grigliato 57 x 40 con passo 5 km
- Lo scenario meteorologico è lo scenario B invernale

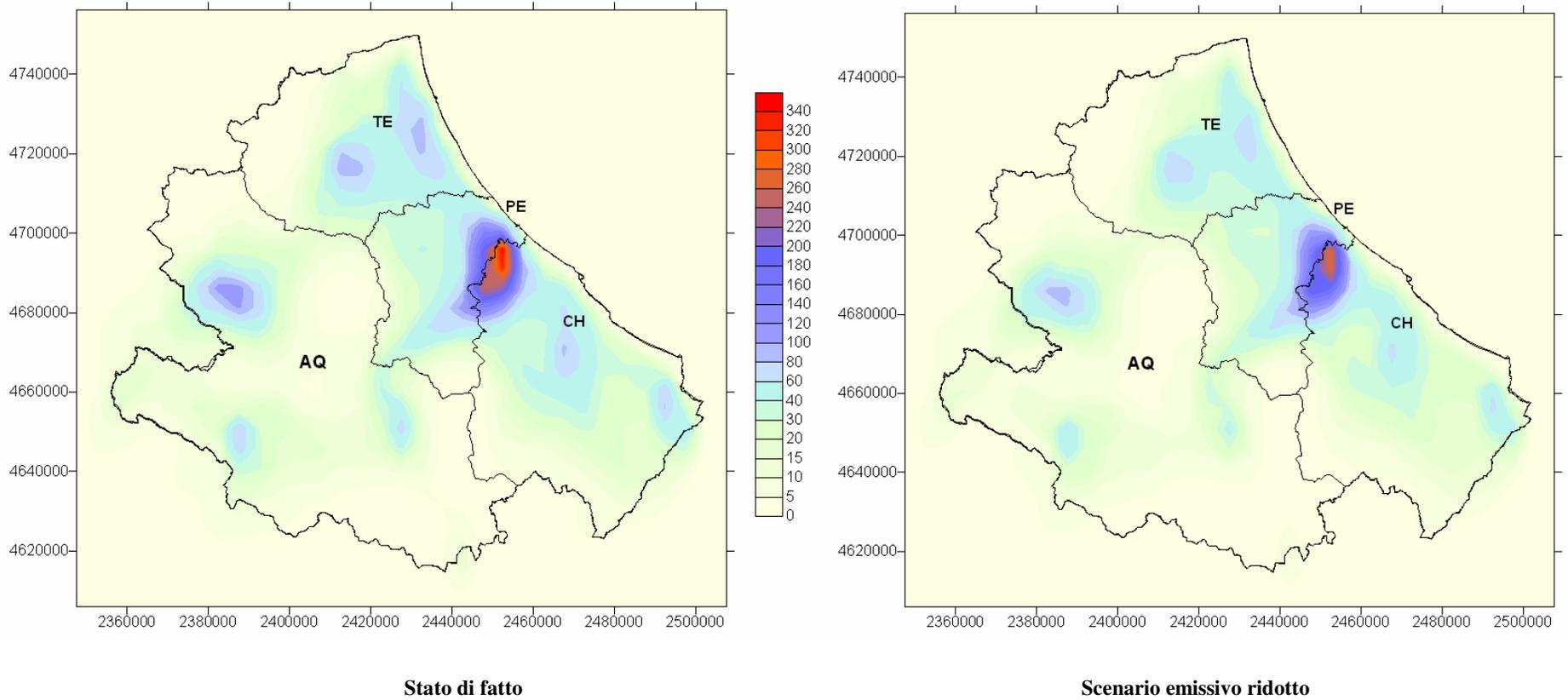
Lo scenario emissivo è stato disegnato in base ad un'ipotesi di riduzione delle emissioni da traffico e sono state ricalcolate le emissioni degli inquinanti interessati.

L'intervento di riduzione delle emissioni considerato è :

- Modernizzazione del 50% del parco circolante

Si riportano dunque i risultati ottenuti mediante le simulazioni con il CALGRID per il monossido di carbonio, l'inquinante maggiormente coinvolto nello scenario di riduzione delle emissioni da traffico.

Nella Figura 60 sono mostrati i campi di concentrazione del CO alle ore 8 per lo stato di fatto e per lo scenario emissivo ridotto.



Stato di fatto

Scenario emissivo ridotto

Figura 60: Concentrazioni di CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Scenario meteorologico A ore 08)

Nella Figura 61 sono riportati gli andamenti temporali delle concentrazioni medie di monossido di carbonio ottenute con le simulazioni a mesoscala per lo stato di fatto e per lo scenario.

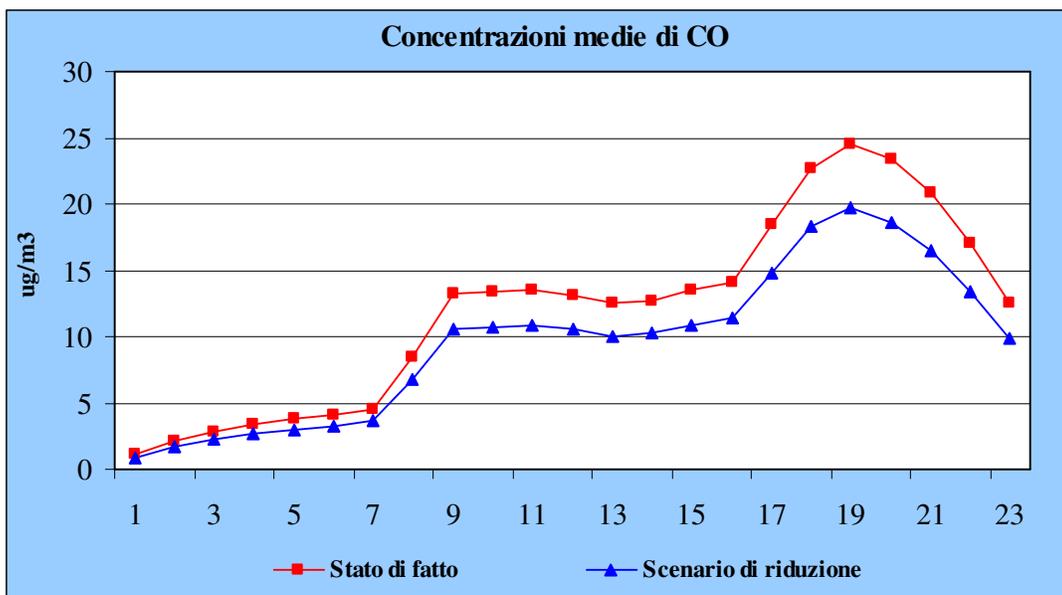


Figura 61: Confronto tra gli andamenti temporali delle concentrazioni medie di CO per lo stato di fatto e per lo scenario emissivo ridotto.

3.6.2 DISPERSIONE A SCALA LOCALE

Mediante l'applicazione del modello ISCLT, utilizzato per le simulazioni climatologiche a scala locale dello stato di fatto (A133-RTI-0801 FV TOMO III) sono state realizzate le simulazioni corrispondenti ad uno scenario emissivo ridotto.

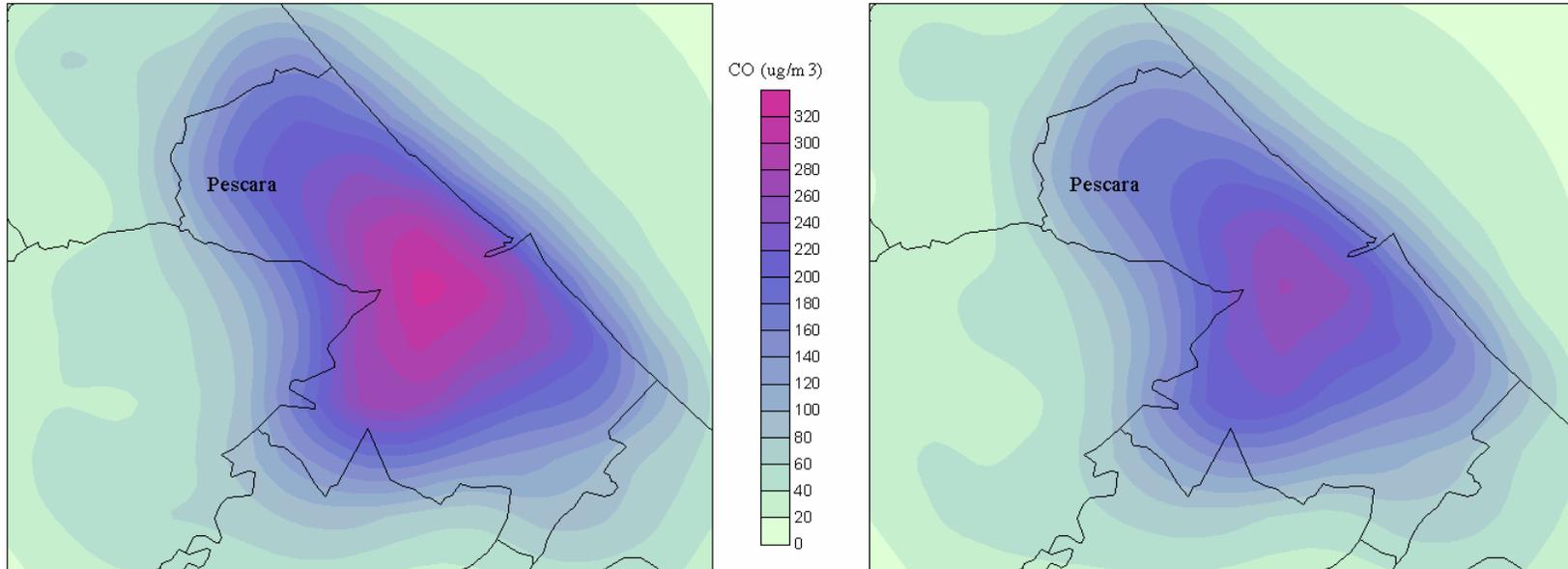
Le simulazioni di dispersione del monossido di carbonio sono state effettuate in una porzione dell'area di studio di Pescara relativa al settore prettamente urbano.

Gli scenario utilizzati sono:

- Scenario emissivo delle sorgenti areali (grigliato 14 x 12 con passo di 1 km);
- Grigliato recettori ai nodi del grigliato dell'inventario;
- Lo scenario meteorologico di tipo stagionale.

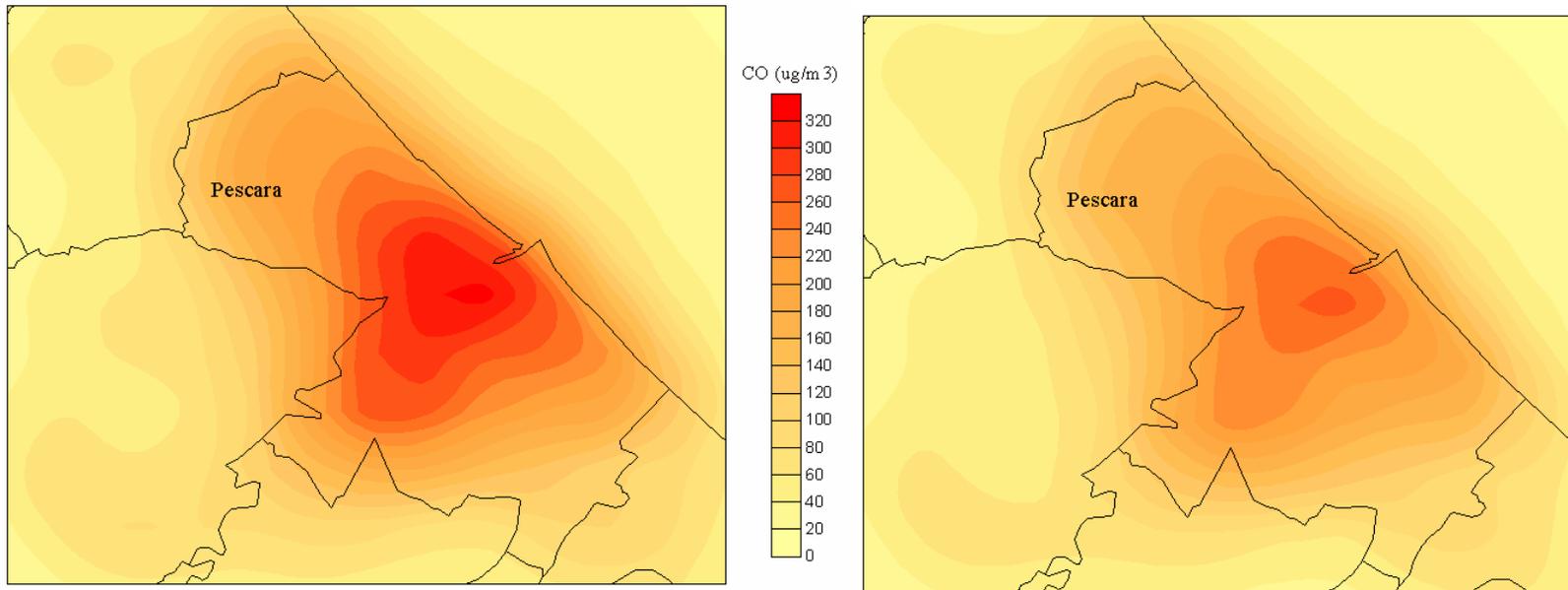
In analogia a quanto effettuato per le simulazioni di scenario a mesoscala, lo scenario emissivo è stato disegnato in base ad un'ipotesi di riduzione delle emissioni da traffico, ipotizzando dunque la modernizzazione del 50% del parco circolante.

Nelle figure seguenti vengono confrontati, a livello stagionale, gli andamenti della concentrazione del monossido di carbonio ottenuti mediante le simulazioni dello stato di fatto e dello scenario emissivo ridotto.



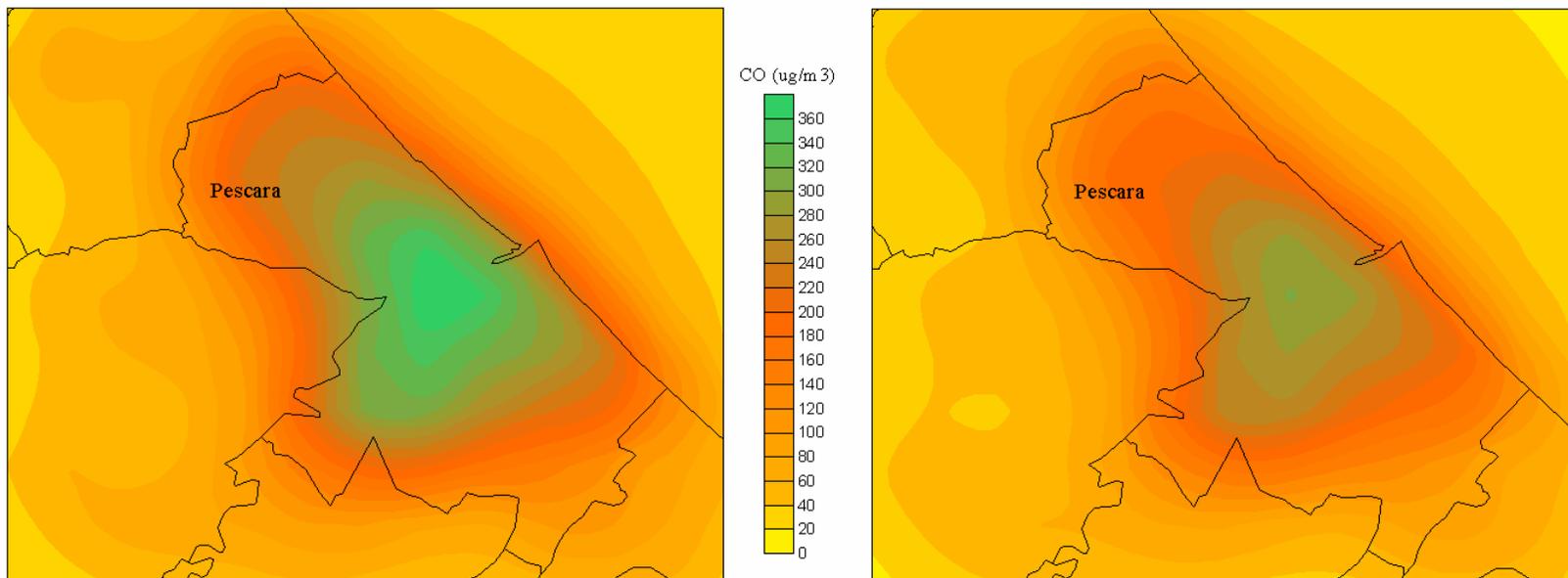
Stato di fatto Scenario emissivo ridotto

Figura 62: Concentrazioni di CO (µg/m³) (Scenario della stagione primaverile)



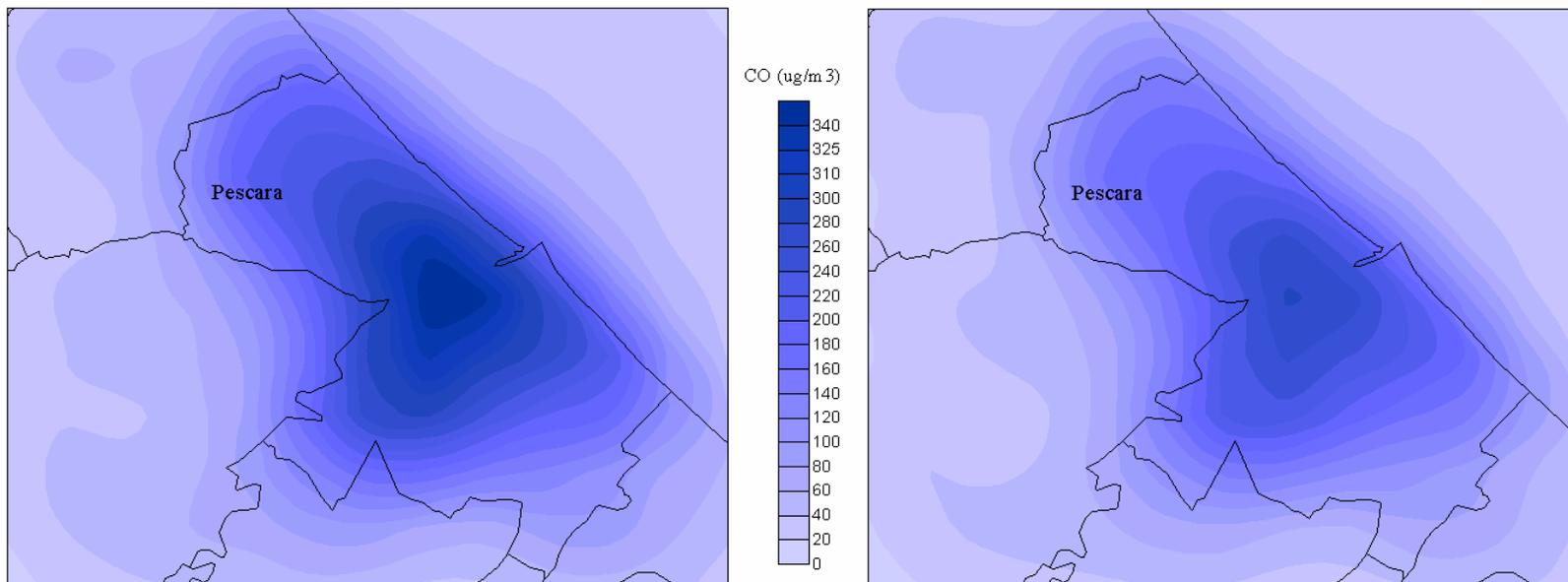
Stato di fatto Scenario emissivo ridotto

Figura 63: Concentrazioni di CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Scenario della stagione estiva)



Stato di fatto Scenario emissivo ridotto

Figura 64: Concentrazioni di CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Scenario della stagione autunnale)



Stato di fatto Scenario emissivo ridotto

Figura 65: Concentrazioni di CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Scenario della stagione invernale)

3.7 AMPLIAMENTO DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel Capitolo 2 del Volume 3 – Fase Valutativa, Tomo I viene fornita l'analisi dei dati di monitoraggio della qualità dell'aria acquisiti dalle reti presenti sul territorio regionale.

In questa sede si ritiene opportuno fare alcune considerazioni in merito alla copertura spaziale delle reti.

In Abruzzo sono presenti due reti di monitoraggio, precisamente:

1. la rete a scala comunale di Pescara gestita dall'ARTA (sei stazioni)
2. la rete a scala provinciale di Chieti gestita dall'Istituto Mario Negri Sud (tre stazioni)

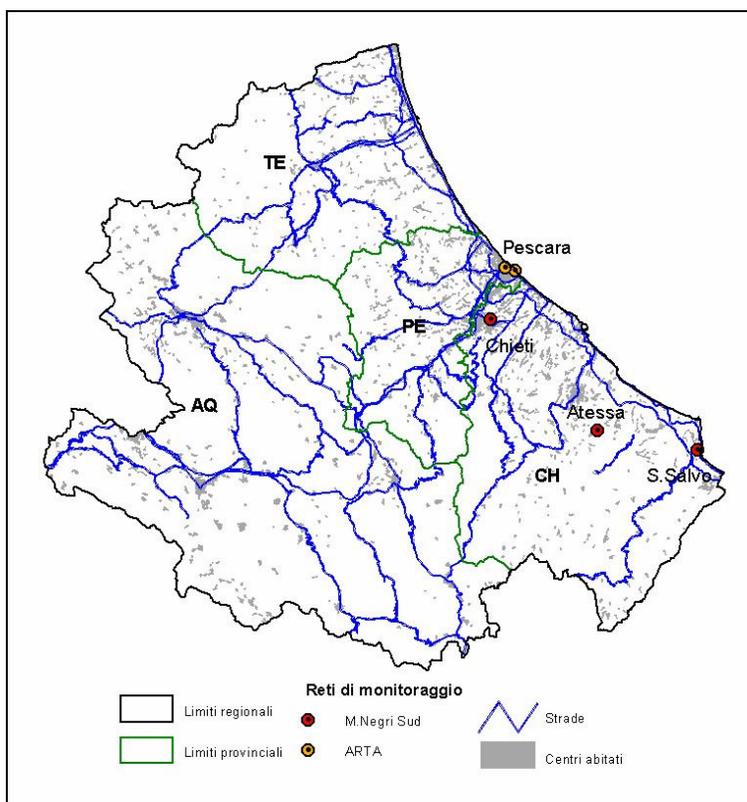


Figura 66: Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in Abruzzo.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	--	--------------------------------------

Come si evince dalla Figura 66 la copertura spaziale della rete complessiva è decisamente insufficiente considerato che:

- le Province di Teramo e L'Aquila sono totalmente scoperte
- la Provincia di Pescara ha una rete a scala comunale che copre il solo centro abitato del capoluogo;
- la Provincia di Chieti è corredata di sole tre stazioni collocate rispettivamente ad Atessa, Chieti e San Salvo;
- dagli studi realizzati per la redazione del presente Piano emergono alcune zone di criticità ambientale-aria (par. 2.2 - 2.5) localizzate nei capoluoghi, in alcuni consorzi industriali e lungo la fascia costiera non coperte da alcun sistema di monitoraggio in continuo.

Risulta pertanto indispensabile provvedere all'integrazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria tenendo conto delle specifiche criticità ambientali della Regione così come preindividuate nell'ambito del presente Piano, nonché delle più recenti prescrizioni fornite dalla nuova normativa di settore, ovvero :

- Decreto Legislativo 4/8/1999 n. 351
- Decreto Ministero dell'Ambiente 2/4/2002 n. 60

Si rende dunque necessario prevedere, come naturale prosecuzione del presente Piano, la progettazione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria ai sensi di quanto prescritto dal Decreto 351/99 e successivi decreti attuativi (si veda il par. 3.11): in continuità con i Piani di Risanamento e Tutela della Qualità dell'Aria previsti dal DPR 203/88 deve essere realizzata la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente al fine di individuare le zone e gli agglomerati interessati da situazioni di criticità relativamente ad uno o più inquinanti e stabilire in tal modo il regime di monitoraggio e la modalità di gestione della qualità dell'aria.

Inoltre la rete di monitoraggio dovrà essere realizzata con criteri innovativi, che tengano conto in primo luogo di criteri di ottimizzazione in fase di progettazione, nonché dello stato dell'arte in materia di strumentazione automatica di misura (soprattutto per quanto concerne gli inquinanti non tradizionali quali PM10, benzene, IPA) e di sistemi

informativi per il trattamento e la pubblicazione di dati ambientali. I piani di intervento dovranno essere perciò incentrati sui punti seguenti:

- progettazione completa ed integrata di una rete di monitoraggio regionale, caratterizzata da un sistema di rilevamento in tempo reale (centraline fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria e dei parametri meteorologici). La progettazione del sistema di monitoraggio dovrà essere condotta mediante metodologie scientifiche volte alla sua ottimizzazione (individuazione del numero minimo di postazioni in grado di fornire la massima informazione). Si sottolinea che l'ottimizzazione del numero di stazioni di monitoraggio implica una consistente riduzione dei costi, oltre che come ovvio in fase di installazione, soprattutto nelle attività di gestione e manutenzione della rete;
- realizzazione di un **Sistema di Supporto alle Decisioni**, strumento decisionale, che integrando strumenti di misura e di simulazione e dati territoriali di base, permetta la gestione ed il controllo delle sorgenti emmissive individuate nell'ambito territoriale considerato, anche mediante interventi in tempo reale, con particolare riferimento alle sorgenti emmissive industriali e autoveicolari (per una più dettagliata descrizione delle caratteristiche e funzionalità da prevedersi per la realizzazione del Sistema di Supporto alle Decisioni si rimanda al paragrafo 3.8).

Si evidenzia infine, come già sottolineato nella Fase Valutativa, che anche il sistema di rilevamento dei parametri meteorologici è da ritenersi assolutamente insufficiente e pertanto necessita di un considerevole potenziamento. Oltre ai risultati raggiungibili attraverso il potenziamento delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, tale obiettivo può essere parzialmente raggiunto in tempi brevi e con costi contenuti attraverso un intervento che preveda l'utilizzo di alcune delle stazioni costituenti la rete agrometeorologica dell'ARSSA. Relativamente a quest'ultima va evidenziato che gli anemometri sono posti ad un'altezza dal suolo di soli 3 metri per cui le misure della velocità e della direzione del vento risultano rappresentative soltanto dei campi anemologici alle scale minori e che pertanto deve prevedersi il riposizionamento degli anemometri ad un'altezza di dieci metri dal piano campagna.

3.8 SISTEMA INFORMATIVO DI SUPPORTO ALLE DECISIONI

La gestione e il controllo territoriale dell'inquinamento atmosferico implica l'utilizzo di sistemi di valutazione idonei all'analisi ed alla previsione degli episodi di inquinamento atmosferico. E' dunque auspicabile che l'Amministrazione Regionale si doti di un **sistema informativo intelligente di supporto alle decisioni** che consenta la gestione della risorsa atmosfera mediante il controllo di tutte le variabili in gioco e la possibilità di valutare l'efficacia degli scenari emissivi alternativi preventivamente alla loro adozione.

Il sistema di supporto alle decisioni permetterebbe di integrare un insieme di dati e strumenti consentendo all'Amministrazione di sviluppare visioni sintetiche dello stato della qualità dell'aria sull'intero territorio. Tramite la modellistica ad esso integrata, oltre alla valutazione dello stato di fatto e delle situazioni di criticità attuali, il sistema deve consentire inoltre di ipotizzare e simulare scenari emissivi alternativi e di valutarne l'impatto sulla qualità dell'aria.

Il sistema si propone dunque come uno strumento per l'estrazione di informazioni di sintesi che, opportunamente analizzate ed elaborate, possano essere utilizzate come guida alla pianificazione di interventi per la prevenzione, conservazione e risanamento rispetto agli obiettivi di qualità dell'aria e tutela dell'ambiente atmosferico in ambito comunale.

Il sistema dovrebbe costituire uno strumento software strategico per completezza ed efficacia.

Le variabili da controllare e gestire riguardano in ordine:

- dati meteorologici
- dati di qualità dell'aria
- inventari delle emissioni
- simulazione degli scenari di emissione
- simulazione degli scenari di dispersione a mesoscala
- simulazione degli scenari di dispersione a scala locale
- simulazione degli scenari di dispersione a microscala

Il sistema intelligente dovrebbe dunque comprendere ed integrare moduli di elaborazione dei dati rilevati dalle reti di monitoraggio della qualità dell'aria e dei parametri meteorologici e, inoltre, moduli per la simulazione delle emissioni e dell'impatto ambientale delle stesse.

Si possono dunque prevedere quattro componenti principali del sistema:

- **Sistema integrato di gestione** (interfaccia operatore);
- **Banca-dati alfanumerica e cartografica** (Sistema Informativo), che costituisca un esteso ed esaustivo archivio dell'informazione territoriale facilmente consultabile mediante potenzialità dei sistemi GIS (Geographic Information System);
- **Modelli di simulazione** mediante i quali effettuare previsioni sull'evoluzione dei fenomeni di inquinamento e/o simulare scenari alternativi delle emissioni degli inquinanti dell'aria;
- **Strumenti di analisi dei dati rilevati dalle reti di monitoraggio**

Le principali potenzialità del sistema dovrebbero essere:

- Gestione integrata dei dati territoriali e dei dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio disponibili per l'area di interesse, congiuntamente ai risultati dei modelli di simulazione, consentendo la visualizzazione grafica e cartografica sia dei dati grezzi che delle elaborazioni statistiche e modellistiche.
- Generazione di scenari relativamente ad episodi reali o a situazioni ipotetiche corrispondenti a variazioni del quadro emissivo e strutturale territoriale.
- Definizione delle strategie di controllo delle emissioni attraverso l'individuazione del contributo emissivo delle differenti sorgenti mediante l'utilizzo di modelli di dispersione alle varie scale che correlano tra loro le caratteristiche delle emissioni e i valori delle concentrazioni in aria.

3.8.1 SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE

L'integrazione dei moduli deve essere assicurata dal cuore del sistema che gestisce le operazioni mediante le funzionalità GIS.

La scelta di uno strumento GIS per la realizzazione del sistema conferisce al prodotto un'elevata potenza ed efficacia, perché fornisce i dati su un supporto molto chiaro e

leggibile. La visualizzazione geografica dei dati infatti svolge un ruolo fondamentale per la facilità dell'interpretazione del dato stesso, costituendo una funzionalità cruciale per uno strumento di supporto alle decisioni.

Nel sistema il GIS deve rappresentare il motore di gestione dell'interfaccia tra l'utente ed i diversi moduli che compongono il sistema. L'integrazione delle diverse funzioni in un unico ambiente offre il vantaggio di poter scambiare più facilmente i dati senza impedire all'utente di utilizzare separatamente le diverse componenti od accedere ai dati in modo indipendente dall'ambiente integrato.

Il motore GIS deve comprendere tutte le opzioni dall'inserimento dei dati alfanumerici e cartografici (dati strutturali, territoriali, meteorologici, emissivi e di qualità dell'aria) all'analisi spaziale, alla gestione dei dati, alla modellazione ed alla visualizzazione degli stessi.

Le funzioni del sistema devono essere integrate all'interno dell'ambiente operativo GIS. Il sistema deve essere costituito da un'interfaccia a menu che agevola l'utente nell'esecuzione di tutte le operazioni di gestione dati, attivazione dei modelli di simulazione, visualizzazione dei dati della cartografia di base e dei dati prodotti dai modelli, composizione di tavole per la stampa e di mappe per il plottaggio. Le funzioni principali che devono essere messe a disposizione dall'interfaccia utente sono riassumibili come segue:

- Gestione banca dati;
- Gestione strumenti d'analisi (interrogazioni geografiche, elaborazioni);
- Gestione sistemi di monitoraggio;
- Gestione modelli;
- Gestione scenari (creazione, utilizzo ed eliminazione);

L'operatore dovrebbe inoltre avere la possibilità di eseguire elaborazioni dei dati contenuti nel Sistema Informativo mediante software applicativi commerciali (fogli elettronici, programmi di scrittura, programmi per analisi statistiche, ecc.) e di produrre report di tipo tabellare, grafico e cartografico, nonché software di diagnostica e inizializzazione della strumentazione.

3.8.2 BANCA DATI ALFANUMERICA E CARTOGRAFICA

Come base informativa per la rappresentazione cartografica del territorio e per la preparazione dell'input dei modelli di simulazione, la banca dati deve comporsi di archivi contenenti le seguenti tipologie di dati:

- Dati territoriali;
 - Limiti amministrativi;
 - Sorgenti lineari;
 - Sorgenti puntuali;
 - Sorgenti areali;
 - Recettori;
 - Sistemi di rilevamento;
 - Cartografia di base;
- Dati per il calcolo delle emissioni;
 - Attività CORINAIR, inquinanti, ecc.;
 - Caratterizzazione emissiva delle sorgenti;
- Dati meteorologici;
- Dati di qualità dell'aria;
- Dati ISTAT;

3.8.3 MODELLI DI SIMULAZIONE

Parte essenziale del sistema di supporto alle decisioni è una serie di modelli di simulazione che garantiscano la copertura di tutte le problematiche connesse con le emissioni di inquinanti dell'aria ed il loro impatto sul territorio (consumi energetici, stima delle emissioni e impatto atmosferico alle varie scale). In particolare andrebbero previsti i seguenti moduli:

- Software per la gestione dell'inventario regionale delle emissioni degli inquinanti aeriformi secondo la metodologia CORINAIR (il SIRE fornito dall'ESA nell'ambito del presente progetto consente la visualizzazione tabellare, grafica e cartografica dell'inventario; si rende auspicabile la futura implementazione di un sistema che fornisca le funzionalità di aggiornamento dell'inventario);

- Modello per la stima delle emissioni degli inquinanti aeriformi e dei consumi di combustibile a macroscale e per le singole arterie stradali secondo la metodologia CORINAIR;
- Modello fotochimico per la simulazione della dispersione atmosferica a scala regionale.
- Modello gaussiano per la simulazione della dispersione atmosferica a scala locale.
- Modello gaussiano per la simulazione della dispersione atmosferica a microscala;

I modelli dovrebbero essere interfacciati sia con la banca dati che tra loro. Requisito essenziale dei modelli, oltre alla fondatezza scientifica, è anche la disponibilità di un'interfaccia amichevole, la semplicità d'uso (per quanto consentito dalla complessità dei fenomeni simulati) e la possibilità di produrre report grafici e cartografici.

3.8.4 STRUMENTI DI ANALISI DEI DATI RILEVATI DALLE RETI DI MONITORAGGIO

Il sistema di supporto alle decisioni deve necessariamente comprendere i moduli software preposti all'elaborazione dei dati provenienti dai sistemi di rilevamento. In particolare si dovranno prevedere:

- Modulo di elaborazione dei dati meteorologici;
- Modulo di elaborazione dei dati di qualità dell'aria;

A ciascuno dei moduli è demandata la gestione dei dati anagrafici delle centraline, dei dati analitici misurati, delle grandezze calcolate e delle elaborazioni statistiche effettuate.

Inoltre il modulo per i dati meteorologici deve svolgere una duplice funzione:

- analisi dei dati misurati;
- costruzione dell'input meteorologico per i modelli di qualità dell'aria a scala locale e a microscala.

Il modulo di elaborazione dei dati di qualità dell'aria deve consentire all'utente di calcolare a partire dai parametri orari rilevati dalle reti di stazioni di qualità dell'aria (concentrazioni di inquinanti), grandezze derivate su base oraria o giornaliera che forniscano indicazioni preliminari circa la provenienza degli inquinanti rilevati. Relativamente a tali grandezze il software dovrebbe essere in grado di fornire una serie di elaborazioni (medie e andamenti giornalieri, distribuzioni di frequenza, distribuzioni percentili, rapporti di concentrazione, confronto con la normativa vigente, trend orari per tipologia di giorno ecc.).

3.9 FASE DI VERIFICA

Gli effetti degli interventi di risanamento attuati nell'ambito del Piano dovranno essere sottoposti a verifica periodica al fine di prevedere correzioni e/o integrazioni necessarie al conseguimento degli obiettivi di tutela dell'ambiente dall'inquinamento atmosferico. Gli strumenti previsti per la verifica dell'efficacia degli interventi possono essere classificati, secondo la loro natura, in metodi diretti e metodi statistici.

3.9.1 METODI DIRETTI

La verifica dell'efficacia degli interventi predisposti potrà condursi principalmente attraverso i seguenti strumenti di controllo:

- rete di monitoraggio della qualità dell'aria;
- banche dati;
- modelli di simulazione.

La rete di monitoraggio fornirà informazioni di tipo puntuale relativamente ai superamenti reali degli standard di qualità dell'aria.

La copertura spaziale totale, finalizzata alla verifica degli effetti del Piano sull'intero territorio regionale, può essere garantita mediante l'utilizzo di banche dati e di modelli di simulazione, che permettono di effettuare studi d'impatto alle varie scale di studio desiderate, e, possibilmente, ad un livello di dettaglio sempre crescente.

Schematicamente, l'applicazione dei modelli di simulazione, finalizzata al controllo del rispetto degli standard di concentrazione degli inquinanti, viene sinteticamente descritta nei punti seguenti.

1. Valutazione dell'evoluzione spaziale e temporale dell'universo emissivo regionale attraverso la realizzazione, e il periodico aggiornamento, dell'Inventario delle Emissioni. Tale valutazione può essere supportata dall'utilizzo di strumenti di simulazione in grado di stimare le emissioni legate al traffico, a livello regionale, e l'incertezza associata alla stima. Nella

redazione del presente Piano, infatti, sono stati applicati i modelli **Emi-Bacino** e **SEM**, utilizzati rispettivamente per la stima delle emissioni regionali del traffico e per la stima dell'incertezza delle emissioni.

2. Valutazione dell'inquinamento fotochimico e della dispersione a mesoscala delle sostanze inquinanti mediante l'applicazione di appositi modelli, quale ad esempio il modello **CALGRID** utilizzato per la redazione del presente Piano.
3. Studi a scala locale finalizzati alla stima dei livelli di concentrazione degli inquinanti all'interno di aree industriali ed urbane, mediante l'applicazione di modelli appropriati, quali ad esempio il modello **ISC3** qui utilizzato.
4. Stima delle concentrazioni a microscala degli inquinanti relativamente alle zone che presentano superamenti in corrispondenza di situazioni meteorologiche critiche di calma di vento, quale ad esempio il modello **MC²** utilizzato per la redazione del presente piano.
5. Studio dell'inquinamento da traffico relativamente ai centri urbani o ai quartieri per i quali siano stati registrati superamenti, mediante l'applicazione di modelli a microscala, quali ad esempio i modelli utilizzati in questa sede (**CITY-Emi - CITY-Air**), possibilmente supportati da modelli di assegnazione dei flussi .

3.9.2 METODI STATISTICI

Notevole importanza per la verifica dell'efficacia degli interventi riveste l'utilizzazione di indici statistici opportunamente definiti in modo tale da descrivere sinteticamente e con immediatezza interpretativa fenomeni a molte variabili e che interessano aree territoriali estese. Gli strumenti di questo tipo che qui si propongono sono:

- analisi della variazione degli indici di rischio precedentemente introdotti:
 - indici di esposizione della popolazione (PDEX, PDCX e PDEX_{STR});
 - indice di densità emissiva (YED);
 - indice di annerimento e indice di erosione (monumenti).
- individuazione qualitativa delle sorgenti responsabili in ambito urbano dei livelli di inquinamento registrati dalle reti di monitoraggio:
 - rapporto delle concentrazioni tra gli ossidi di azoto, [NO₂]/[NO_x];
 - rapporto delle concentrazioni di monossido di carbonio e ossidi di azoto, [CO]/[NO_x].

Per quanto riguarda il primo indicatore ($[\text{NO}_2]/[\text{NO}_x]$), schematicamente si ha che:

- valori positivi della skewness della distribuzione di frequenza dei rapporti indicano vicinanza delle sorgenti emmissive ed una notevole influenza del traffico;
- valori negativi della skewness indicano lontananza delle sorgenti emmissive per cui gran parte del monossido di azoto ha potuto trasformarsi in diossido;
- se la distribuzione è sufficientemente simmetrica e quindi la skewness approssimativamente nulla, la stazione è posta in una posizione intermedia e non è direttamente influenzata dalle emissioni del traffico.

Il secondo indicatore ($[\text{CO}]/[\text{NO}_x]$) consente invece di valutare quanto le concentrazioni siano influenzate dal traffico e quanto dal riscaldamento, in quanto, in prima approssimazione, il monossido di carbonio è emesso esclusivamente dal traffico veicolare, a differenza degli ossidi di azoto, provenienti da entrambe le tipologie di sorgenti. Pertanto in questo caso risulta particolarmente utile il confronto dei valori riscontrati nella stagione fredda e in quella calda, quando gli impianti di riscaldamento sono spenti.

Poiché gli indicatori e gli indici sono riferiti ad oggetti spaziali aventi un preciso riscontro sul territorio (punti/recettori, linee/archi stradali, poligoni/aree), la loro capacità di rappresentare la realtà in modo immediato è ulteriormente favorita dall'utilizzo di mappe tematiche che permettono di identificare con facile impatto visivo le zone nevralgiche dell'area nel suo complesso.

3.10 PREDISPOSIZIONE DI UN PIANO DI PUBBLICIZZAZIONE

La diffusione delle informazioni in materia ambientale deve, in primo luogo soddisfare un'esigenza di tutela della salute pubblica, e, in secondo luogo, svolgere un compito di educazione verso nuove forme di comportamento collettivo.

Tra le misure da intraprendere in fase attuativa deve perciò prevedersi un opportuno piano di pubblicizzazione del quale si tracciano le linee guida.

Il piano di pubblicizzazione dovrà essere articolato su diversi sistemi di comunicazione a seconda dei destinatari dell'informazione nonché su differenti livelli di sintesi come di seguito descritti.

Per quanto concerne l'informazione attinente ai livelli di inquinamento rilevati dalle reti di monitoraggio presenti sul territorio dovranno essere predisposti, laddove non ancora pubblicati, tre bollettini con diversa cadenza temporale.

- Un bollettino quotidiano che informi sullo stato di inquinamento presente e all'eventuale superamento dei livelli di attenzione e di allarme. Per maggior chiarezza di interpretazione anche da parte dei non addetti ai lavori, è auspicabile che il bollettino, oltre a riportare i valori rilevati, contenga anche una breve analisi della situazione. I destinatari del bollettino possono essere identificati nei soggetti seguenti:
 - ARPA,
 - gli Assessorati interessati,
 - Prefettura,
 - Testate giornalistiche locali,
 - Sede regionale RAI ed emittenti televisive locali.
- Un bollettino settimanale relativo all'andamento orario delle concentrazioni nel corso della settimana; si tratta di un documento rivolto essenzialmente agli addetti ai lavori al fine di valutare l'andamento evolutivo del fenomeno.
- Un bollettino sintetico a cadenza mensile in cui è riportata una panoramica degli andamenti nel corso del mese, eventualmente raffrontati con altri periodi (mese precedente, stesso mese negli anni precedenti, ecc.), l'effetto di eventuali provvedimenti adottati, i superamenti delle soglie, ecc.. Questo documento può

rivolgersi al pubblico in generale (ad esempio distribuito presso gli uffici pubblici, le edicole) al fine di familiarizzare lo stesso con il tema dell'inquinamento attraverso un appuntamento che, senza essere ossessivo, si ripresenta con cadenza fissa. Anche questo documento può essere utilmente inoltrato a giornali e TV locali.

Per quanto attiene agli aspetti di sensibilizzazione è opportuno seguire due canali:

- La predisposizione di un opuscolo di presentazione del Piano, del quale deve essere garantita la massima diffusione. Poiché l'attuazione operativa del Piano potrebbe implicare alcuni cambiamenti nei comportamenti dei cittadini è bene che il suddetto documento esponga con chiarezza gli obiettivi che ci si prefigge evidenziando che quelli che a prima vista possono apparire come dei sacrifici, in realtà non sono altro che delle abitudini da modificare in cambio della possibilità di usufruire della propria città e quindi di un miglioramento generale della qualità della vita.
- L'organizzazione di seminari nelle scuole, con obiettivi analoghi a quelli relativi all'opuscolo di cui al punto precedente. Rivolgendosi ad un pubblico composto da adolescenti è bene che il tono delle "lezioni" punti molto sull'innovazione tecnologica del progetto ed eviti pedanteria e paternalismo.

Per tutto quanto descritto in precedenza (ad eccezione dei seminari) è bene prevederne l'inserimento in apposite pagine web direttamente consultabili da chiunque disponga di un accesso ad Internet; in tal modo sarà possibile aggiornare tempestivamente le informazioni (in modalità semi-automatica) e comunicarle ai destinatari particolari delle stesse (giornali, tecnici addetti, ecc.). In una fase successiva dovrebbero anche essere previste delle funzionalità di aggiornamento automatico e di accesso on-line in sola lettura al sistema di informazione.

3.11 IL DECRETO LEGISLATIVO 351/99

Il recepimento della recente normativa comunitaria in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria (Direttiva 96/62) ha modificato i criteri di riferimento per la redazione dei piani di risanamento e tutela della qualità dell'aria. In particolare il Decreto Legislativo 4/08/99 n° 351 che recepisce la direttiva quadro prevede la *valutazione preliminare* della qualità dell'aria ambiente e l'individuazione di *zone*, l'elaborazione di *piani e programmi* per il raggiungimento dei *valori limite* nelle zone e negli *agglomerati* ed infine le direttive sulla cui base le regioni adottano un *piano di mantenimento* della qualità dell'aria nelle zone. Le direttive tecniche e i criteri per l'elaborazione della valutazione preliminare, dei piani e dei programmi succitati saranno forniti da un decreto di natura prettamente tecnica, attualmente in fase di bozza, di cui si forniscono nel seguito le linee di indirizzo.

L'aggiornamento del Piano alla luce della nuova normativa si rende indispensabile non solo per i vincoli strettamente normativi ma per fornire al decisore un quadro aggiornato dello scenario emissivo regionale e, non ultimo, per supportare la realizzazione, mediante strumenti di misura e strumenti modellistici, di un sistema integrato per il monitoraggio della qualità dell'aria, la simulazione e il supporto alle decisioni in materia di strategie di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria ambiente.

Nei paragrafi seguenti si fornisce un quadro di sintesi dei principali atti normativi derivanti dalla Direttiva 96/62 e delle implicazioni relative agli aspetti di interesse del presente Piano

3.11.1 D.LGS. 4 AGOSTO 1999, N° 351 – ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 96/62/CE IN MATERIA DI VALUTAZIONE E DI GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE

Il decreto legislativo 351/99, che prevede tra l'altro la emanazione di diversi altri decreti che sono ai più vari stadi dell'iter legislativo, attua la direttiva comunitaria 96/62/CE in materia di qualità dell'aria ambiente.

Le finalità essenziali del Decreto sono riassumibili in quattro punti fondamentali riportati all'articolo 1 dello stesso:

- Stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria con riguardo agli effetti sulla salute umana e sull'ambiente;
- Valutare la qualità dell'aria in base a criteri e metodi comuni;
- Disporre e rendere pubbliche adeguate informazioni sulla qualità dell'aria, con particolare riferimento al superamento delle soglie d'allarme;
- A seconda del livello iniziale, mantenere o migliorare la qualità dell'aria.

Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui sopra, gli articoli successivi fissano i termini di emanazione di ulteriori decreti necessari a definire i criteri da adottare per la attuazione di alcune azioni strategiche in tal senso.

Il primo e forse più importante di tali decreti è previsto all'articolo 4: la sua emanazione ha come finalità la definizione di una quantità di parametri e criteri di valutazione per un certo numero di inquinanti dell'aria, riportati in fondo al testo di legge all'allegato I; in riferimento a tale elenco di inquinanti deve riportare:

- I valori limite e le soglie di allarme per gli inquinanti di cui al succitato allegato I, nonché per altri inquinanti individuati secondo criteri elencati in un ulteriore allegato;
- Il margine di tolleranza per ciascun inquinante e le modalità ed i tempi di riduzione dello stesso;
- Il termine entro cui raggiungere il valore limite;
- Il valore obiettivo per l'ozono ed i relativi canoni di monitoraggio e valutazione;
- I criteri per la raccolta dei dati di qualità dell'aria, comprensivi di numero minimo ed ubicazione dei punti di campionamento e di metodiche di riferimento per la misura e l'analisi degli inquinanti;
- I criteri relativi ad altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria, con specifico riferimento alla modellizzazione;
- Le soglie di valutazione superiore ed inferiore;
- Le modalità per l'informazione da fornire al pubblico ed il formato per la comunicazione dei dati misurati alle autorità competenti.

Come si può facilmente intuire, il testo di legge è di levatura nettamente superiore ai precedenti ed estremamente chiaro, specifico e dettagliato.

In merito al primo decreto ministeriale previsto dal D.Lgs. 04.08.99, va sottolineato che è stato effettivamente già emanato e pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 13 aprile 2002. Relativamente alla descrizione sommaria ed al commento del testo di tale decreto si rimanda allo specifico § 3.11.2, tuttavia si fa notare sin d'ora che lo stesso non considera

tutti gli inquinanti elencati all'allegato I: di quelli indicati come prioritari, mancano infatti ozono e particelle sospese totali, mentre considera fra gli altri inquinanti benzene e monossido di carbonio, tralasciando peraltro idrocarburi policiclici aromatici, cadmio, arsenico, nichel e mercurio.

Il secondo decreto è previsto all'articolo 5, ed è finalizzato alla realizzazione della valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente al fine di individuare le zone nelle quali i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite, mediante l'effettuazione di misure rappresentative di tali livelli. Il decreto in questione è in corso di emanazione alla data di stesura del presente rapporto.

Al successivo articolo il D.Lgs. 04.08.99 stabilisce i criteri delle misurazioni, eventualmente combinate con tecniche modellistiche, da realizzare in zone ed agglomerati al fine di valutare l'aria ambiente e classificare gli stessi in base ai livelli di inquinanti rispetto a soglie e valori limite. Anche in questo caso è previsto un ulteriore decreto, che dovrebbe stabilire modalità e norme tecniche per l'approvazione dei dispositivi di misurazione.

Sulla scorta delle valutazioni della qualità dell'aria effettuate in base ai criteri fissati dai precedenti articoli 5 e 6 e dai conseguenti decreti in corso di emissione, sono quindi indicate tre fondamentali strategie di azione:

- Definizione di cosiddetti *piani d'azione*, contenenti le misure da adottare nel breve periodo al fine di ridurre il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, nelle zone ove tale rischio sia concreto;
- Adozione di *piani o programmi* per il raggiungimento dei valori limite nei termini previsti, da applicarsi in zone ove il livello di uno o più inquinanti superi il valore limite stesso;
- Adozione di *piani di mantenimento* della qualità dell'aria da impiegarsi in zone ove il livello degli inquinanti risulti essere inferiore ai valori limite.

Questi tre punti cardine, esplicitati agli articoli 7, 8 e 9 e che ancora una volta prevedono l'emanazione di un decreto ministeriale attualmente in corso di stesura e di prossima pubblicazione, delineano concrete strategie applicabili per affrontare le diverse situazioni possibili ed acquisendo una connotazione fortemente dinamica in tema di inquinamento atmosferico.

Concludendo la disamina del D.Lgs. 351/99, resta da aggiungere soltanto che vengono fissati anche i tempi e le modalità della trasmissione delle informazioni necessarie dalle regioni al Ministero dell'ambiente e della sanità (per tramite dell'ANPA), e successivamente da questi alla Commissione Europea.

Nei successivi aggiornamenti del Piano, si dovrà inoltre tener conto di quanto espresso dal Dlgs N. 351/99 in materia di “Informazione al pubblico” (articolo 11) e di “Trasmissione delle informazioni” (articolo 12), con particolare riguardo alle seguenti tematiche:

- chiarezza, comprensibilità ed accessibilità delle informazioni (articolo 11),
- tempi e modalità di trasmissione delle informazioni (articolo 12);
- organizzazione strutturale, nell'ambito dell'informazione, tra gli organismi di riferimento coinvolti, quali Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), Ministero dell'Ambiente e Commissione europea (articolo 12).

3.11.2 D.M. 2 APRILE 2002, N° 60 - RECEPIMENTO DELLA DIRETTIVA 1999/30/CE DEL CONSIGLIO DEL 22 APRILE 1999 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 E DELLA DIRETTIVA 2000/69/CE RELATIVA AI VALORI LIMITE DI QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE PER IL BENZENE ED IL MONOSSIDO DI CARBONIO

È il più recente e quindi aggiornato atto normativo emesso in Italia in materia di qualità dell'aria, pubblicato appena nell'aprile 2002. La sua emanazione discende direttamente dal precedentemente descritto articolo 4 del D.Lgs. 4 agosto 1999 n° 351, mentre il suo contenuto riflette fedelmente, sia pure con alcune piccole variazioni e aggiunte, quanto riportato nelle due direttive CE che il presente atto legislativo recepisce, ovvero la 1999/30 e la 2000/69.

Le finalità del decreto, riportate all'articolo 1 dello stesso, coincidono esattamente con quelle riportate nel presente documento al § 3.11.1, a proposito dell'articolo 4 del D.Lgs. 351/99; rispetto a tale elenco, che per brevità si evita di riportare nuovamente rimandando al sopra indicato paragrafo, manca solamente il punto relativo alla definizione del valore obiettivo per l'ozono e dei relativi canoni di monitoraggio e valutazione, della cui assenza si è già accennato in precedenza.

Premesso che l'intero testo di legge si riferisce esclusivamente ai seguenti inquinanti, e non altri:

- Biossido di zolfo;
- Biossido di azoto;
- Ossidi di azoto;
- Materiale particolato fine;

- Piombo;
- Benzene;
- Monossido di carbonio,

si sottolinea che nel prosieguo della relativa descrizione e commento ci si riferirà genericamente agli inquinanti, sottintendendo implicitamente il riferimento solamente a quelli presenti nel suddetto elenco.

Si vuole ulteriormente evidenziare come dell'elenco sopra riportato non fanno parte né l'ozono né il particolato totale, presenti invece tra gli inquinanti prioritari elencati nell'allegato I del D.Lgs. 351/99; allo stesso modo di quelli che allo stesso allegato erano elencati tra gli altri inquinanti, sono presenti solo benzene e monossido di carbonio, mentre risultano esclusi dal D.M. 60/2002 gli idrocarburi policiclici aromatici ed i quattro metalli pesanti (cadmio, arsenico, nichel e mercurio).

Il D.M. 02.04.2002 n° 60 può considerarsi suddiviso in due parti, seguiti da un cospicuo numero di allegati: la prima parte stabilisce criteri comuni a tutti gli inquinanti presi in considerazione, mentre la seconda riporta criteri, valori e metodi relativi a ciascuno degli inquinanti preso singolarmente; il testo di entrambe fa costante riferimento ai vari allegati del decreto che costituiscono una quota considerevole dello stesso.

Nella prima parte per così dire generica, sono indicati:

- I criteri per determinare l'ubicazione dei punti di campionamento per le misurazioni in siti fissi; degli stessi sono distinti quelli relativi all'ubicazione su macroscala, con ulteriore diversificazione a seconda che la finalità sia la protezione della salute umana o dell'ambiente, e quelli relativi all'ubicazione su microscala;
- Il numero minimo dei punti di campionamento di cui sopra, che nel caso della protezione della salute umana è in dipendenza delle classi di popolazione degli agglomerati o delle zone;
- I criteri di verifica della classificazione delle zone e degli agglomerati in base al superamento o meno delle soglie di valutazione superiore ed inferiore, come previsto dall'articolo 6 del D.Lgs. 351/99;
- I tempi e le forme di trasmissione delle informazioni dalle regioni ai Ministeri dell'ambiente e della salute, per tramite dell'ANPA, tra le quali sono inoltre annoverati gli obiettivi per la qualità dei dati.

La seconda parte della normativa è invece specifica e tratta singolarmente gli inquinanti, ad ognuno dei quali dedica un capo ed un allegato. Pur tuttavia vi sono una serie di parametri che si ripetono per ciascun inquinante, tanto che vi sono anche alcuni

allegati comuni a tutti gli inquinanti che riportano tabelle riassuntive dei singoli valori che vengono indicati.

Si ritiene perciò opportuno e significativo riassumere da una parte i parametri che, sia pure separatamente per ognuno di essi, sono comunque riportati ed indicati per tutti gli inquinanti dell'aria considerati dal decreto, e dall'altra ulteriori parametri o criteri che vengono invece indicati solo nel caso specifico di alcuni inquinanti. Del primo gruppo fanno parte i seguenti parametri:

- Valore limite;
- Margini di tolleranza;
- Modalità e termini temporali per il raggiungimento del valore limite;
- Metodo analitico di riferimento;
- Soglie di valutazione superiore ed inferiore;
- Modalità e frequenza di informazione al pubblico.

Per quanto attiene invece il secondo gruppo di parametri ed indicazioni, riportati solo per alcuni degli inquinanti, risultano essere presenti i seguenti:

- Soglia di allarme, solo per SO₂ ed NO₂;
- Misurazione delle medie su dieci minuti, limitatamente ad alcuni siti fissi, solo per SO₂;
- Regime delle deroghe per i piani e programmi previsti dall'articolo 8 del D.Lgs. 351/99 relativamente al superamento dei valori limite, per SO₂ e PM₁₀;
- Trasmissione ai Ministeri dell'ambiente e della salute di informazioni specifiche per SO₂, PM₁₀ e PM_{2,5};
- Regime di proroga relativo al valore limite del solo benzene, limitatamente a talune zone e a determinate condizioni ambientali e socio economiche.

Già da questa riassuntiva e breve descrizione del testo del D.M. 2 aprile 2002 n° 60, si evidenzia una notevole completezza dello stesso, quanto meno nell'ambito degli inquinanti presi in considerazione dal decreto.

Si rimarca ad esempio il grande spazio che in tale atto normativo è dato alla standardizzazione del formato per la comunicazione delle informazioni relative alle stazioni di misura e ai dati da esse raccolte, a proposito delle quali infatti l'allegato XII riporta ben 19 moduli e 5 tabelle.

	Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Abruzzo	Nr. Doc.A02R-RTF-0802 Revisione 0
---	---	--------------------------------------

3.11.3 IL DECRETO “PIANI E PROGRAMMI”

Il Decreto “Piani e Programmi” è la bozza del decreto che fornirà le direttive tecniche previste dal D.L. 351/99 per l’elaborazione di piani e programmi per il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell’aria.