



Piano di Risanamento e Mantenimento della Qualità dell'Aria Ambiente

Inventario delle emissioni in atmosfera

ALLEGATO 1 dell'Allegato A alla D.A.C.R.
(Piano Risanamento e Mantenimento Qualità dell'Aria
Ambiente)



REGIONE MARCHE
Giunta Regionale
Servizio Ambiente e Paesaggio

*Piano di Risanamento e Mantenimento della
Qualità dell'Aria Ambiente- Inventario
Emissioni in Atmosfera - **ALLEGATO 1***



Sommario

Introduzione	9
L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera	10
Definizione degli "Inquinanti"	11
Qualità dei dati e definizione dell'incertezza della stima	13
Fasi operative	14
Approccio metodologico	16
La tipologia delle fonti di emissione	16
Stima delle emissioni.....	17
Disaggregazione spaziale: definizione delle variabili proxy	17
MACROSETTORE 1 Combustione - Energia e industria di trasformazione	19
MACROSETTORE 02 Combustione non industriale	22
MACROSETTORE 03: Combustione nell'industria	41
MACROSETTORE 04: Processi Produttivi	51
MACROSETTORE 05 Estrazione e Distribuzione di combustibili fossili e geotermia	54
MACROSETTORE 06: Uso di solventi	64
MACROSETTORE 07: Trasporto su strada	67
MACROSETTORE 08: Altre sorgenti mobili e macchinari	72
MACROSETTORE 09: Trattamento e smaltimento dei rifiuti	77
MACROSETTORE 10: Agricoltura	91
MACROSETTORE 11: Altre sorgenti e assorbimenti	103
EMISSIONI TOTALI SOMMA DEI MACROSETTORI	109
Suggerimenti per la diffusione dei risultati.....	129
Confronto con i dati APAT 2005	131
MACROSETTORE 01	131
MACROSETTORE 02	132
MACROSETTORE 03	134
MACROSETTORE 04	136
MACROSETTORE 05	137
MACROSETTORE 06	141
MACROSETTORE 07	141
MACROSETTORE 08	143
MACROSETTORE 09	144
MACROSETTORE 10	145
MACROSETTORE 11	146
Acquisizione dei dati	147
MACROSETTORE 1	147
MACROSETTORE 2	147
MACROSETTORE 3	147
MACROSETTORE 4	148
MACROSETTORE 5	148
MACROSETTORE 6	148
MACROSETTORE 7	149
MACROSETTORE 8	149



MACROSETTORE 9.....	149
MACROSETTORE 10.....	150
MACROSETTORE 11.....	150
TUTTI I MACROSETTORI.....	150
Peculiarità delle sorgenti lineari e areali.....	151
INTEGRAZIONE CON MODELLI AMBIENTALI	153
Emission Explorer.....	153
A.P.E.X.....	153
P.R.E.M.....	154
SETS.....	154
AIR SHIPS.....	155
AIR AIR.....	155
AIR FOREST.....	155
AirFire.....	156
INEMAR.....	156
FAAED (FAA Aircraft Emissions Database).....	157
AERMOD.....	157
CAMx.....	162
MODELLI DI VALUTAZIONE INTEGRATA DI IMPATTO E DI COSTI	164
Il sistema MINNI.....	165
Suggerimenti sui modelli di dispersione degli inquinanti e di valutazione delle ipotesi di risanamento.....	167
BIBLIOGRAFIA	168
Appendice A: Classificazione SNAP	
Appendice B: Elenco Enti interpellati	
Appendice C: Macrosettore 02: metodologia dettagliata con FABE	
Appendice D: Elenco Impianti produttivi considerati nel Macrosettore 04	
Appendice E: Modello COPERT applicato alla Regione Marche	
Appendice F: Disaggregazione delle emissioni a livello comunale	
Appendice G: Grafici delle percentuali di inquinante relative ai comuni ricadenti in zona A e B della D.A.C.R. 52/2007	
Appendice H: Mappe di concentrazione di emissioni relative ai comuni ricadenti in zona A e B della D.A.C.R. 52/2007	



Indice delle tabelle e delle figure

Tabella 1: Emissioni di inquinanti in tonnellate per il macrosettore 01.....	20
Figura 1: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, dovute al macrosettore 01, nella Regione Marche.	20
Figura 2: Contributo in percentuale delle emissioni inquinanti da parte delle due centrali.	20
Tabella 2: Emissioni di CH ₄ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	23
Tabella 3: Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	23
Tabella 4: Emissioni di CO ₂ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	23
Tabella 5: Emissioni di N ₂ O, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	23
Tabella 6: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	24
Tabella 7: Emissioni di NO _x , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	24
Tabella 8: Emissioni di PM ₁₀ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	24
Tabella 9: Emissioni di SO ₂ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	24
Tabella 10: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 02, suddivise per provincia.	25
Figura 3: Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.	25
Figura 4: Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.	26
Tabella 11: Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale, nella Regione Marche.	27
Figura 5: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 02, nella Regione Marche.	27
Tabella 12: Contributo percentuale dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale.	28
Figura 6: Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati ai diversi tipi di combustibili utilizzati nel macrosettore 02.....	28
Figura 7: Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 02.....	29
Tabella 13: Combustibili impiegati per coprire il fabbisogno energetico nel settore Civile, anno 2005.....	30
Tabella 14: Fattori di emissione, espressi in kg/GJ, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 02.	31
Tabella 15: Emissioni di CH ₄ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	31
Tabella 16: Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	32
Tabella 17: Emissioni di CO ₂ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	32
Tabella 18: Emissioni di N ₂ O, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	32
Tabella 19: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	33
Tabella 20: Emissioni di NO _x , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	33
Tabella 21: Emissioni di PM ₁₀ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	33
Tabella 22: Emissioni di SO ₂ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.	34
Tabella 23: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 02, suddivise per provincia.	34
Figura 8: Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.	35
Figura 9: Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.	36
Tabella 24: Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale, nella Regione Marche.	37
Figura 10: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 02, nella Regione Marche.	37
Tabella 25: Contributo percentuale dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale.	38
Figura 11: Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati ai diversi tipi di combustibili utilizzati nel macrosettore 02.....	38
Figura 12: Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 02.....	39
Tabella 27: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 03.....	41
Tabella 28: Fattori di emissione, espressi in kg/GJ, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 03.	42
Tabella 29: Emissioni di CH ₄ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	42
Tabella 30: Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	42
Tabella 31: Emissioni di CO ₂ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	43
Tabella 32: Emissioni di N ₂ O, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	43
Tabella 33: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	43
Tabella 34: Emissioni di NO _x , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	43
Tabella 35: Emissioni di PTS, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.....	44
Tabella 36: Emissioni di SO ₂ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	44
Tabella 37: Emissioni di NH ₃ , a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.	44
Tabella 38: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 03, suddivise per provincia.	44
Figura 13: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 03, nelle province marchigiane.....	45
Figura 14: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 03, nelle province marchigiane.....	46



Tabella 39: Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso industriale, nella Regione Marche.....	47
Figura 15: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 03, nella Regione Marche.....	47
Tabella 40: Contributo percentuale dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso industriale.....	48
Figura 16: Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati ai diversi tipi di combustibili utilizzati nel macrosettore 03.....	48
Figura 17: Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 03.....	49
Tabella 41: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 04, nella Regione Marche.....	52
Figura 18: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, dovuti ai processi produttivi, nella Regione Marche.....	52
Tabella 42: Emissioni di inquinanti, per il macrosettore 04, a livello provinciale.....	52
Figura 19: Principali distretti industriali nella Regione Marche.....	53
Tabella 43: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 05.....	55
Tabella 44: Fattori di emissione, espressi in g/t, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 05.....	56
Tabella 45: Emissioni inquinanti in atmosfera generate da ENI S.p.A. (SNAP: 050302).....	56
Tabella 46: Emissioni di CH ₄ , a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.....	56
Tabella 47: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05, escluse le emissioni fuggitive della Raffineria API.....	57
Tabella 48: Emissioni fuggitive derivanti da attività interne alla raffineria.....	57
Tabella 49: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.....	58
Tabella 50: Emissioni di Benzene, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.....	58
Tabella 51: Emissioni di Polveri, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.....	58
Tabella 52: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 05, suddivise per provincia.....	59
Figura 20: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 05, nelle province marchigiane (non compaiono inquinanti come PM, SO _x , NO _x , CO ₂ e CO perché attribuibili ad una sola provincia).....	59
Tabella 53: Contributo alle emissioni delle diverse attività, inerenti l'estrazione e la distribuzione di combustibili fossili, nella Regione Marche.....	60
Figura 21: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, dovuti al macrosettore 05, nella Regione Marche.....	60
Tabella 54: Contributo percentuale delle diverse attività alle emissioni prodotte dall'estrazione e distribuzione dei combustibili fossili.....	61
Figura 22: Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati alle diverse attività del macrosettore 05.....	61
Figura 23: Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 05.....	62
Tabella 55: Inquinanti emessi nel macrosettore 06, suddivisi per provincia.....	64
Figura 24: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 06, nelle province marchigiane.....	66
Tabella 56: Fattori di emissione, espressi in kg/Mg, utilizzati per la stima delle emissioni.....	67
Tabella 57: Consumo di carburanti nel macrosettore 07 per l'anno 2005 secondo il Ministero dello Sviluppo Economico.....	68
Tabella 58: Consumo di carburanti nel macrosettore 07 per l'anno 2005 secondo l'Agenzia delle Dogane.....	68
Tabella 59: Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 utilizzando i tre diversi approcci.....	68
Tabella 60: Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 ottenute dai dati di consumi di carburante forniti dal Ministero.....	69
Figura 25: Emissioni di inquinanti in tonnellate stimate dai consumi di carburante forniti dal Ministero.....	69
Tabella 61: Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 ottenute dai dati di consumi di carburante forniti dall'Agenzia delle Dogane, per ogni stazione di servizio del territorio regionale.....	70
Figura 26: Emissioni di inquinanti in tonnellate per il macrosettore 07 ottenute dai dati di vendita di carburante, forniti dall'Agenzia delle Dogane, per ogni stazione di servizio del territorio regionale.....	70
Tabella 62: Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 ottenute da COPERT.....	71
Tabella 63: Indicatori di attività utilizzati per il sub settore 080200 (Ferrovie).....	72
Tabella 64: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 08.....	73
Tabella 65: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 08.....	73
Tabella 66: Fattori di emissione, espressi in kg/GJ, utilizzati per la stima delle emissioni.....	73
Tabella 67: Emissioni dal settore Ferrovie (codice SNAP 080200) dovute alle locomotive diesel delle stazioni di smistamento e dei cantieri.....	74
Tabella 68: Emissioni da traffico marittimo nazionale (codice SNAP 080402).....	74
Tabella 69: Emissioni dal settore Pesca (codice SNAP 080403) nei porti marchigiani.....	74
Tabella 70: Emissioni da traffico aereo (codice SNAP: 080500) riferito all'aeroporto di Falconara.....	75
Tabella 71: Emissioni da macchinari nel settore agricoltura (codice SNAP: 080600).....	75
Tabella 72: Emissioni di inquinanti per il macrosettore 08 suddivise per subsettori.....	76
Figura 27: Contributo dei diversi subsettori del macrosettore 08 alle emissioni di inquinanti.....	76
Tabella 73: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 09.....	77
Tabella 74: Fattori di emissione utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 09.....	78
Tabella 75: Emissioni di CH ₄ , a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.....	78
Tabella 76: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.....	79
Tabella 77: Emissioni di CO, a livello provinciale, nel macrosettore 09.....	79



Tabella 78: Emissioni di NOx, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.....	79
Tabella 79: Emissioni di SO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.....	80
Tabella 80: Emissioni di CO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.....	80
Tabella 81: Emissioni di N2O, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.....	80
Tabella 82: Emissioni di NH3, a livello provinciale, nel macrosettore 09.....	81
Tabella 83: Emissioni di PM, a livello provinciale, nel macrosettore 09.....	81
Tabella 84 : Emissioni di IPA, a livello provinciale, nel macrosettore 09.....	81
Tabella 87: Emissioni di Metalli, a livello provinciale, nel macrosettore 09.....	83
Tabella 88: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 09, suddivise per provincia.....	83
Tabella 89: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 09, nelle province marchigiane (non sono presenti i grafici di quegli inquinanti, CO e PM, le quali emissioni sono totalmente imputabili ad un'unica provincia).....	84
Tabella 90: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 09, nelle province marchigiane (non sono presenti i grafici di quegli inquinanti, IPA, Metalli, CO e PM, le cui emissioni sono totalmente imputabili alla sola provincia Macerata).....	85
Tabella 91: Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte dallo smaltimento dei rifiuti, nella Regione Marche.....	86
Figura 28: Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 09, nella Regione Marche.....	87
Figura 29: Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati alle diverse attività inerenti lo smaltimento dei rifiuti.....	88
Figura 30: Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 09.....	89
Tabella 93 Confronto dati ISTAT tra gli anni 2000 e 2005.....	91
Tabella 94: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 10.....	92
Tabella 95: Fattori di emissione utilizzati per la stima delle emissioni nei subsettori 100100 e 100200.....	92
Tabella 96: Fattori di emissione, espressi in kg/capo, utilizzati per la stima delle emissioni nel subsetto 100400.....	92
Tabella 97: Fattori di emissione, espressi in kg/capo, utilizzati per la stima delle emissioni nel subsetto 100500.....	93
Tabella 98: Fattori di emissione, espressi in kg/capo, utilizzati per la stima delle emissioni nel subsetto 100900.....	93
Tabella 99: Fattori di emissione, espressi in kg/t, utilizzati per la stima delle emissioni nel subsetto 100300.....	93
Tabella 100: Emissioni di NH3, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno: 2000.....	94
Tabella 101: Emissioni di N2O, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno: 2000.....	94
Tabella 102: Emissioni di CH4, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno: 2000.....	95
Tabella 103: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno: 2000.....	96
Tabella 104: Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno: 2000.....	96
Tabella 105: Emissioni di NOx, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno: 2000.....	96
Tabella 106: Emissioni di PM10, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno: 2000.....	96
Tabella 107: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse, a livello regionale, nel macrosettore 10, suddivise per subsetto.....	97
Figura 31 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 10, nella Regione Marche.....	98
Figura 32: Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati alle diverse attività inerenti l'agricoltura.....	99
Figura 33: Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 10.....	100
Figura 34: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 10, nelle province marchigiane (le percentuali sono calcolate sui dati relativi all'anno 2000).....	101
Figura 35: Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 10, nelle province marchigiane (le percentuali sono calcolate sui dati relativi all'anno 2000).....	102
Tabella 111: Superfici forestali utilizzate come indicatori nel macrosettore 11; Fonte: Corpo forestale dello Stato.....	105
Tabella 112: Fattori di emissione, espressi in kg/ha, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore.....	105
Tabella 113: Emissioni, a livello regionale, provenienti dal macrosettore 11 con il metodo basato sui dati, a livello regionale, delle superfici boschive distinte per specie arborea.....	105
Figura 36: Ripartizione della superficie boschiva.....	106
Tabella 114: Emissioni di VOC, a livello provinciale, suddivise per specie arboree, nel macrosettore 11.....	106
Tabella 115: Confronto delle emissioni di COV stimate con i diversi metodi di calcolo.....	107
Tabella 117: Emissioni a livello provinciale, nel subsetto 110300.....	107
Tabella 119: Emissioni totali suddivise per inquinante e macrosettore.....	109
Tabella 120: Contributo dei vari macrosettori, espresso in percentuale, alla emissione dei diversi inquinanti in atmosfera.....	110
Figura 37: Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.....	112
Figura 38: Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.....	113
Figura 39: Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.....	115
Figura 40: Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.....	116
Tabella 121: Contributo emissivo delle diverse province alle emissioni totali provenienti da tutti i macrosettori.....	117
Figura 41: Grafico riepilogativo dei contributi provinciali alle emissioni totali.....	117
Tabella 122: Percentuale di ogni inquinante emesso in ogni provincia.....	118
Figura 42: Grafico riepilogativo dei contributi provinciali, espressi in percentuale, alle emissioni totali.....	118
Tabella 123 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 01 (S= dato stimato, M= dato misurato).....	131



Figura 43: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 01	131
Tabella 124 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 02.....	132
Figura 44: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 02	132
Tabella 125 Emissioni APAT per il Macrosettore 02 suddivise per tipo di combustibile.....	133
Tabella 126 Emissioni APAT per il Macrosettore 02 suddivise per provincia.	133
Tabella 127 Emissioni APAT per il Macrosettore 02 suddivise in percentuale per provincia.	133
Figura 45: Confronto a livello provinciale dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 02.....	134
Tabella 128 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 03.....	134
Figura 46: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 03	135
Tabella 129 Emissioni APAT per il Macrosettore 03 suddivise per provincia.	135
Tabella 130 Emissioni APAT per il Macrosettore 03 suddivise in percentuale per provincia.	135
Figura 47: Confronto a livello provinciale dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 03.....	136
Tabella 131 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 04.....	136
Figura 48: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 04.	137
Tabella 132 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 05.....	137
Figura 49: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 05.	138
Tabella 133 Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.	138
Tabella 134 Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.	139
Tabella 135 Segue emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.	139
Tabella 136 Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.	139
Tabella 137 Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.	140
Tabella 138 Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.	140
Tabella 139 Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia.	140
Tabella 140 Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise in percentuale per provincia.	140
Figura 50: Confronto a livello provinciale dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 05.....	141
Tabella 141 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 07.....	142
Figura 51: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 07.	142
Tabella 142 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 08.....	143
Figura 52: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 08.	143
Tabella 143 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 09.....	144
Figura 53: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 09.	144
Tabella 144 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 10.....	145
Figura 54: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 10.	145
Tabella 145 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 11.....	146
Figura 55: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 11.	146



Introduzione

L'inventario delle sorgenti emissive è un sistema informativo in grado di fornire il livello di tutte le emissioni totali annue dei principali inquinanti, introdotti nell'aria da attività antropiche e da sorgenti naturali. L'inventario si riferisce ad un'intera area quanto più possibile omogenea; a seconda dell'estensione di tale area (regione, provincia o comune) esso assume diverse risoluzioni spaziali. In accordo con la metodologia adottata a livello europeo, le emissioni vengono suddivise per i principali macrosettori di attività, con la finalità primaria di verificare il perseguimento degli obiettivi di abbattimento delle emissioni che ogni singola regione, provincia, comune individua nei diversi ambiti della propria politica ambientale.

L'inventario delle sorgenti emissive si pone come strumento conoscitivo di fondamentale importanza per la gestione della qualità dell'aria, in quanto permette di individuare i settori maggiormente sensibili su cui indirizzare le misure e gli interventi per la riduzione delle emissioni inquinanti che devono essere implementati per l'attuazione dei Piani di azione e dei piani o programmi per il miglioramento della qualità dell'aria.

In concreto, l'inventario è una raccolta coerente ed organizzata dei valori delle emissioni divise o, più propriamente, disaggregate per:

- attività (es. produzione di energia elettrica, trasporti, allevamenti);
- unità territoriale (es. regione, provincia, comune);
- periodo di tempo (es. anno, mese, giorno, ora)
- materie prime utilizzate (es. tipo di combustibile, tipo di solvente, ecc.);
- tipo di inquinante (es. NO_x, CO, ecc.);
- tipo di emissione (es. puntuali, diffuse, ecc.).

Come supporto per le decisioni, i principali obiettivi del sistema informativo sono:

- fornire una stima il più possibile dettagliata degli inquinanti emessi in atmosfera identificando tutte le possibili sorgenti;
- quantificare l'influenza di ogni settore (industria, riscaldamento civile, agricoltura, trasporti..) nelle emissioni totali;
- fornire linee guida per valutazioni settoriali in attuazione delle politiche di contenimento dei gas serra;
- realizzare una completa banca dati;
- consentire la valutazione, attraverso il supporto di modelli matematici di dispersione.



L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera

L'inventario regionale delle emissioni in atmosfera riguarda l'intera regione Marche e questa prima versione ha come intervallo temporale di riferimento l'anno 2005.

E' stato elaborato seguendo i principi della metodologia CORINAIR, messa a punto dalla European Environment Agency (EEA). Il progetto CORINAIR costituisce la parte relativa alla raccolta e all'organizzazione delle informazioni sulle emissioni nell'atmosfera, nell'ambito del progetto CORINE, che ha l'obiettivo di armonizzare la raccolta e l'organizzazione delle informazioni sullo stato dell'ambiente e delle risorse naturali dell'Unione Europea.

Le sorgenti inquinanti presenti nel territorio regionale sono distinte in puntuali (tipicamente grossi impianti industriali), lineari (principali direttrici stradali, autostrade) e diffuse (riscaldamento e traffico stradale in aree urbane, zone industriali, emissioni naturali).

I fattori di emissione di norma utilizzati per l'effettuazione delle stime sono quelli inseriti nel Manuale dei fattori di emissione nazionali - Gennaio 2002 redatto dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria.

Per identificare le diverse tipologie di sorgenti di emissione in modo univoco e confrontabile con gli inventari realizzati dalla altre regioni, sono state utilizzate la classificazione e la nomenclatura SNAP 97 (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution – anno 1997), definite nell'ambito del progetto CORINAIR.

La nomenclatura SNAP 97 attribuisce alle diverse sorgenti, responsabili delle emissioni in atmosfera di inquinanti significativi, un codice formato da tre coppie di cifre: le prime due cifre definiscono l'appartenenza ad uno di 11 macrosettori sotto definiti; le seconde due cifre definiscono l'appartenenza ad uno di 75 settori e le ultime due ad una di 430 attività.

La classificazione SNAP 97 è nata per realizzare inventari su scala nazionale, regionale e provinciale ed include tutte le attività considerate rilevanti per le emissioni atmosferiche, ma è comunque aggiornabile in quanto è sempre possibile inserire nuove voci che tengano conto di emissioni significative per attività specifiche di alcune zone.

Gli 11 macrosettori individuati dalla nomenclatura SNAP 97 sono i seguenti:

Macrosettore 1: Combustione - Energia e industria di trasformazione

Macrosettore 2: Combustione - Non industriale

Macrosettore 3: Combustione – Industria

Macrosettore 4: Processi Produttivi

Macrosettore 5: Estrazione, distribuzione combustibili fossili / geotermico

Macrosettore 6: Uso di solventi

Macrosettore 7: Trasporti Stradali

Macrosettore 8: Altre Sorgenti Mobili

Macrosettore 9: Trattamento e Smaltimento Rifiuti

Macrosettore 10: Agricoltura

Macrosettore 11: Altre sorgenti di Emissione ed Assorbimenti



L'Appendice A contiene l'elenco e la descrizione di tutti i codici utilizzati della nomenclatura SNAP.

Per la realizzazione del progetto sono state adottate le specifiche del D.M. 261/2002 e del documento RTI CTN_ ACE 3/2001 "linee guida agli inventari locali di emissione in atmosfera" che di seguito vengono riportate: In accordo con tali linee guida, l'inventario delle emissioni va considerato come uno strumento dinamico la cui evoluzione riguarda sia l'aggiornamento dell'informazione, sia il miglioramento dell'affidabilità e del grado di dettaglio dei dati. Sempre secondo tali indicazioni, l'inventario dovrà inoltre tenere conto delle possibili variazioni nell'applicazione della normativa in termini di algoritmi per il trattamento dell'informazione gestita, metodi di analisi dei dati e metodi di rappresentazione dell'informazione.

E' prevista la messa a punto di una serie di software applicativi dedicati che siano in grado di effettuare simulazioni modellistiche di emissione e dispersione degli inquinanti in atmosfera. Il sistema informativo "inventario" dovrà essere servito da un adeguato sistema informatico.

Nell'APQ Inquinamento Atmosferico del 30 luglio 2004 è stato previsto l'intervento 6 0000RM P "Datawarehouse ambientale – aria". In tale intervento è stato previsto che il sistema utilizzerà un server principale interno alla struttura regionale e un server dedicato in seno al Punto Focale Regionale (PFR). Nel DW2A saranno immagazzinati tutti i dati relativi alle emissioni in atmosfera, provenienti dalle reti di monitoraggio e dall'attività di monitoraggio effettuata con il laboratorio mobile e attraverso campagne specifiche di indagine, i dati autorizzativi (ex DPR 203/88 e D. Lgs. 59/2005) i dati meteorologici ed i relativi software di gestione. I dati dovranno essere opportunamente georeferenziati su base cartografica regionale.

Il server dedicato permetterà l'acquisizione, la validazione e l'elaborazione dei dati provenienti dalle strutture provinciali secondo quanto stabilito dalle Convenzioni stipulate tra Regione, ARPAM e Province il 23 dicembre 2004.

Il datawarehouse dovrà quindi essere in grado di interagire in modo automatico con i server delle province per l'aggiornamento in tempo reale dei dati relativi agli atti autorizzatori, con il server del PFR per l'aggiornamento dei dati relativi agli inquinanti in atmosfera, e con il server del Servizio Protezione Civile per permettere l'immagazzinamento e l'elaborazione organica dei dati meteorologici.

Definizione degli "Inquinanti"

L'inventario elaborato per la Regione Marche contiene, per tutte le attività considerate, le stime delle emissioni annuali relative ai seguenti inquinanti:



- Metano (CH₄),
- monossido di Carbonio (CO),
- anidride carbonica (CO₂),
- protossido di Azoto (N₂O),
- ammoniaca (NH₃),
- ossidi di Azoto (NO_x),
- anidride solforosa (SO₂).
- composti organici volatili (COV),
- composti organici volatili non metanici (COVNM),
- polveri (PM10)
- benzene
-

Per le polveri sottili (PM10), la stima delle emissioni deve considerarsi parziale in quanto le informazioni disponibili sono frammentarie.

L'inventario prevede la possibilità di implementare la lista indicata qualora la normativa, la pianificazione o la peculiarità territoriale preveda il monitoraggio di ulteriori tipi di inquinanti.

La quantità di inquinanti principali prodotti da ciascun macrosettore dipende dalle specifiche attività presenti nel territorio in esame. Sono possibili tuttavia alcune considerazioni di carattere generale:

- il monossido di carbonio (CO), i composti organici volatili (COV), gli ossidi di azoto (NO_x) e le polveri fini (PM₁₀) sono originati prevalentemente da sorgenti diffuse appartenenti al macrosettore "Trasporti stradali";
- le sorgenti classificate come lineari contribuiscono principalmente alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) e polveri fini (PM₁₀);
- gli ossidi di zolfo (SO_x) derivano quasi esclusivamente da grandi impianti di combustione che utilizzano combustibili liquidi;
- alle emissioni di composti organici volatili (COV) contribuiscono in maniera non trascurabile anche le attività comprese nel macrosettore "Uso solventi";
- le attività appartenenti al macrosettore "Combustione-Industria" contribuiscono alle emissioni totali di ossidi di azoto (NO_x) e di ossidi di zolfo (SO_x).



Inquinanti	Macrosettori SNAP 97										
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
CO	X	X	X	X			X	X	X		
COV	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NOx	X	X	X	X			X	X	X	X	
SOx	X	X	X	X			X	X	X		
CO2	X	X	X	X			X	X	X		X
CH4	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
NH3	X	X	X	X			X	X	X	X	
N2O	X	X	X	X						X	
PM10	X	X	X	X			X	X	X	X	
Metalli Pesanti	X		X	X				X			
Diossine	X			X							

Qualità dei dati e definizione dell'incertezza della stima

Incetezza è un termine statistico usato per rappresentare il grado di accuratezza e precisione dei dati. L'affidabilità delle informazioni fornite da un inventario di emissioni è fortemente condizionata dalla scelta dell'indicatore e dall'affidabilità delle informazioni disponibili per la valutazione dell'indicatore medesimo, nonché dalla rappresentatività dei relativi fattori di emissione.

Nella seguente tabella vengono riportate stime plausibili per l'incetezza nei differenti macrosettori:

Macrosettore	Incetezza
1	+/- 5%
2	+/- 5%
3	+/- 5%
4	+/- 20%
5	+/- 3%
6	NA
7	+/- 10%
8	+/- 10%
9	+/- 5%
10	+/- 10%
11	+/- 20%

Per assicurare un livello accettabile di qualità degli indicatori è stata posta particolare cura nella armonizzazione dei criteri di reperimento dati, sia in senso spaziale (utilizzo dei medesimi dati di riferimento per le diverse province della regione) che in senso temporale (uniformità dei dati rispetto all'anno di riferimento).



Fasi operative

Lo sviluppo del progetto di inventario regionale delle emissioni si è articolato nelle seguenti fasi.

Prima fase

- a. Conoscenza preliminare del territorio; caratterizzazione dell'area di interesse in termini di problemi esistenti o potenziali di inquinamento atmosferico e di distribuzione e tipologia delle sorgenti di emissione presenti sul territorio.
- b. Aggiornamento degli inventari e dei piani di tutela e risanamento dell'aria ai sensi del d. lgs. 351/1999 già realizzati nelle altre Regioni sulla base delle ricognizioni già effettuate nello studio dell'AERCA, al fine di comprendere e analizzare le metodologie e le problematiche più ricorrenti incontrate nello sviluppare progetti analoghi con relativo studio delle soluzioni adottate.
- c. Identificazione delle diverse tipologie di sorgenti emissive presenti nella Regione Marche
- d. Individuazione delle fonti dei dati necessari alla realizzazione dell'inventario specificando il grado di precisione o approssimazione dei dati, le modalità di reperimento, l'anno di riferimento rispetto al quale sono disponibili i dati.

La raccolta dei dati necessari per la compilazione dell'inventario rappresenta la fase più complessa ed onerosa, per la numerosità e varietà sia delle informazioni richieste che dei soggetti detentori delle informazioni. Il buon esito della ricerca dipende molto dalla disponibilità dei soggetti interpellati a fornire i dati necessari. Inoltre le informazioni, laddove disponibili, sono spesso riferite ad ambiti territoriali ben più ampi di quelli di interesse.

Un altro problema incontrato è stata la difficoltà di trovare informazioni complete riferite ad un medesimo anno, per consentire un confronto corretto tra i contributi emissivi dai vari settori.

Caratteri metodologici essenziali di questa fase sono: la concertazione istituzionale e la responsabilizzazione e il coinvolgimento degli attori locali.

Alcuni degli interlocutori coinvolti sono stati:



- Provincia e Comune di Ancona
- Autorità Portuale
- Aerdorica S.p.A.
- ANAS
- GRTN
- ENEL S.p.A.
- Società Autostrade
- SNAM – Rete Gas
- ISTAT
- SISTAR
- Ministero dello Sviluppo Economico
- APAT
- Camera del Commercio
- ACI
- Associazioni di categoria
- RFI e Trenitalia
- Enti di Ricerca (Università, ENEA, CNR)

Per maggiori informazioni, consultare l'Appendice B.

Seconda fase

Realizzazione dell'inventario delle emissioni in atmosfera come sistema informativo supportato da un opportuno software con approssimazione di primo livello, al fine di concretizzare un documento di base da cui attingere per definire piani d'azione contenenti le misure da attuare nel breve periodo, affinché sia ridotto il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme.



Approccio metodologico

La tipologia delle fonti di emissione

In generale, è possibile classificare le sorgenti emissive in diverse tipologie sulla base di più criteri:

- - la modalità di funzionamento;
- - la dislocazione spaziale sul territorio;
- - la loro forma per una trattazione a fini modellistici.

In base alle modalità di funzionamento, le sorgenti si possono distinguere in continue e discontinue. Rientrano nel primo gruppo, le fonti le cui emissioni sono caratterizzabili da una certa regolarità, continuità (es. grossi impianti come le centrali termoelettriche o inceneritori, ecc.) o periodicità (es. gli impianti di riscaldamento). Viceversa, appartengono al secondo gruppo le sorgenti che emettono in modo intermittente e senza alcuna periodicità. (impianti di verniciatura, fonderie di metalli, ecc.).

Per quanto concerne la dislocazione spaziale, le sorgenti si suddividono in sorgenti fisse o mobili a seconda che la loro posizione sia costante o variabile nel tempo.

Un'ulteriore classificazione delle sorgenti, che risulta essere quella più utilizzata nella pratica, comporta l'individuazione di opportuni valori di soglia, ossia valori delle emissioni in base ai quali differenziare tra fonti che devono essere considerate a se stanti, nel caso le emissioni superino la soglia stabilita, oppure possono essere raggruppate ad altre, simili per tipologia di inquinante e processo.

Sulla base di queste considerazioni le sorgenti vengono quindi considerate: sorgenti puntuali (tipicamente camini, torce o ciminiere da considerare singolarmente); sorgenti distribuite su una linea ovvero lineari (es. strade e altre infrastrutture di trasporto); sorgenti distribuite omogeneamente su di un'area ovvero areali (es. riscaldamento domestico, traffico urbano ecc.). Tramite la scelta dei valori di soglia è possibile modulare il dettaglio delle informazioni da raccogliere e viceversa definire i valori di soglia in base alle risorse disponibili ed alle finalità dell'inventario (inventario delle emissioni su scala nazionale o locale, uso di modelli matematici a valle dell'inventario, ecc.).

Di seguito vengono maggiormente dettagliate le tre tipologie spaziali di sorgenti.

Sorgenti puntuali

Vengono così definite le sorgenti costituite da singoli impianti che emettono quantità di inquinanti superiori a determinate soglie. Come già accennato, non è possibile dare indicazioni rigide, ma solamente indicazioni generali sul valore di tali soglie.

Sorgenti lineari

Questa particolare categoria viene introdotta quando è possibile approssimare una sorgente ad una linea rettilinea, curva o spezzata ed esprimere le emissioni in funzione della lunghezza di un tratto, come nel caso di strade, ferrovie, rotte navali o aeree. In particolare, nel caso dei trasporti, sono disponibili metodologie di calcolo abbastanza



complesse che, perciò, vengono generalmente implementate all'interno di specifici modelli matematici.

Sorgenti areali

Rientrano in questa categoria tutte le sorgenti che emettono in misura inferiore alle soglie stabilite per la definizione di sorgente puntuale e quelle sorgenti che, pur avendo caratteristiche tali da poter essere considerate puntuali o lineari, risultano non identificate come tali. Le emissioni da sorgenti areali vanno necessariamente stimate statisticamente sulla base del dato di attività riferito a tutta l'area considerata, e del fattore di emissione.

Stima delle emissioni

La stima delle emissioni viene effettuata in modo diversificato a seconda della tipologia delle sorgenti.

Per le sorgenti puntuali, è possibile riportare direttamente il dato di emissione, sulla base delle dichiarazioni delle singole aziende (cfr. ex DPR203/88) o delle misurazioni effettuate. Nel caso di mancanza di dati in riferimento ad uno specifico inquinante è possibile fare delle stime sulla base di un fattore di emissione opportuno.

Per le sorgenti lineari e areali le emissioni sono stimate su base territoriale utilizzando la formula

$$E / \text{anno} = A \times FE$$

dove:

E sono le emissioni (es. in kg di inquinante per anno);

A è un indicatore dell'attività le cui fonti di informazione possono essere i censimenti ISTAT, le Associazioni di categoria, vari enti pubblici e privati (es. kg di prodotto per anno, numero di addetti, MWh di energia elettrica prodotta ecc.);

FE è il fattore di emissione per unità di attività e per specifico inquinante (es. kg di inquinante per Mg di prodotto, kg di inquinante di energia elettrica prodotta ecc.).

In particolare, per le sorgenti lineari, si possono individuare le principali arterie di comunicazione ed applicare specifici metodi di calcolo per la stima delle emissioni. Ad esempio, lavorando su scala provinciale, è possibile far rientrare in questa categoria le emissioni attribuibili alle tratte autostradali ed alle principali vie di collegamento e considerare invece il traffico cittadino come emissioni diffuse. Nel caso di inventari urbani, invece, vengono generalmente considerate come areali le emissioni attribuibili al traffico presente nelle vie secondarie di scorrimento interquartiere.

La stima complessiva delle emissioni riferite ad una certa area è data dalla somma di tutte le categorie di emissioni presenti sul suo territorio.

Disaggregazione spaziale: definizione delle variabili proxy

La metodologia di disaggregazione spaziale permette di stimare una certa grandezza nota su base territoriale a scala più vasta ad un livello territoriale diverso, utilizzando delle variabili correlate dette "variabili proxy". Se si indica con V_p la grandezza nota su vasta



scala, con S il parametro che caratterizza il territorio sia a vasta scala che bassa S_p e S_k , il valore di V a livello territoriale più basso V_k è dato dalla:

$$V_k = \frac{S_k}{S_p} \cdot V_p$$

dove:

V_k è il valore della variabile nel comune k ;

V_p è il totale della variabile (provinciale o regionale);

S_k è il valore della variabile surrogata nel comune k ;

S_p è il totale della variabile surrogata (provinciale o regionale).

Questa metodologia applicata nella disaggregazione delle emissioni permette, quindi, di ripartire a livello comunale il dato di emissione annuale provinciale attribuendo ad esso la stessa distribuzione territoriale di un'altra grandezza nota e supposta ben correlata al parametro in questione. Buoni risultati si avranno se la variabile scelta come surrogato è ben correlata con la variabile che si intende distribuire a livello comunale.

Tipiche variabili surrogate da usare per la disaggregazione su reticolo sono le superfici delle diverse tipologie di uso del suolo. Un esempio è la cartografia vettoriale a scala nominale 1:250.000 CORINE Land cover che classifica tutto il territorio italiano in diversi tipi di uso del suolo. Un'altra fonte è la cartografia tematica regionale su supporto cartaceo o digitale (raster o vettoriale).

Nel caso delle sorgenti lineari, per ciascun arco di sorgente intersecante una maglia di reticolo si deve calcolare la frazione delle emissioni da attribuire alla maglia stessa. Dato che l'arco è l'unità elementare di sorgente lineare su cui si dispongono informazioni, in quanto si può considerare omogeneo, la frazione delle sue emissioni da attribuire alla maglia va necessariamente calcolata come rapporto fra la lunghezza dell'intersezione tra arco e maglia e lunghezza dell'arco stesso.

La somma dei contributi provenienti da tutti gli archi intersecanti la maglia in oggetto darà le emissioni totali della maglia prodotte da sorgenti lineari.

Le sorgenti puntuali sono invece caratterizzate in fase di censimento anche dalla posizione geografica e quindi non necessitano di alcuna disaggregazione in quanto ricadono univocamente in una singola maglia alla quale vanno interamente attribuite le emissioni.



MACROSETTORE 1 Combustione - Energia e industria di trasformazione

Il primo macrosettore riunisce le emissioni di caldaie, turbine a gas e motori stazionari e si focalizza sui processi di combustione necessari alla produzione di energia su ampia scala. Nel caso della Regione Marche, questo macrosettore è identificabile essenzialmente con le due centrali termoelettriche:

- la centrale termoelettrica Jesi Energia S.p.A., di proprietà del gruppo EDISON di Jesi (Ancona)
- l'impianto di gassificazione a ciclo combinato (IGCC) presente nel sito della raffineria Api

Tali sorgenti sono state considerate puntuali.

A queste si dovrebbe aggiungere la centrale termoelettrica dell'ENEL di Camerata Picena che però, attualmente, è in riserva fredda.

Quella di Jesi Energia è una centrale termoelettrica a ciclo combinato con cogenerazione della potenza elettrica complessiva di circa 125 MW in assetto operativo. Durante la campagna saccarifera, la centrale forniva vapore allo zuccherificio Sadam il quale restituiva parzialmente le condense. La centrale è alimentata a gas naturale e consente di produrre energia elettrica (produzione annua di circa 1000 GWh) e calore. L'energia elettrica prodotta, al netto degli autoconsumi è immessa nella rete nazionale.

La portata massima dell'impianto di emissione fumi è di circa 950.000 Nm³/h.

La centrale è entrata in esercizio nel 2001. Attualmente è in atto il progetto di riconversione dello stabilimento Sadam di Jesi che prevede la costruzione di un impianto per la produzione del biodiesel ed una centrale a biomasse (ad oli vegetali) di 18 MW, oltre ad un oleodotto di circa 13 chilometri che serve a collegamento con la centrale Api di Falconara.

I dati emissivi sono stati ottenuti dall'aggiornamento 2005 della Dichiarazione ambientale Emas dell'Organizzazione Edison Spa. Le emissioni di alcuni inquinanti (COVNM, Metalli, CH₄, N₂O), invece, sono state stimate con i consumi di gas naturale e gli opportuni fattori di emissione relativi al codice SNAP: 010104, Turbine a gas.

L'impianto integrato di gassificazione e cogenerazione a ciclo combinato, IGCC, con una produzione di energia elettrica annua di circa 2200 GWh, è di proprietà di API Energia S.p.A., è collocato all'interno della raffineria API di Falconara Marittima ed è operativo dal 2000. Alimentato da gas di sintesi, ha una capacità di oltre 260 MW e una produzione di energia elettrica annua di circa 2200 GWh.

L'impianto IGCC possiede tre camini per le emissioni in atmosfera relativi ai tre diversi impianti di cui è composto: HRSG (Heat Recovery Steam Generator), Auxiliary Boiler e Inceneritore (Post combustore 2). Per i dati, si rimanda a quanto dichiarato per il rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale del luglio 2006 (dati riferiti alla capacità produttiva) e al Rapporto Ambientale 2005 redatto da API (rapporto di sicurezza, relativo all'anno 2005, presentato in ottemperanza al Decreto Legislativo 17 agosto 1999, n. 334).



I dati raccolti ottenuti sono riportati nelle tabelle sottostanti suddivise, rispettivamente, per ragione sociale. Tutte le emissioni sono attribuibili alla sola provincia di Ancona.

IMPIANTO	Emissioni [Mg] Macrosettore 01									
	SOx	NOx	CO	COVNM	Metalli	Polveri	CO2	NH3	CH4	N2O
Jesi Energia Spa	n.p.	188,00	90,60	19,93	0,02	0,04	430.000,00	n.p.	48,64	23,92
IGCC	159	647	83	0,29	0,122	6	1.512.218,00	13	0,10	n.p.
TOTALE	159,00	835,00	173,60	20,22	0,14	6,04	1.942.218,00	13,00	48,74	23,92

Tabella 1: Emissioni di inquinanti in tonnellate per il macrosettore 01.

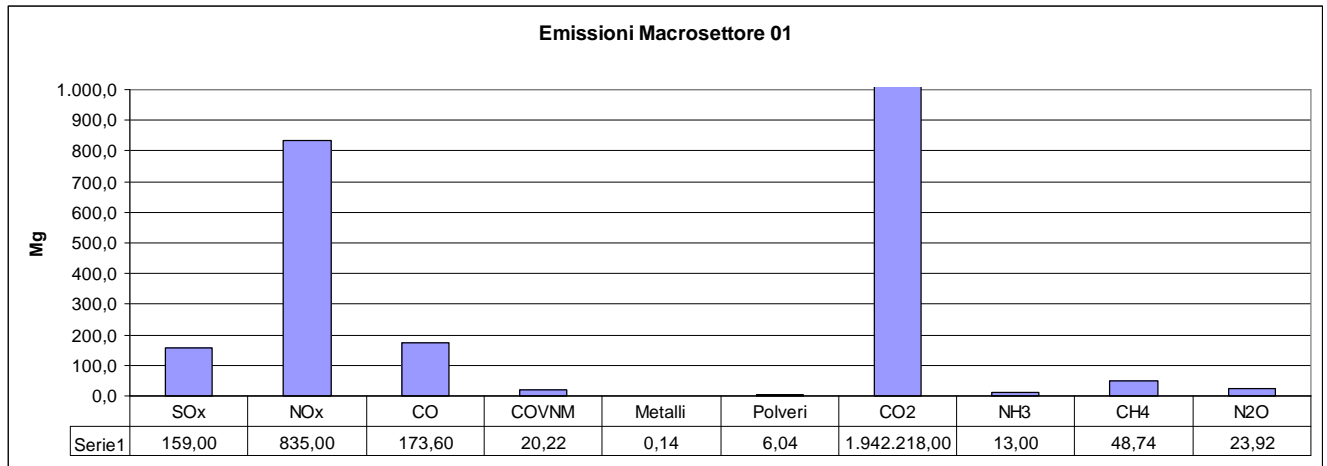


Figura 1 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, dovute al macrosettore 01, nella Regione Marche.

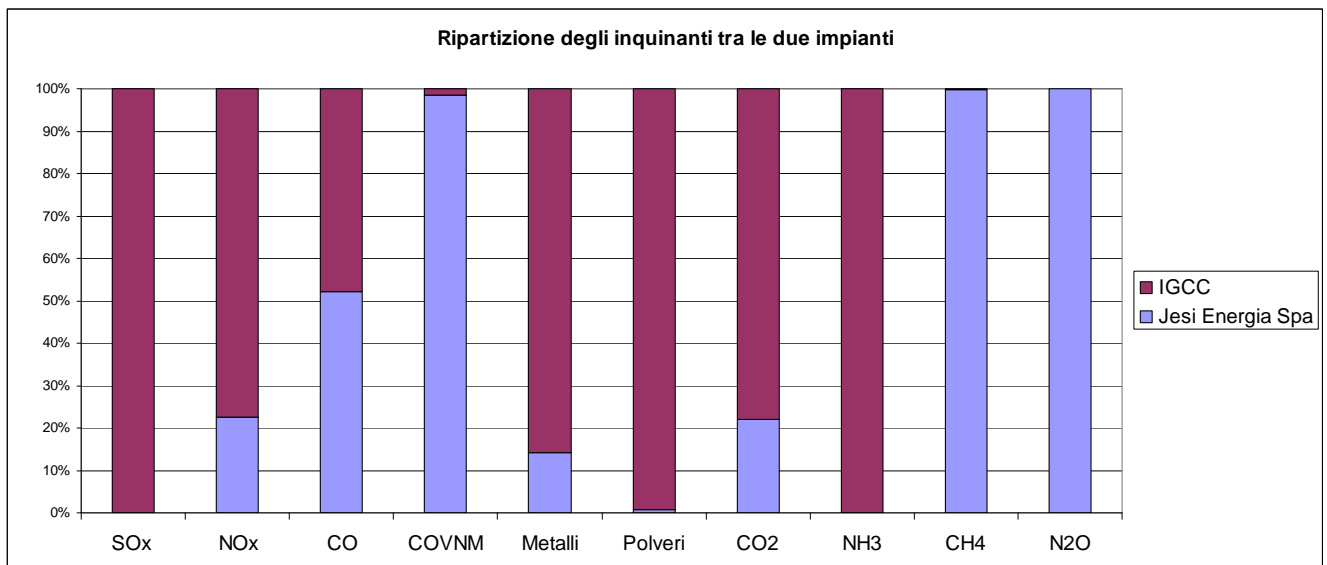


Figura 2 Contributo in percentuale delle emissioni inquinanti da parte delle due centrali.



REGIONE MARCHE
Giunta Regionale
Servizio Ambiente e Paesaggio

*Piano di Risanamento e Mantenimento della
Qualità dell'Aria Ambiente- Inventario
Emissioni in Atmosfera - **ALLEGATO 1***



MACROSETTORE 02 Combustione non industriale

Il secondo macrosettore comprende i processi di combustione analoghi a quelli del macrosettore precedente, ma non di tipo industriale. Vengono considerati, quindi, gli impianti commerciali ed istituzionali, quelli residenziali (riscaldamento e processi di combustione domestici quali camini, stufe, ecc.) e quelli agricoli stazionari (riscaldamento, turbine a gas, motori stazionari ed altro).

Le emissioni sono state stimate partendo dalla volumetria riscaldata, dai gradi giorno, dai giorni di riscaldamento e quindi dalla stagionalità e della durata giornaliera del riscaldamento attraverso dei coefficienti inseriti nel calcolo dell'energia consumata e quindi del fabbisogno energetico.

Per calcolare l'energia consumata, il fabbisogno energetico annuo stimato è stato diviso per il rendimento complessivo medio degli impianti, η secondo la formula

$$EC = FABE / \eta$$

Tale rendimento è espresso dalla formula (UNI 8066, 1980)

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_r$$

dove

η_c è il rendimento di combustione, esprimibile dal prodotto $\eta_c^* \cdot \eta_i$ essendo η_c^* il rendimento del generatore a regime in base alle normative vigenti, mentre η_i è il rendimento dovuto all'alternarsi di accensione e di spegnimento del generatore (0,9-0,95).

η_d è il rendimento della rete di distribuzione (per reti coibentate $\eta_d = 0,95$ per impianti non centralizzati $\eta_d = 1$)

η_r η_r = rendimento della termoregolazione (0,85-0,98)

Il fabbisogno energetico annuo è definito dalla relazione seguente:

$$FABE \quad [kJ] = C_g \times V \times (D + n \times g) \times \lambda \times 86,4 \quad [10^{-3} s]$$

dove

C_g è un coefficiente volumico globale (W/ m³°C),

V è la volumetria riscaldata (m³),

D sono gradi (°C),

n è un coefficiente di variazione rispetto ai 20 °C (°C),

g è il numero giorni di riscaldamento,



λ è un coefficiente di durata giornaliera del riscaldamento

La descrizione dettagliata della metodologia applicata è consultabile in Appendice C.

Le emissioni, così ottenute, sono mostrate nelle successive tabelle.

EMISSIONI CH4 [kg]	Gas naturale	Legna	Combustibili Liquidi	TOTALE [Mg]
ANCONA	18.775,89	157.949,63	2.957,46	179,68
ASCOLI PICENO	14.308,27	162.825,38	2.556,78	179,69
MACERATA	13.311,72	164.502,78	2.512,76	180,33
PESARO URBINO	17.725,31	216.569,20	3.598,61	237,89
TOTALE	64.121,19	701.846,98	11.625,60	777,59

Tabella 2: Emissioni di CH4, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI CO [kg]	Gas naturale	Legna	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
ANCONA	156.465,74	3.701.944,37	7.064,88	3.865,47
ASCOLI PICENO	119.235,55	3.816.219,85	6.107,73	3.941,56
MACERATA	110.930,98	3.855.533,80	6.002,55	3.972,47
PESARO URBINO	147.710,95	5.075.840,62	8.596,47	5.232,15
TOTALE	534.343,22	16.449.538,63	27.771,63	17.011,65

Tabella 3: Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI CO2 [kg]	Gas naturale	Legna	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
ANCONA	347.097.334,70	46.693.858,32	34.874.350,97	428.665,54
ASCOLI PICENO	264.507.374,40	48.135.252,98	30.149.572,60	342.792,20
MACERATA	246.084.855,40	48.631.133,02	29.630.416,56	324.346,40
PESARO URBINO	327.676.064,50	64.023.269,66	42.434.769,65	434.134,10
TOTALE	1.185.365.629,00	207.483.514,00	137.089.109,80	1.529.938,25

Tabella 4: Emissioni di CO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI N2O [kg]	Gas naturale	Legna	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
ANCONA	18.775,89	6.910,30	5.586,15	31,27
ASCOLI PICENO	14.308,27	7.123,61	4.829,33	26,26
MACERATA	13.311,72	7.197,00	4.746,18	25,25
PESARO URBINO	17.725,31	9.474,90	6.797,17	34,00
TOTALE	64.121,19	30.705,81	21.958,83	116,79

Tabella 5: Emissioni di N2O, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.



EMISSIONI COVNM [kg]	Gas naturale	Legna	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
ANCONA	31.293,15	296.155,55	2.793,16	330,24
ASCOLI PICENO	23.847,11	305.297,59	2.414,74	331,56
MACERATA	22.186,20	308.442,70	2.373,16	333,00
PESARO URBINO	29.542,19	406.067,25	3.398,68	439,01
TOTALE	106.868,64	1.315.963,09	10.979,74	1.433,81

Tabella 6: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI NOx [kg]	Gas naturale	Legna	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
ANCONA	312.931,48	39.487,41	24.645,49	377,06
ASCOLI PICENO	238.471,10	40.706,35	21.306,52	300,48
MACERATA	221.861,97	41.125,69	20.939,63	283,93
PESARO URBINO	295.421,90	54.142,30	29.988,39	379,55
TOTALE	1.068.686,44	175.461,75	96.880,02	1.341,03

Tabella 7: Emissioni di NOx, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI PM10 [kg]	Gas naturale	Legna	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
ANCONA	41.932,82	128.827,66	10.564,70	181,33
ASCOLI PICENO	31.955,13	132.804,45	9.133,39	173,89
MACERATA	29.729,50	134.172,58	8.976,12	172,88
PESARO URBINO	39.586,53	176.639,25	12.855,02	229,08
TOTALE	143.203,98	572.443,94	41.529,24	757,18

Tabella 8: Emissioni di PM10, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI SO2 [kg]	Gas naturale	Legna	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
ANCONA	0,00	6.416,70	59.395,63	65,81
ASCOLI PICENO	0,00	6.614,78	51.348,70	57,96
MACERATA	0,00	6.682,93	50.464,51	57,15
PESARO URBINO	0,00	8.798,12	72.272,02	81,07
TOTALE	0,00	28.512,53	233.480,86	261,99

Tabella 9: Emissioni di SO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.



EMISSIONI [Mg]	CH4	CO	CO2	N20	COVNM	NOx	PM10	SO2
ANCONA	179,68	3.865,47	428.665,54	31,27	330,24	377,06	181,33	65,81
ASCOLI PICENO	179,69	3.941,56	342.792,20	26,26	331,56	300,48	173,89	57,96
MACERATA	180,33	3.972,47	324.346,40	25,25	333,00	283,93	172,88	57,15
PESARO URBINO	237,89	5.232,15	434.134,10	34,00	439,01	379,55	229,08	81,07
TOTALE	777,59	17.011,65	1.529.938,25	116,79	1.433,81	1.341,03	757,18	261,99

Tabella 10: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 02, suddivise per provincia.

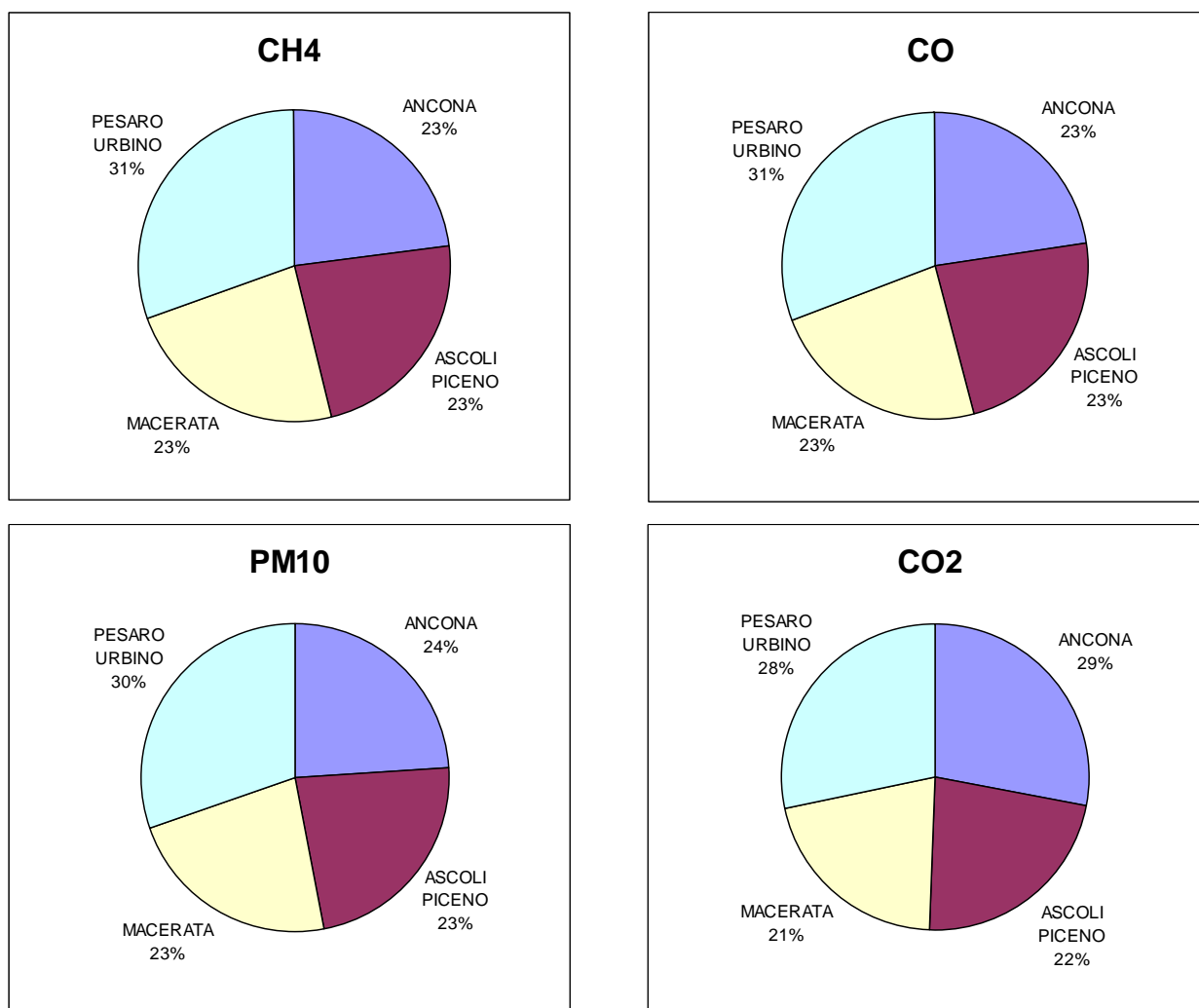


Figura 3 Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.

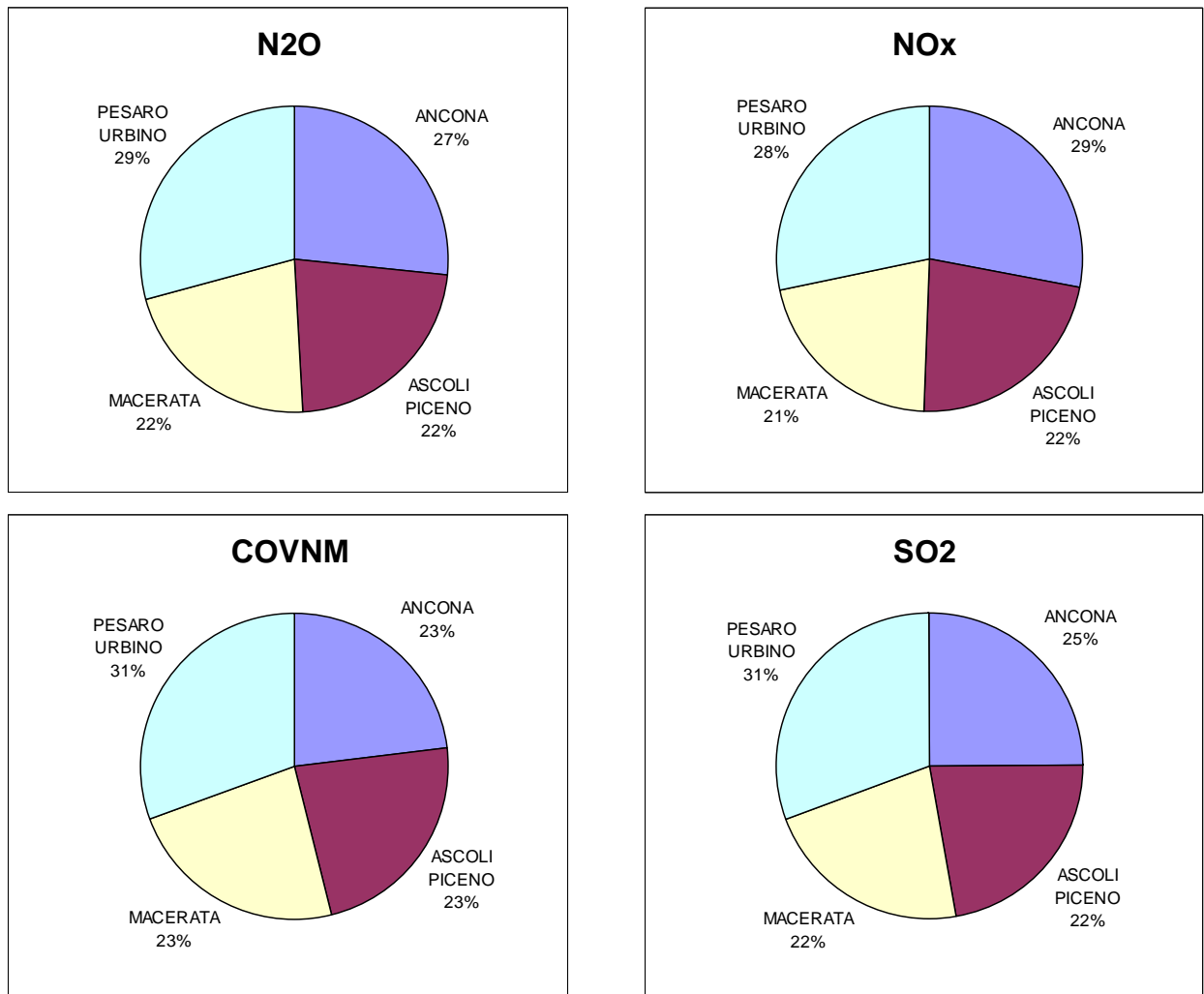


Figura 4 Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.

Di seguito, vengono forniti i prospetti riassuntivi che evidenziano il contributo, in percentuale ed in tonnellate, delle emissioni relativamente alle principali specie di inquinanti considerati e ai diversi tipi di combustibili utilizzati.



EMISSIONI [kg]	Gas naturale	Legna	Combustibili Liquidi	TOTALE [Mg]
CH4	64.121,19	701.846,98	11.625,60	777,59
CO	534.343,22	16.449.538,63	27.771,63	17.011,65
CO2	1.185.365.629,03	207.483.513,97	137.089.109,78	1.529.938,25
N2O	64.121,19	30.705,81	21.958,83	116,79
COVNM	106.868,64	1.315.963,09	10.979,74	1.433,81
NOx	1.068.686,44	175.461,75	96.880,02	1.341,03
PM10	143.203,98	572.443,94	41.529,24	757,18
SO2	0,00	28.512,53	233.480,86	261,99

Tabella 11 Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale, nella Regione Marche.

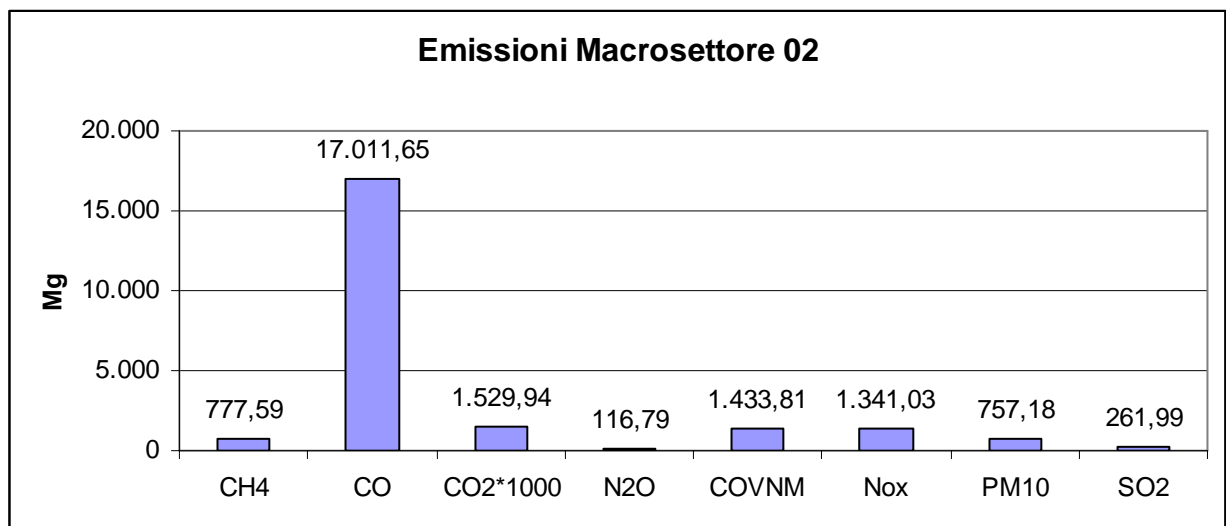


Figura 5 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 02, nella Regione Marche.



EMISSIONI (%)	Gas naturale	Legna	Combustibili Liquidi
CH4	8,25	90,26	1,50
CO	3,14	96,70	0,16
CO2	77,48	13,56	8,96
N2O	54,90	26,29	18,80
COVNM	7,45	91,78	0,77
NOx	79,69	13,08	7,22
PM10	18,91	75,60	5,48
SO2	0,00	10,88	89,12

Tabella 12: Contributo percentuale dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale.

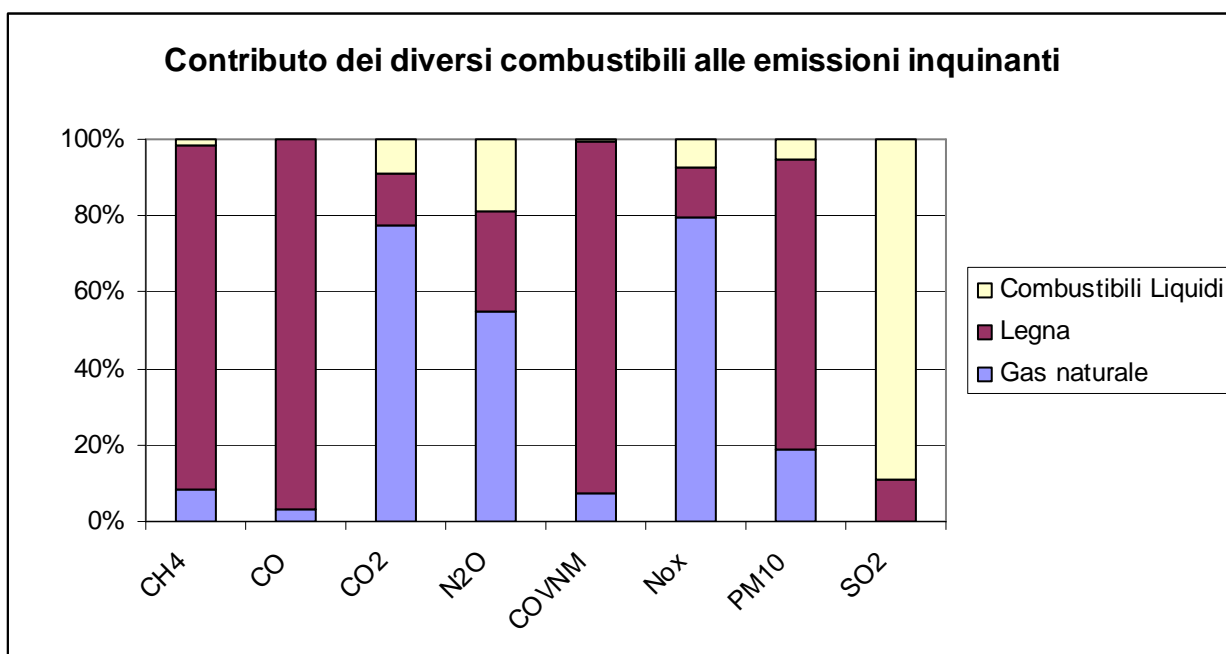


Figura 6 Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati ai diversi tipi di combustibili utilizzati nel macrosettore 02.

Dall'esame dei risultati ottenuti, si evince quanto segue.

- le emissioni di CO₂ sono per oltre il 77% imputabili al gas naturale;
- le emissioni di CO e di metano (CH₄) sono quasi totalmente dovute alla combustione di legna (rispettivamente: oltre il 97% e il 90%);
- le emissioni di SO₂ sono per quasi il 90% riconducibili all'uso di combustibili liquidi;
- le emissioni di NO_x sono dovute in massima parte (quasi l'80%) al gas naturale.
- le emissioni di COVNM sono dovute per un 92% alla combustione di legna;
- le emissioni di N₂O sono più o meno similmente distribuite tra i vari combustibili;
- infine, le emissioni di PM₁₀, nella combustione non industriale, sono principalmente imputabili alla combustione di legna (oltre il 75%).

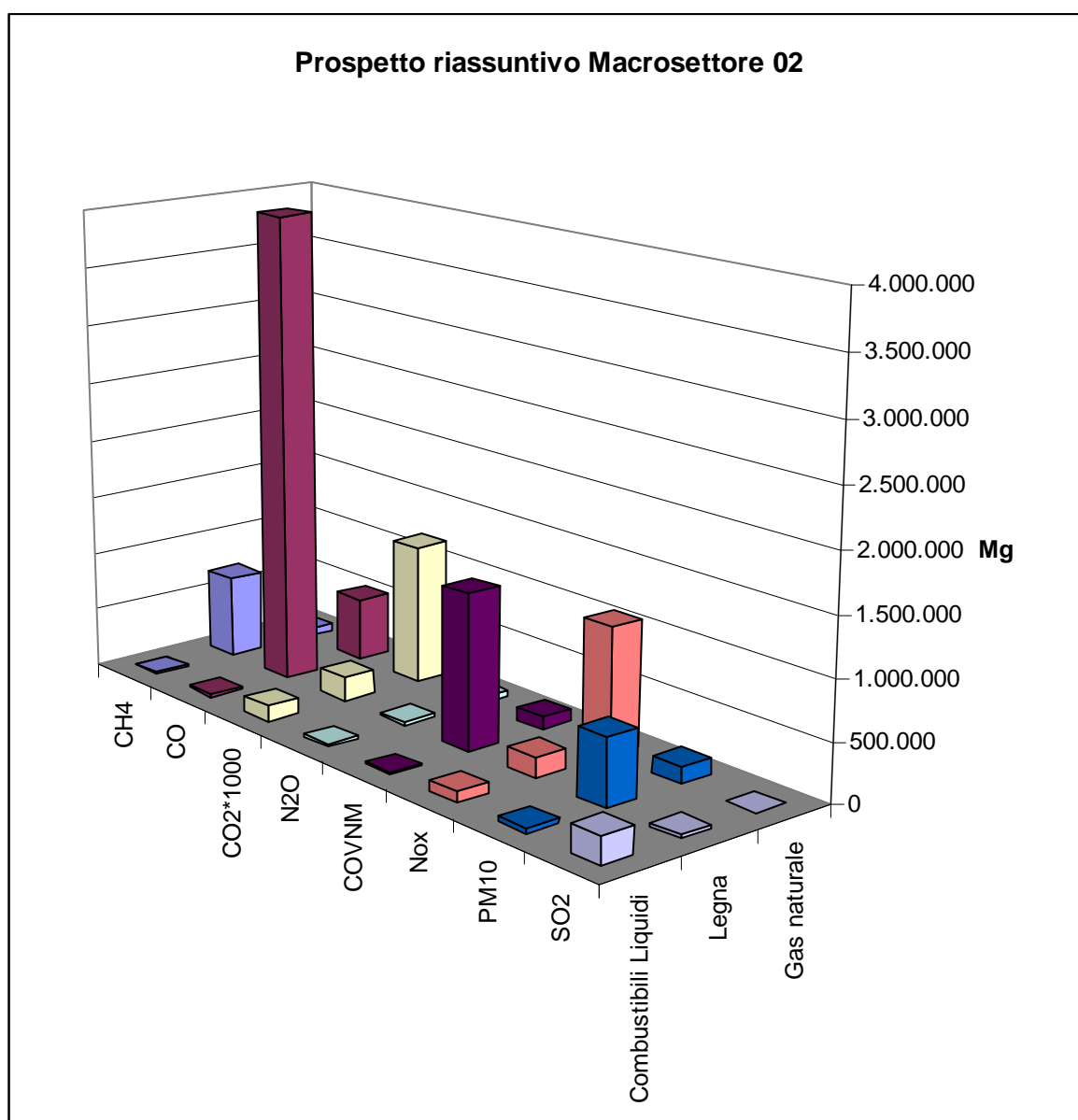


Figura 7 Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 02.



Le emissioni del Macrosettore 2 sono state stimate contemporaneamente utilizzando una metodologia alternativa, meno dettagliata della precedente, che si avvale di indicatori di attività e fattori di emissione attraverso la relazione $E = F.E. * A$.

Le sorgenti sono ancora considerate di tipo areale e le emissioni sono state calcolate, anche in questo caso, per comune e per tipo di combustibile utilizzato come prodotto dell'energia consumata per tipo di combustibile ed i relativi fattori di emissione riferiti alle caldaie con potenza termica inferiore a 50 MW.

Le informazioni sulle vendite di gasolio, complessivamente consumate dai complessi residenziali, istituzionali e commerciali e per uso agricolo, e di GPL, nell'anno 2005, sono state ricavate dal Bollettino Petrolifero del Ministero dello Sviluppo Economico.

Poiché i dati di vendita di olio combustibile riportati nel Bollettino Petrolifero non sono distinti per tipologia di utilizzo, si è dovuto ricorrere ad un plausibile trend di consumo per questi due combustibili partendo dalle informazioni interne al PEAR (Piano Energetico Ambientale Regionale).

Per il gas naturale, in attesa dei dati che saranno al più presto forniti direttamente dalle diverse multiservizi interpellate e che operano all'interno della Regione Marche, sono state utilizzate le informazioni ricavate dal PEAR.

I dati sul consumo di legna sono stati forniti, invece, dal Corpo Forestale dello Stato ma è evidente una sensibile sottovalutazione delle emissioni, in quanto l'autoproduzione ed il piccolo mercato, non documentato, ricoprono una quota rilevante nel reale impiego di tale combustibile.

Tra i vari combustibili non figurano emulsioni, biodiesel e la miscela olio combustibile-biodiesel, perché ricoprono un ruolo marginale nel settore civile o sono stati introdotti sul mercato solo di recente per cui risulta difficile poter effettuare delle valide considerazioni sulle emissioni derivate dal loro utilizzo.

Nelle tabelle seguenti, vengono presentati i valori degli indicatori di attività e dei fattori di emissione, espressi in chilogrammi di inquinante per unità di energia prodotta (kg/GJ), utilizzati per questo macrosettore.

QUANTITATIVO DI COMBUSTIBILE UTILIZZATO PER COMBUSTIONE NON INDUSTRIALE	ANCONA	ASCOLI PICENO	MACERATA	PESARO URBINO	TOTALE
Gasolio Uso Riscaldamento [Mg]	9.501,00	5.502,00	4.211,00	14.356,00	33.570,00
Gasolio Uso Agricolo [Mg]	20.053,00	16.743,00	18.753,00	10.369,00	65.918,00
Gas naturale (Milioni di Standard mc a 38,1 MJ)	203,22	169,13	138,38	157,77	668,50
Olio combustibile [Mg]	362.85,13	19.512,89	14.404,55	60.649,76	130.852,33
GPL [Mg]	23.698,00	10.714,00	10.570,00	14.633,00	59.615,00
Legna [Mg]	34.511,20	35.084,00	20.119,60	91.218,40	180.933,20

Tabella 13 Combustibili impiegati per coprire il fabbisogno energetico nel settore Civile, anno 2005.



FE (kg/GJ)	Gasolio Uso Riscaldamento	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna
CH4	0,007	0,012	0,003	0,01	0,001	0,32
CO	0,02	0,27	0,025	0,013	0,01	7,5
CO2	73,274	73,274	55,459	76,59	62,392	94,6
N2O	0,014	0,014	0,003	0,006	0,014	0,014
COVNM	0,003	0,088	0,005	0,012	0,002	0,6
NOx	0,05	1,3	0,05	0,05	0,05	0,08
PM10	0,0036	0,014	0,0067	0,0587	0,002	0,261
SO2	0,094	0,094	n.p.	0,147	n.p.	0,013

Tabella 14 Fattori di emissione, espressi in kg/GJ, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 02.

Di seguito, sono riportati i PCI (Potere Calorifico Inferiore) utilizzati per il calcolo dell'energia consumata da attribuire a ciascuno dei combustibili:

- Gasolio: 42,6 GJ/t
- Gas naturale: 0,036 GJ/Nmc
- Legna: 10,47 GJ/t
- Olio combustibile: 41,03 GJ/t
- GPL: 46,06 GJ/t
- Combustibili solidi: 26,59 GJ/t

Le emissioni, così ottenute, sono mostrate nelle successive tabelle.

EMISSIONI CH4 [kg]	Gasolio Uso Riscaldamento	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	2.833,20	10.251,09	21.948,19	14.887,79	1.091,53	115.626,32	166,64
ASCOLI PICENO	1.640,70	8.559,02	18.266,09	8.006,14	493,49	117.545,43	154,51
MACERATA	1.255,72	9.586,53	14.944,99	5.910,19	486,85	67.408,71	99,59
PESARO URBINO	4.280,96	5.300,63	17.038,73	24.884,60	674,00	305.618,13	357,80
TOTALE	10.010,57	33.697,28	72.198,00	53.688,71	2.745,87	606.198,59	778,54

Tabella 15 Emissioni di CH4, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.



EMISSIONI CO [kg]	Gasolio Uso Riscaldamento	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	8.094,85	230.649,61	182.901,60	19.354,13	10.915,30	2.709.991,98	3.161,91
ASCOLI PICENO	4.687,70	192.577,99	152.217,45	10.407,98	4.934,87	2.754.971,10	3.119,80
MACERATA	3.587,77	215.697,01	124.541,55	7.683,24	4.868,54	1.579.891,59	1.936,27
PESARO URBINO	12.231,31	119.264,24	141.989,40	32.349,97	6.739,96	7.162.924,86	7.475,50
TOTALE	28.601,64	758.188,84	601.650,00	69.795,33	27.458,67	14.207.779,53	15.693,47

Tabella 16 Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI CO2 [kg]	Gasolio Uso Riscaldamento	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile
ANCONA	29.657.109,27	62.594.886,04	405.741.593,38	114.025.579,34
ASCOLI PICENO	17.174.341,14	52.262.812,39	337.673.102,38	61.319.029,70
MACERATA	13.144.520,28	58.536.971,92	276.277.992,86	45.266.124,31
PESARO URBINO	44.811.857,77	32.366.547,32	314.983.605,38	190.591.114,67
TOTALE	104.787.828,47	205.761.217,66	1.334.676.294,00	411.201.848,02

EMISSIONI CO2 [kg]	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	68.102.732,27	34.182.032,17	714.303,93
ASCOLI PICENO	30.789.630,92	34.749.368,81	533.968,29
MACERATA	30.375.807,25	19.927.699,26	443.529,12
PESARO URBINO	42.051.957,18	90.348.358,90	715.153,44
TOTALE	171.320.127,62	179.207.459,14	2.406.954,77

Tabella 17 Emissioni di CO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI N2O [kg]	Gasolio Uso Riscaldam.	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	5.666,40	11.959,61	21.948,19	8.932,67	15.281,42	5.058,65	68,85
ASCOLI PICENO	3.281,39	9.985,53	18.266,09	4.803,68	6.908,82	5.142,61	48,39
MACERATA	2.511,44	11.184,29	14.944,99	3.546,11	6.815,96	2.949,13	41,95
PESARO URBINO	8.561,92	6.184,07	17.038,73	14.930,76	9.435,94	13.370,79	69,52
TOTALE	20.021,15	39.313,50	72.198,00	32.213,23	38.442,14	26.521,19	228,71

Tabella 18 Emissioni di N2O, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.



EMISSIONI COVNM [kg]	Gasolio Uso Riscaldam.	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	1.214,23	75.174,69	36.580,32	17.865,35	2.183,06	216.799,36	349,82
ASCOLI PICENO	703,16	62.766,16	30.443,49	9.607,37	986,97	220.397,69	324,90
MACERATA	538,17	70.301,25	24.908,31	7.092,22	973,71	126.391,33	230,20
PESARO URBINO	1.834,70	38.871,31	28.397,88	29.861,51	1.347,99	573.033,99	673,35
TOTALE	4.290,25	247.113,40	120.330,00	64.426,45	5.491,73	1.136.622,36	1.578,27

Tabella 19 Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI NOx [kg]	Gasolio Uso Riscaldam.	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	20.237,13	1.110.535	365.803,20	74.438,95	54.576,49	28.906,58	1.654,50
ASCOLI PICENO	11.719,26	927.227	304.434,90	40.030,70	24.674,34	29.386,36	1.337,47
MACERATA	8.969,43	1.038.541	249.083,10	29.550,94	24.342,71	16.852,18	1.367,34
PESARO URBINO	30.578,28	574.235	283.978,80	124.422,98	33.699,80	76.404,53	1.123,32
TOTALE	71.504,10	3.650.538	1.203.300,00	268.443,56	137.293,35	151.549,65	5.482,63

Tabella 20 Emissioni di NOx, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI PM10 [kg]	Gasolio Uso Riscaldam.	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	1.457,07	11.959,61	49.017,63	87.391,32	2.183,06	94.307,72	246,32
ASCOLI PICENO	843,79	9.985,53	40.794,28	46.996,04	986,97	95.872,99	195,48
MACERATA	645,80	11.184,29	33.377,14	34.692,80	973,71	54.980,23	135,85
PESARO URBINO	2.201,64	6.184,07	38.053,16	146.072,57	1.347,99	249.269,79	443,13
TOTALE	5.148,30	39.313,50	161.242,20	315.152,74	5.491,73	494.430,73	1.020,78

Tabella 21 Emissioni di PM10, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.



EMISSIONI SO2 [kg]	Gasolio Uso Riscaldam.	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna	TOTALE [Mg]
ANCONA	38.045,80	80.300,23	0,00	218.850,50	0,00	4.697,32	341,89
ASCOLI PICENO	22.032,21	67.045,67	0,00	117.690,26	0,00	4.775,28	211,54
MACERATA	16.862,53	75.094,51	0,00	86.879,75	0,00	2.738,48	181,58
PESARO URBINO	57.487,17	41.521,62	0,00	365.803,55	0,00	12.415,74	477,23
TOTALE	134.427,71	263.962,04	0,00	789.224,07	0,00	24.626,82	1.212,24

Tabella 22 Emissioni di SO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 02.

EMISSIONI [Mg]	CH4	CO	CO2	N2O	COVNM	NOx	PM10	SO2
ANCONA	166,64	3.161,91	714.303,93	68,85	349,82	1.654,50	246,32	341,89
ASCOLI PICENO	154,51	3.119,80	533.968,29	48,39	324,90	1.337,47	195,48	211,54
MACERATA	99,59	1.936,27	443.529,12	41,95	230,20	1.367,34	135,85	181,58
PESARO URBINO	357,80	7.475,50	715.153,44	69,52	673,35	1.123,32	443,13	477,23
TOTALE	778,54	15.693,47	2.406.954,77	228,71	1.578,27	5.482,63	1.020,78	1.212,24

Tabella 23 Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 02, suddivise per provincia.

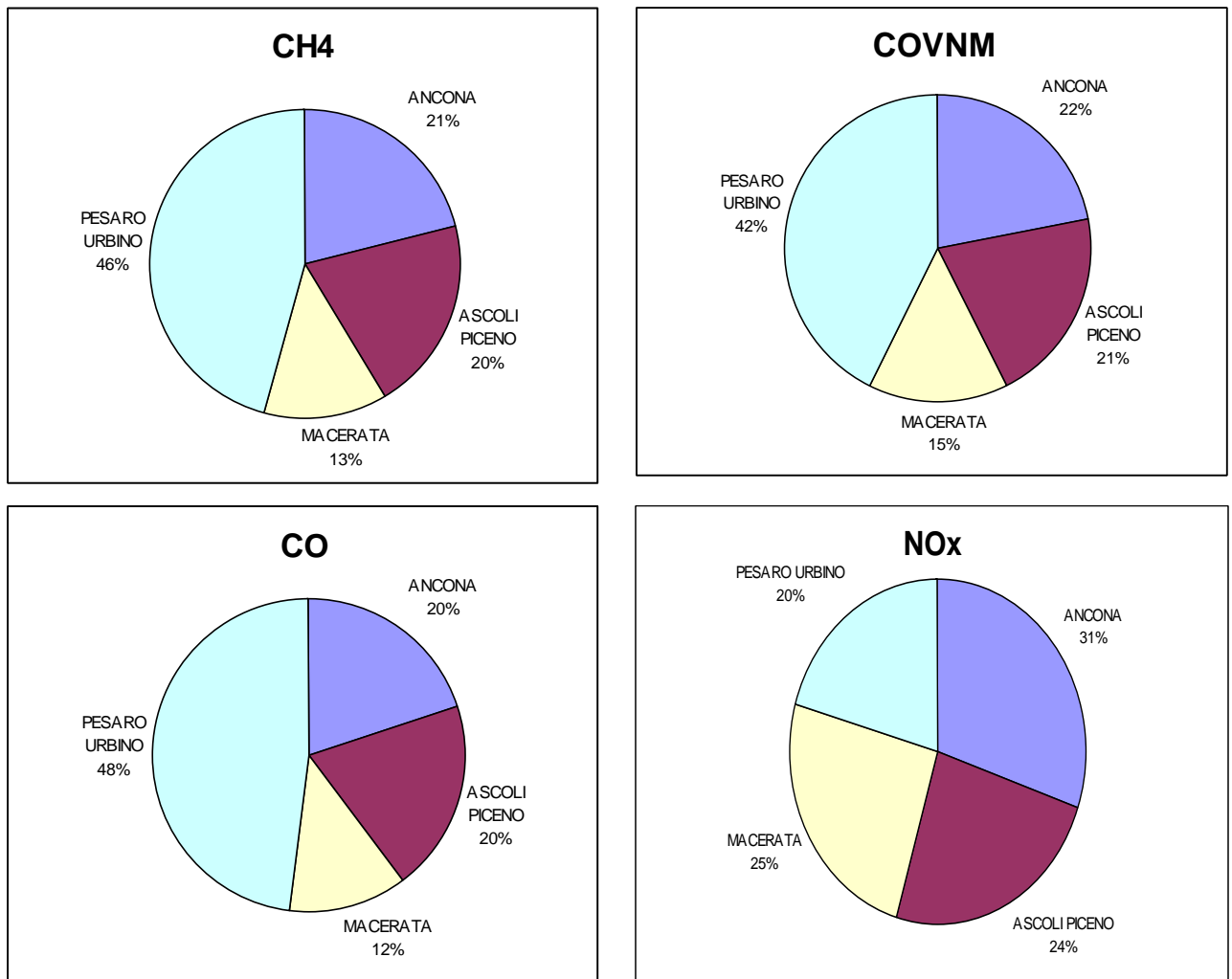


Figura 8 Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.

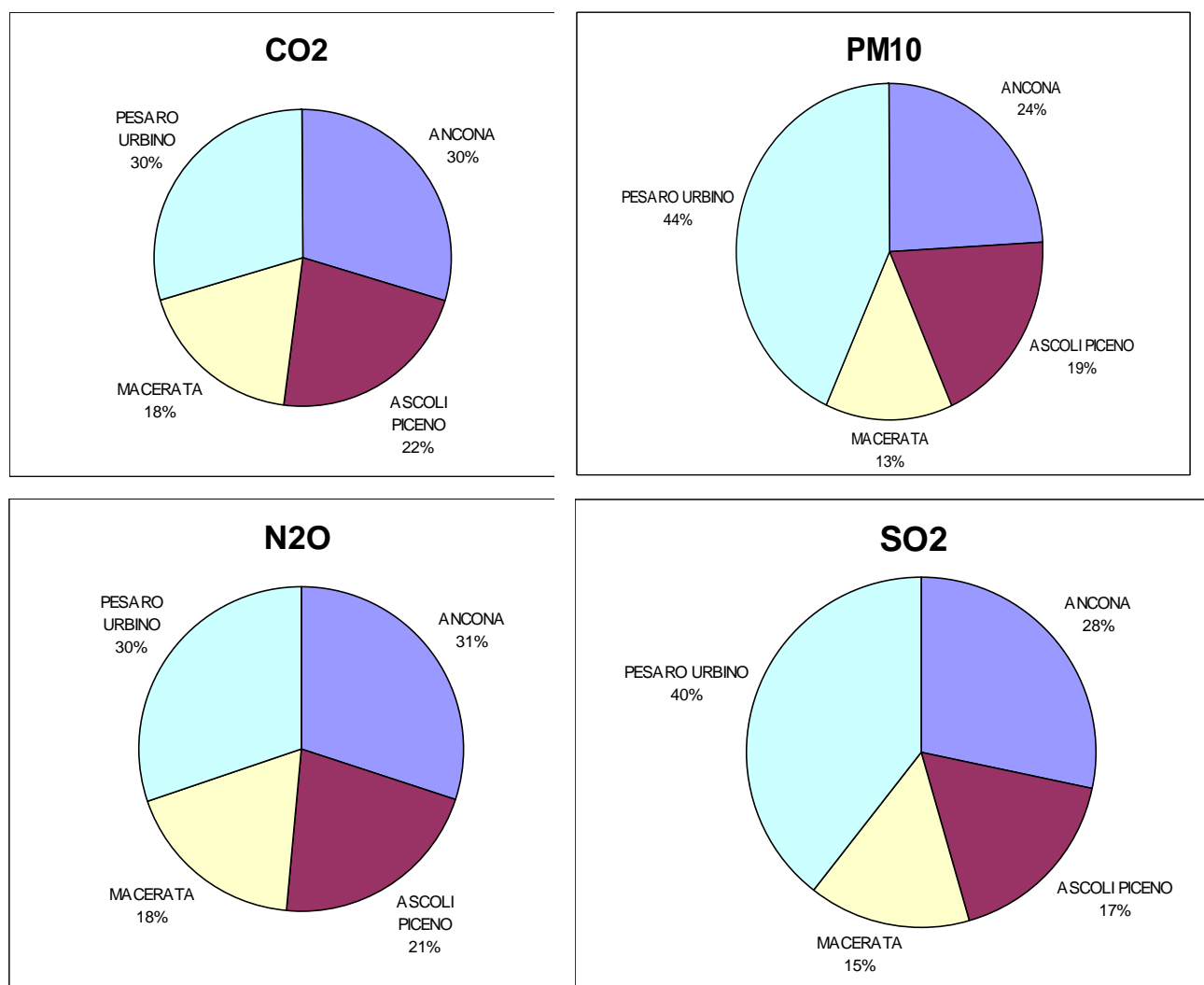


Figura 9 Confronto del contributo delle province marchigiane alle emissioni, derivanti dal macrosettore 02.

Di seguito, vengono forniti i prospetti riassuntivi che evidenziano il contributo, in percentuale ed in tonnellate, delle emissioni relativamente alle principali specie di inquinanti considerati e ai diversi tipi di combustibili utilizzati.



EMISSIONI [kg]	Gasolio Uso Riscaldamento	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile
CH4	10.010,57	33.697,28	72.198,00	53.688,71
CO	28.601,64	758.188,84	601.650,00	69.795,33
CO2	104.787.828,47	205.761.217,66	1.334.676.294,00	411.201.848,02
N2O	20.021,15	39.313,50	72.198,00	32.213,23
COVNM	4.290,25	247.113,40	120.330,00	64.426,45
NOx	71.504,10	3.650.538,84	1.203.300,00	268.443,56
PM10	5.148,30	39.313,50	161.242,20	315.152,74
SO2	134.427,71	263.962,04	0,00	789.224,07
EMISSIONI [kg]	GPL	Legna	TOTALE [Mg]	
CH4	2.745,87	606.198,59	778,54	
CO	27.458,67	14.207.779,53	15.693,47	
CO2	171.320.127,62	179.207.459,14	2.406.954,77	
N2O	38.442,14	26.521,19	228,71	
COVNM	5.491,73	1.136.622,36	1.578,27	
NOx	137.293,35	151.549,65	5.482,63	
PM10	5.491,73	494.430,73	1.020,78	
SO2	0,00	24.626,82	1.212,24	

Tabella 24 Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale, nella Regione Marche.

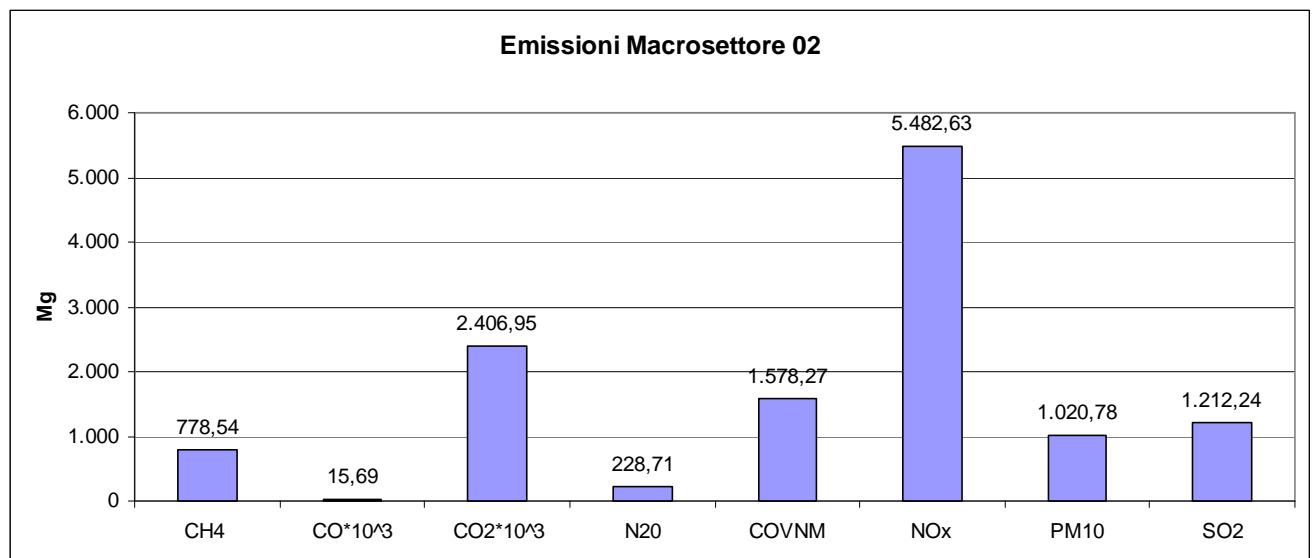


Figura 10 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 02, nella Regione Marche.



EMISSIONI %	Gasolio Uso Riscaldamento	Gasolio Uso Agricolo	Gas naturale	Olio combustibile	GPL	Legna
CH4	1,29	4,33	9,27	6,90	0,35	77,86
CO	0,18	4,83	3,83	0,44	0,17	90,53
CO2	4,35	8,55	55,45	17,08	7,12	7,45
N2O	8,75	17,19	31,57	14,08	16,81	11,60
COVNM	0,27	15,66	7,62	4,08	0,35	72,02
NOx	1,30	66,58	21,95	4,90	2,50	2,76
PM10	0,50	3,85	15,80	30,87	0,54	48,44
SO2	11,09	21,77	0,00	65,10	0,00	2,03

Tabella 25 Contributo percentuale dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso non industriale.

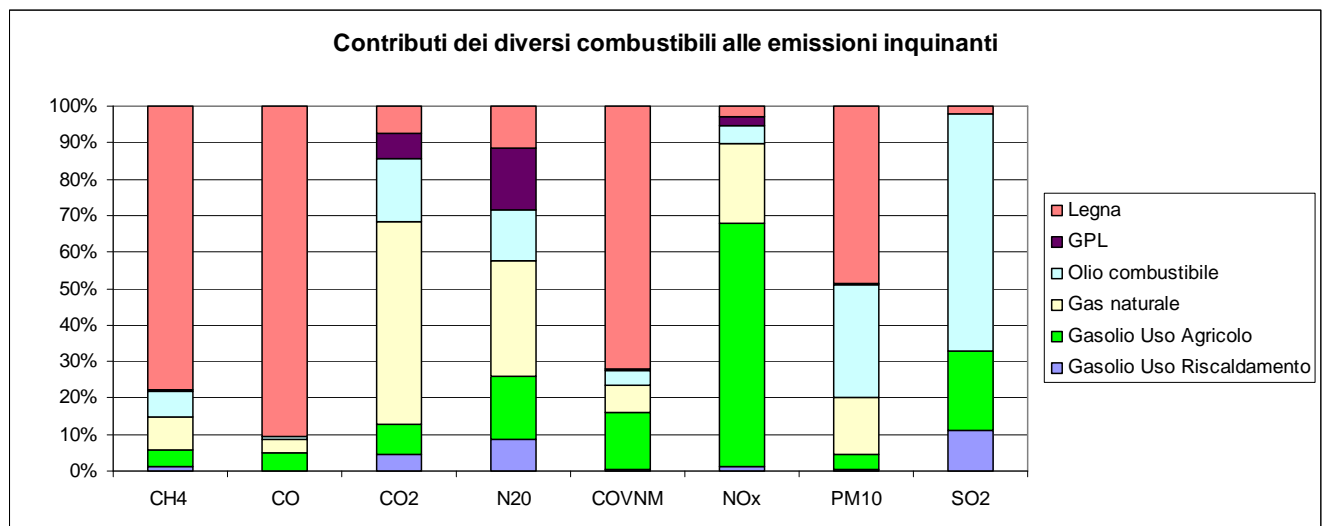


Figura 11 Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati ai diversi tipi di combustibili utilizzati nel macrosettore 02.

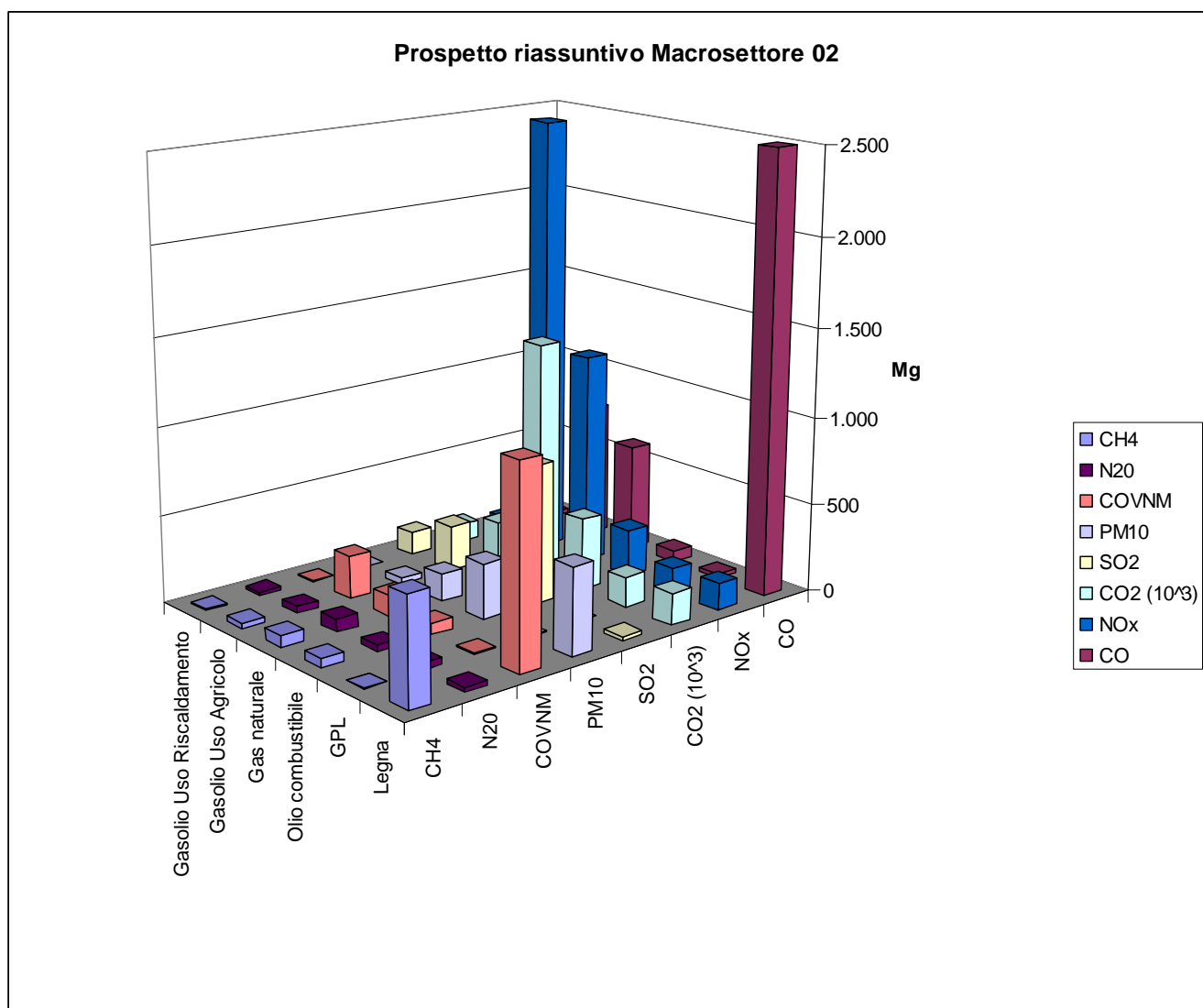


Figura 12 Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 02.

Si può procedere, quindi, ad una valutazione comparativa tra le prestazioni energetiche e l'impatto ambientale dei diversi combustibili impiegati nel settore del riscaldamento civile. In particolare:



- le emissioni di CO₂ sono per oltre il 55% imputabili al gas naturale, per circa il 17% all'olio combustibile e per il resto sono più o meno equivalentemente distribuite tra gli altri combustibili;
- le emissioni di CO e di metano (CH₄) sono quasi totalmente dovute alla combustione di legna (rispettivamente: oltre il 90% e il 77%);
- le emissioni di SO₂ sono per oltre la metà (circa il 65%) dovute all'olio combustibile seguito dal gasolio ad uso agricolo (circa il 22%);
- le emissioni di NO_x sono dovute in massima parte (oltre il 66%) al gasolio ad uso agricolo mentre per circa il 21% al gas naturale.
- le emissioni di COVNM sono dovute per i $\frac{3}{4}$ (72%) alla combustione di legna, per il 15,66% al gasolio ad uso agricolo
- le emissioni di N₂O sono più o meno similmente distribuite tra i vari combustibili;
- infine, le emissioni di PM₁₀, nella combustione non industriale, sono principalmente imputabili alla combustione di legna (oltre il 48%) e per un 30% all'olio combustibile.

La disaggregazione a livello comunale è stata effettuata utilizzando come variabile proxy il numero di abitanti. I risultati sono presentati in Appendice F.

Dunque, i risultati raggiunti con le diverse metodologie sono risultati simili e decisamente paragonabili tranne che per gli NO_x e gli SO₂, come mostrano le successive tabelle

EMISSIONI con FABE [Mg]	CH₄	CO	CO₂	N₂O	COVNM	NO_x	PM₁₀	SO₂
ANCONA	179,68	3.865,47	428.665,54	31,27	330,24	377,06	181,33	65,81
ASCOLI PICENO	179,69	3.941,56	342.792,20	26,26	331,56	300,48	173,89	57,96
MACERATA	180,33	3.972,47	324.346,40	25,25	333,00	283,93	172,88	57,15
PESARO URBINO	237,89	5.232,15	434.134,10	34,00	439,01	379,55	229,08	81,07
TOTALE	777,59	17.011,65	1.529.938,253	116,79	1.433,81	1.341,03	757,18	261,99

Tabella 26 Emissioni ottenute nel macrosettore 02 con metodologia "FABE".

EMISSIONI con consumi [Mg]	CH₄	CO	CO₂	N₂O	COVNM	NO_x	PM₁₀	SO₂
ANCONA	166,64	3.161,91	714.303,93	68,85	349,82	1.654,50	246,32	341,89
ASCOLI PICENO	154,51	3.119,80	533.968,29	48,39	324,90	1.337,47	195,48	211,54
MACERATA	99,59	1.936,27	443.529,12	41,95	230,20	1.367,34	135,85	181,58
PESARO URBINO	357,80	7.475,50	715.153,44	69,52	673,35	1.123,32	443,13	477,23
TOTALE	778,54	15.693,47	2.406.954,77	228,71	1.578,27	5.482,63	1.020,78	1.212,24

Tabella 27 Emissioni ottenute nel macrosettore 02 a partire dai consumi di combustibile.



MACROSETTORE 03: Combustione nell'industria

Comprende impianti analoghi a quelli del macrosettore 1, ma strettamente correlati all'attività industriale; pertanto vi compaiono tutti i processi che necessitano di energia prodotta in loco tramite combustione: caldaie, fornaci, prima fusione di metalli, produzione di gesso, asfalto, cemento, ecc.

Anche in questo caso, le sorgenti sono considerate di tipo areale diffuse.

Le emissioni sono state stimate in maniera complessiva, partendo da indicatori di attività e fattori di emissione, attraverso la relazione

$$E = F.E. * A$$

I dati utilizzati per l'effettuazione delle stime sono le quantità totali annue di combustibili complessivamente consumate dalle attività produttive, per ogni provincia, nell'anno 2005.

Le informazioni sulle vendite provinciali di gas naturale ad uso industriale, nel 2005, sono state tratte dal Bollettino Petrolifero del Ministero dello Sviluppo Economico.

Per i dati di vendita di olio combustibile e di combustibili solidi, anche in questo caso, si è dovuto ricorrere ad un plausibile trend di consumo partendo dalle informazioni interne al PEAR.

La disaggregazione spaziale delle emissioni in atmosfera è stata realizzata utilizzando, come variabile surrogato, il numero di addetti impiegati nell'industria (Fonte: ISTAT 8° Censimento generale dell'industria e dei servizi 2001).

QUANTITATIVO DI COMBUSTIBILE UTILIZZATO NELLA COMBUSTIONE INDUSTRIALE	ANCONA	ASCOLI PICENO	MACERATA	PESARO URBINO	TOTALE
Gas naturale (Milioni di Standard mc a 38,1 MJ)	259,75	104,08	62,38	59,99	486,20
Combustibili solidi [Mg]	290,33	241,33	197,67	225,67	955,00
Olio combustibile [Mg]	5.398,83	6.041,00	4.420,17	166.261,00	182.121,00

Tabella 28 Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 03.



FE (kg/GJ)	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile
CH4	0,003	0,015	0,003
CO	0,02	0,1	0,01
CO2	55,459	93,79	74,62
N2O	0,003	0,014	0,014
COVNM	0,0025	0,015	0,018
NOx	0,1	0,18	0,165
PM10	0,0017	0,4395	0,0212
SO2	n.p.	0,545	0,147
NH3	n.p.	0,0005	n.p.

Tabella 29 Fattori di emissione, espressi in kg/GJ, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 03.

Le emissioni provenienti dal macrosettore 3 sono presentati nelle successive tabelle.

EMISSIONI CH4 [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	6.478,92	90,01	20.465,07	27,03
ANCONA	28.053,00	115,80	664,54	28,83
MACERATA	6.737,04	78,84	544,08	7,36
ASCOLI PICENO	11.240,64	96,26	743,59	12,08
TOTALE	52.509,60	380,90	22.417,27	75,31

Tabella 30 Emissioni di CH4, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.

EMISSIONI CO [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	43.192,80	600,05	68.216,89	112,01
ANCONA	187.020,00	772,00	2.215,14	190,01
MACERATA	44.913,60	525,60	1.813,59	47,25
ASCOLI PICENO	74.937,60	641,71	2.478,62	78,06
TOTALE	350.064,00	2.539,35	74.724,25	427,33

Tabella 31 Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.



EMISSIONI CO2 [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	119.771.474,76	562.784,71	509.034.420,49	629.368,68
ANCONA	518.597.109,00	724.055,36	16.529.384,50	535.850,55
MACERATA	124.543.167,12	492.956,18	13.533.041,29	138.569,16
ASCOLI PICENO	207.798.217,92	601.855,43	18.495.479,60	226.895,55
TOTALE	970.709.968,80	2.381.651,68	557.592.325,89	1.530.683,95

Tabella 32 Emissioni di CO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.

EMISSIONI N2O [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	6.478,92	84,01	95.503,64	102,07
ANCONA	28.053,00	108,08	3.101,20	31,26
MACERATA	6.737,04	73,58	2.539,03	9,35
ASCOLI PICENO	11.240,64	89,84	3.470,07	14,80
TOTALE	52.509,60	355,51	104.613,94	157,48

Tabella 33 Emissioni di N2O, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.

EMISSIONI COVNM [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	5.399,10	90,01	122.790,40	128,28
ANCONA	23.377,50	115,80	3.987,25	27,48
MACERATA	5.614,20	78,84	3.264,47	8,96
ASCOLI PICENO	9.367,20	96,26	4.461,52	13,92
TOTALE	43.758,00	380,90	134.503,64	178,64

Tabella 34 Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.

EMISSIONI NOx [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	215.964,00	1.080,09	1.125.578,66	1.342,62
ANCONA	935.100,00	1.389,59	36.549,83	973,04
MACERATA	224.568,00	946,07	29.924,31	255,44
ASCOLI PICENO	374.688,00	1.155,07	40.897,27	416,74
TOTALE	1.750.320,00	4.570,82	1.232.950,06	2.987,84

Tabella 35 Emissioni di NOx, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.



EMISSIONI PM10 [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	3.671,39	2.637,21	144.619,80	150,93
ANCONA	15.896,70	3.392,92	4.696,10	23,99
MACERATA	3.817,66	2.309,99	3.844,82	9,97
ASCOLI PICENO	6.369,70	2.820,29	5.254,68	14,44
TOTALE	29.755,44	11.160,42	158.415,40	199,33

Tabella 36 Emissioni di PTS, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.

EMISSIONI SO2 [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	0,00	3.270,26	1.002.788,26	1.006,06
ANCONA	0,00	4.207,38	32.562,58	36,77
MACERATA	0,00	2.864,50	26.659,84	29,52
ASCOLI PICENO	0,00	3.497,29	36.435,75	39,93
TOTALE	0,00	13.839,43	1.098.446,42	1.112,29

Tabella 37 Emissioni di SO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.

EMISSIONI NH3 [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
PESARO URBINO	0,00	3,00	0,00	0,00
ANCONA	0,00	3,86	0,00	0,00
MACERATA	0,00	2,63	0,00	0,00
ASCOLI PICENO	0,00	3,21	0,00	0,00
TOTALE	0,00	12,70	0,00	0,01

Tabella 38 Emissioni di NH3, a livello provinciale, suddivise per tipo di combustibile impiegato nel macrosettore 03.

EMISSIONI [Mg]	CH4	CO	CO2	N2O	COVNM	NOx	PM10	SO2	NH3
PESARO URBINO	27,03	112,01	629.368,68	102,07	128,28	1.342,62	150,93	1.006,06	0,00
ANCONA	28,83	190,01	535.850,55	31,26	27,48	973,04	23,99	36,77	0,00
MACERATA	7,36	47,25	138.569,16	9,35	8,96	255,44	9,97	29,52	0,00
ASCOLI PICENO	12,08	78,06	226.895,55	14,80	13,92	416,74	14,44	39,93	0,00
TOTALE	75,31	427,33	1.530.683,95	157,48	178,64	2.987,84	199,33	1.112,29	0,01

Tabella 39 Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 03, suddivise per provincia.

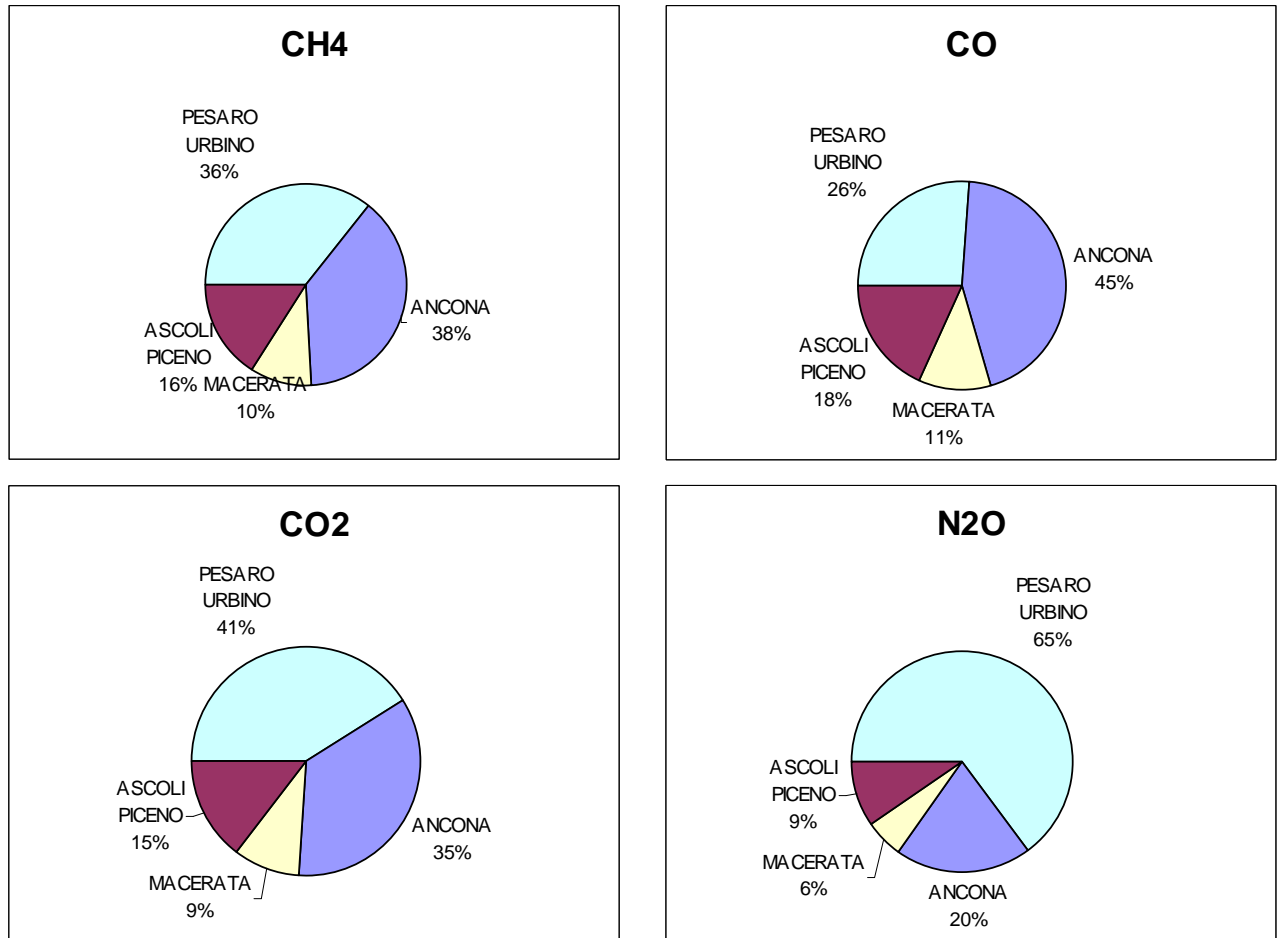


Figura 13 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 03, nelle province marchigiane.

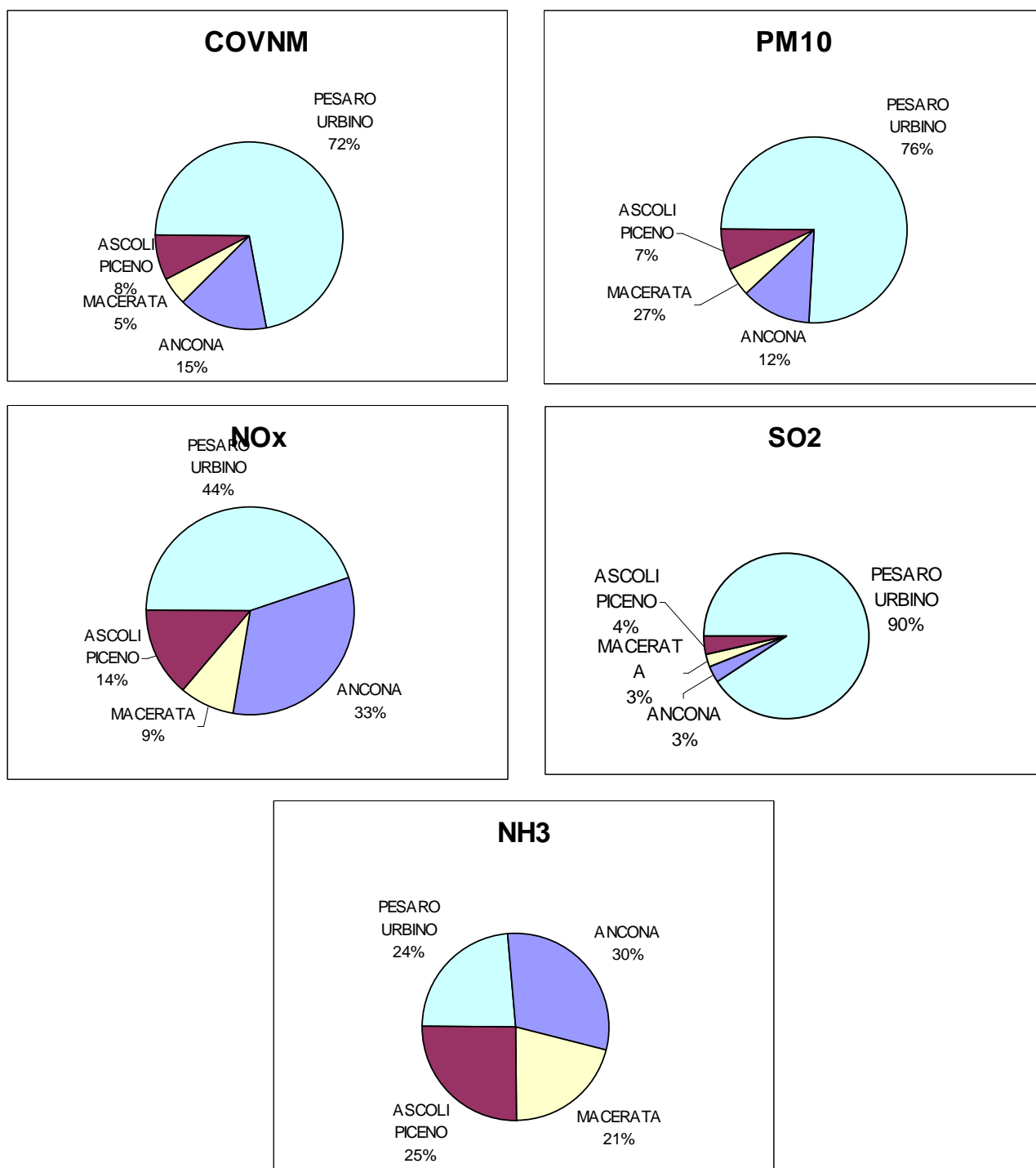


Figura 14 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 03, nelle province marchigiane.

Di seguito, vengono forniti i prospetti riassuntivi che evidenziano il contributo, in percentuale ed in tonnellate, delle emissioni relativamente alle principali specie di inquinanti considerati e ai diversi tipi di combustibili utilizzati.



EMISSIONI [kg]	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile	TOTALE [Mg]
CH4	52.509,60	380,90	22.417,27	75,31
CO	350.064,00	2.539,35	74.724,25	427,33
CO2	970.709.968,80	2.381.651,68	557.592.325,89	1.530.683,95
N2O	52.509,60	355,51	104.613,94	157,48
COVNM	43.758,00	380,90	134.503,64	178,64
NOx	1.750.320,00	4.570,82	1.232.950,06	2.987,84
PM10	29.755,44	11.160,42	158.415,40	199,33
SO2	0,00	13.839,43	1.098.446,42	1.112,29
NH3	0,00	12,70	0,00	0,01

Tabella 40 Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso industriale, nella Regione Marche.

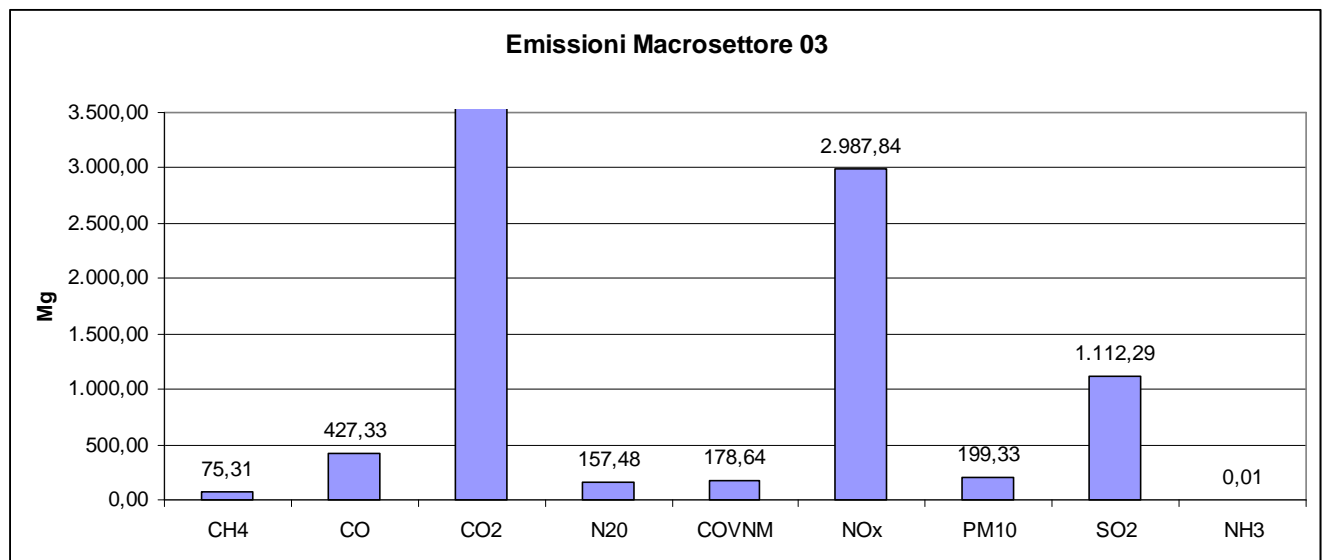


Figura 15 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 03, nella Regione Marche.



EMISSIONI (%)	Gas naturale uso industriale	Combustibili solidi	Olio combustibile
CH4	69,73	0,51	29,77
CO	81,92	0,59	17,49
CO2	63,42	0,16	36,43
N2O	33,34	0,23	66,43
COVNM	24,49	0,21	75,29
NOx	58,58	0,15	41,27
PM10	14,93	5,60	79,47
SO2	0,00	1,24	98,76
NH3	0,00	100,00	0,00

Tabella 41 Contributo percentuale dei diversi combustibili alle emissioni prodotte da impianti termici per uso industriale.

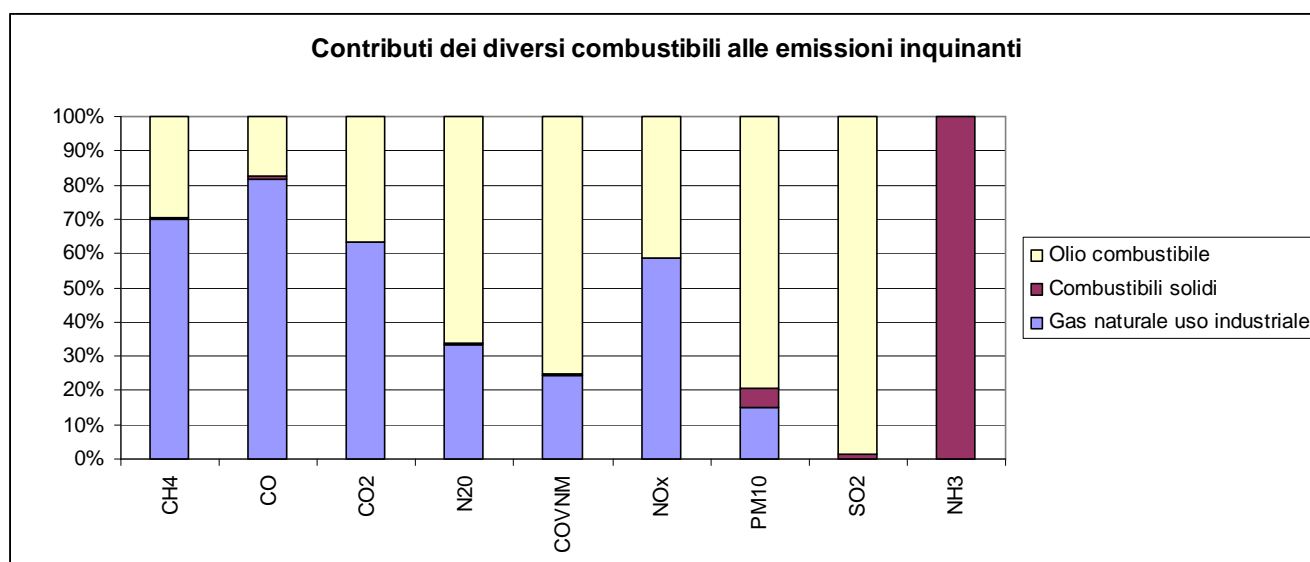


Figura 16 Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati ai diversi tipi di combustibili utilizzati nel macrosettore 03.

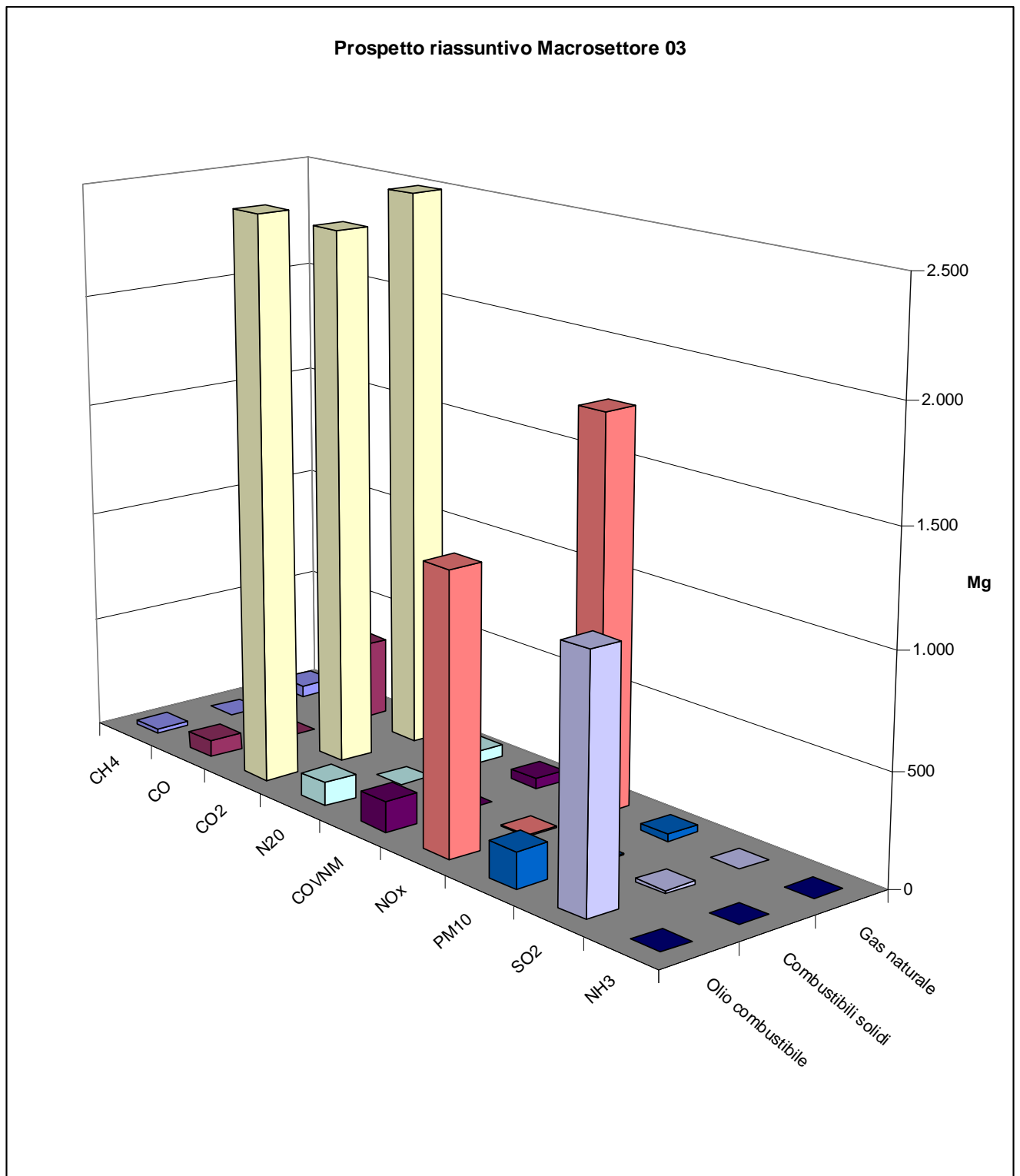


Figura 17 Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 03.

Dall'esame dei risultati ottenuti, si deduce che:



- le emissioni della maggior parte degli inquinanti (CH₄, CO, CO₂, NO_x) sono imputabili al gas naturale;
- le emissioni di N₂O, PM₁₀, SO₂ e COVNM sono essenzialmente dovuti all'utilizzo di olio combustibile;
- le emissioni di NH₃ sono imputabili unicamente ai combustibili solidi.



MACROSETTORE 04: Processi Produttivi

Si raccolgono qui le stime riguardanti le emissioni dovute ai processi industriali di produzione come le lavorazioni di raffinazione nell'industria petrolifera, le lavorazioni nell'industria siderurgica, meccanica, chimica (organica ed inorganica), del legno, della produzione alimentare, ecc.

La maggior parte di questi processi sono svolti esclusivamente o prevalentemente nell'ambito di stabilimenti produttivi classificati come attività puntuali.

I valori di emissione sono stati reperiti dalle domande di Autorizzazione Integrata Ambientale (Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 372).

In tali autorizzazioni, si trovano i valori massimi di emissione da rispettare: emissioni che possono essere emesse dall'impianto interessato in condizioni di capacità produttiva massima e al massimo delle potenzialità dell'impianto. A seguito di un'estesa analisi statistica basata sull'aggiornamento in corso dell'archivio AIA della Regione Marche, tali dati emissivi sono stati quindi decurtati del 50% per tenere conto della durata effettiva delle emissioni al camino nonché delle effettive concentrazioni di inquinante nell'effluente.

Infine, poiché il Macrosetto 4 comprende, nelle Marche, anche stabilimenti non soggetti ad AIA, il dato così ottenuto è stato maggiorato del 20%.

L'Appendice D contiene l'elenco dei circa 70 stabilimenti produttivi inclusi nell'elenco AIA e appartenenti ai diversi settori di attività:

- galvanica
- fonderie
- alimenti animali
- cartiere
- tessile
- alimenti vegetali
- laterizi e cementi
- macelli
- carbonio e grafite
- chimica

Si sottolinea ancora che questi stabilimenti non coprono la totalità degli impianti industriali e degli stabilimenti produttivi presenti nella Regione. Inoltre, in assenza di dati più aggiornati, le emissioni, per la maggior parte degli impianti, si riferiscono al 2002.

Nel calcolo dei COV sono state considerate anche le emissioni fuggitive, attribuibili ai soli impianti, all'interno di API Raffineria. I risultati ottenuti sono riportati nella seguente Tabella.



EMISSIONI [Mg]	MACROSETTORE 04
SOx	839,99
NOx	723,71
CO	731,14
COVNM	122,29
Metalli	4,02
Polveri	482,36
CO2	328.154,41
NH3	17,42
COV	557,26

Tabella 42 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosetto 04, nella Regione Marche.

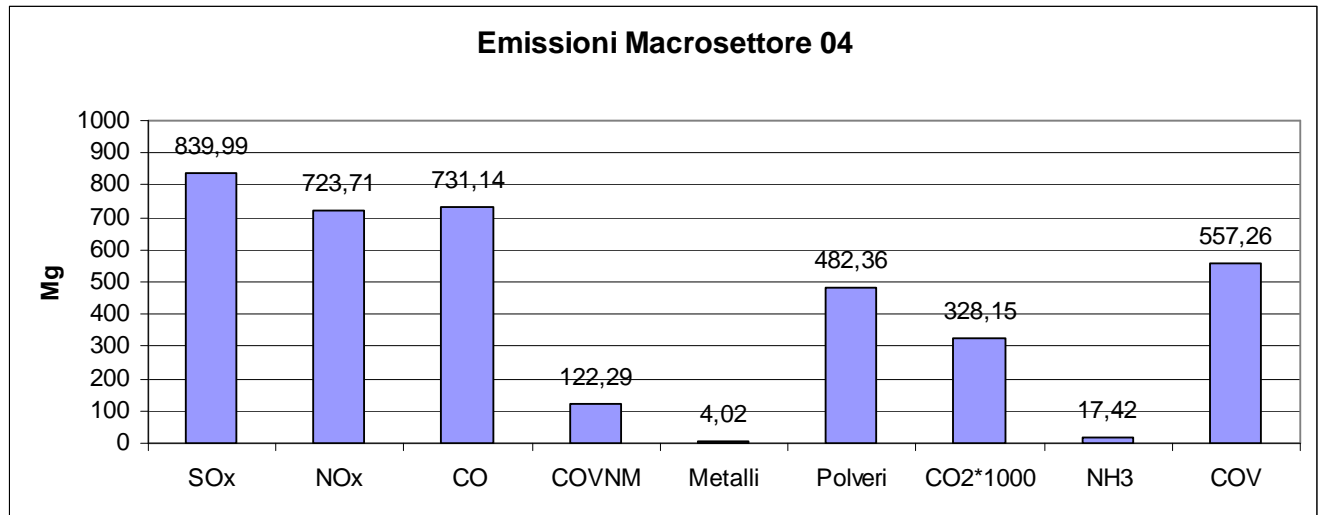


Figura 18 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, dovuti ai processi produttivi, nella Regione Marche.

In Appendice F è possibile consultare i dati a livello comunale.

Le emissioni provinciali, invece, sono riportate nella tabella sottostante.

EMISSIONI [Mg]	SOx	NOx	CO	COV	Metalli	Polveri	CO2	NH3	COVNM
ANCONA	802,40	489,25	168,12	408,20	2,51	352,29	321.356,41	13,31	112,23
ASCOLI PICENO	35,25	143,20	559,76	114,26	0,98	38,99	0,00	1,31	6,89
MACERATA	0,10	17,80	2,89	15,99	0,00	76,91	6.798,00	1,09	3,17
PESARO URBINO	2,23	73,47	0,36	18,81	0,52	14,17	0,00	1,70	0,00
TOTALE	839,99	723,71	731,14	557,26	4,02	482,36	328.154,41	17,42	122,29

Tabella 43 Emissioni di inquinanti, per il macrosetto 04, a livello provinciale.

La Regione Marche presenta una distribuzione geografica degli insediamenti produttivi singolare che non tiene in nessun conto né delle caratteristiche morfologiche del territorio (ci sono importanti insediamenti industriali in zone montane e ad alto valore paesaggistico), né delle grandi reti infrastrutturali presenti in Regione.

I sistemi produttivi, fortemente radicati sul territorio, pur insistendo su spazi ristretti, presentano elevati livelli di specializzazione produttiva e risultano caratterizzati da elementi di omogeneità per quanto concerne i segmenti di mercato di riferimento.

Dalla cartografia si evidenzia la polarizzazione delle attività connesse al settore delle pelli, del cuoio e delle calzature nella zona compresa tra il comune di Fermo e la valle del Chienti, risalendo fino al lambire l'area del comune di Camerino. Più concentrata è l'area degli strumenti musicali, incentrata su Castelfidardo, che si prolunga nel distretto del tessile e dell'abbigliamento di Filottrano e Cingoli.

Una contiguità tra specializzazioni diverse si rileva anche nell'area di Fabriano, dove domina la meccanica, e il versante settentrionale della alta Vallesina, dove invece sono presenti di nuovo i settori delle pelli, cuoio e tessile. Infine il settore del legno e del mobile si estende alle spalle della costa tra Fano e Pesaro, a cavallo della bassa valle del Metauro, fino a confluire sul distretto del tessile e dell'abbigliamento localizzato nella parte più alta della valle.

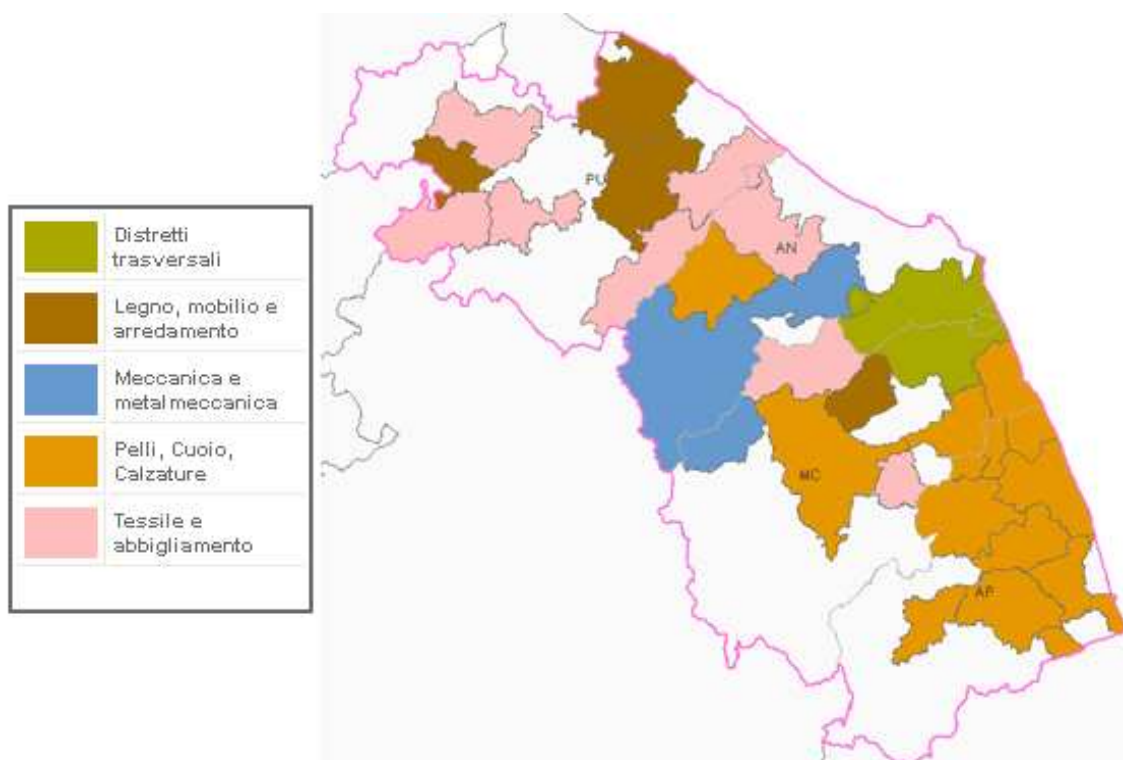


Figura 19 Principali distretti industriali nella Regione Marche.



MACROSETTORE 05 Estrazione e Distribuzione di combustibili fossili e geotermia

Il macrosettore 05 raggruppa le emissioni dovute ai processi di produzione, distribuzione, stoccaggio di combustibile solido, liquido e gassoso e riguarda sia le attività sul territorio che quelle off-shore. Comprende, inoltre, anche le emissioni dovute ai processi geotermici di estrazione dell'energia.

Non sono presenti nel territorio marchigiano e, quindi, non considerate nel calcolo delle emissioni, le seguenti attività

- attività di estrazione e trattamento di combustibili fossili solidi (SNAP 0501),
- attività di estrazione e trattamento di combustibili liquidi (SNAP 0502),
- l'estrazione di energia geotermica (SNAP 0507).

Altre attività sono invece svolte esclusivamente o prevalentemente nell'ambito di stabilimenti produttivi classificati come attività puntuali come attività di immagazzinamento di combustibili solidi (SNAP 050103). Nel porto di Ancona è infatti presente il carbonile ENEL in cui vengono immagazzinate circa 370 mila tonnellate di carbone che viene successivamente trasportato, fino a Foligno, nella centrale di Bastardo.

Estrazione, 1° trattamento e caricamento di combustibili gassosi: attività a terra – oltre la desolfurazione (SNAP 050302). La Centrale Gas di Fano, Eni S.p.A., che effettua il trattamento del gas proveniente dai giacimenti dei Campi a mare Regina, Basil, Brenda, Annabella, Annalisa e Daria, cui è collegata con due condotte (gasdotti).

Nella centrale, con un impianto di potenza calorifica di combustione superiore a 50 MW, il gas subisce tutti i trattamenti necessari per la commercializzazione.

Estrazione, 1° trattamento e caricamento di combustibili gassosi: attività off-shore di estrazione e trattamento di combustibili gassosi (SNAP 050303). Nello specifico, si tratta della piattaforma offshore "Barbara C", gestita dall'unità UGIT della Divisione Exploration & Production ed ubicata nel Mare Adriatico a circa 60 chilometri al largo della costa di Ancona. L'impianto costituisce la piattaforma "madre" del campo di produzione gas denominato "Barbara", verso la quale è convogliato il gas estratto dalle 17 piattaforme a essa connesse.

Distribuzione di combustibili liquidi, eccetto benzine, nei terminali marittimi (SNAP 050401). Come indicatore di attività relativo alla quantità di petrolio movimentata nei terminali petroliferi si è utilizzata la quantità di greggio lavorato da API raffineria.

Distribuzione di benzina e stazioni di servizio (SNAP 050503). I dati riguardanti la quantità di erogato nelle stazioni di servizio sono disponibili a livello comunale e sono stati ottenuti tramite gli Uffici Tecnici di Finanza regionali.

Per il calcolo delle emissioni si è proceduto nel modo seguente:

- determinazione della quantità di erogato nelle stazioni disaggregato a livello comunale
- stima delle emissioni attraverso l'utilizzo dei fattori di emissione selezionati.

Sono state, infine, trattate come sorgenti areali, le attività inerenti:



- distribuzione di combustibili liquidi, eccetto benzine, in altro trasporto interno e stoccaggio (SNAP 050402);
- distribuzione di benzina - trasporto e deposito (SNAP 050502);
- le reti di distribuzione di gas (SNAP 0506).

Per queste attività si sono utilizzate le vendite di combustibili fornite dal Ministero dello Sviluppo Economico; in particolare:

- la quantità di combustibili liquidi (gasolio, olio combustibile, GPL, lubrificanti) venduta;
- la benzina venduta extra rete;
- il gas consegnato tramite le reti di distribuzione, assumendo che la distribuzione avvenga tutta in bassa pressione.

I fattori di emissione considerati sono consultabili dalla letteratura e disponibili per tipologia di combustibile.

Codice SNAP	QUANTITATIVO DI COMBUSTIBILE	ANCONA	ASCOLI PICENO	MACERATA	PESARO URBINO	TOTALE
050103	Immagazzinamento di combustibili solidi [Mg]	370.000,0	0,0	0,0	0,0	370.000,0
050303	Metano Estratto [Sm ³ *1000]	87.200,0	0,0	0,0	0,0	87.200,0
050401	Quantità di petrolio movimentata nei terminali petroliferi [Mg]	3.364.731,0	0,0	0,0	0,0	5.000.000,0
050402	Vendite di combustibili liquidi (eccetto benzine) in t	334.059,0	250.475,0	186.843,0	418.838,0	1.190.215,0
050502	Vendite di benzine extra rete [Mg]	4.913,0	2.215,0	1.178,0	1.263,0	9.569,0
050503	Vendite di benzina in rete ordinaria e autostradale [Mg]	113.812,6	78.917,8	62.221,3	84.916,7	339.868,4
050603	Gas naturale totale distribuito (Milioni di Standard metri cubi a 38,1 MJ)	357,7	122,3	202,4	206,1	888,6

Tabella 44 Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 05.



Codice SNAP	050103	050303	050401	050402	050502	050503	050603
FE (g/t)	Immagazzinamento di combustibili solidi	Estrazione di combustibili gassosi - Attività off-shore	Distribuzione e di combustibili liquidi (eccetto benzine) nei terminali marittimi	Distribuzione e di combustibili liquidi (eccetto benzine) in altro trasporto interno e stoccaggio (incluse condutture)	Distribuzione e benzine - Trasporto e deposito	Distribuzione e benzine - Stazioni di servizio	Reti di distribuzione e di gas
CH4	n.p.	179,00	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	8.483,80
COVNM	n.p.	11,00	30,00	20,00	710,80	679,60	997,10
Benzene	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	2,80	2,70	n.p.
PM10	31,5	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.

Tabella 45 Fattori di emissione, espressi in g/t, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 05.

A queste attività, è necessario aggiungere i dati puntuali relativi la centrale di Fano (codice SNAP: 050302).

I dati, relativi al 2007, sono ricavati dalla dichiarazione ufficiale per il rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale; le emissioni fanno riferimento alla campagna analitica effettuata nell'anno 2007 tranne per quel che riguarda la CO₂, il cui valore è stato calcolato con il fattore di emissione in base alla quantità di fuel gas utilizzato.

Emissioni [Mg]	SOx	NOx	CO	CO ₂
ENI SPA	5,70	432,80	259,90	67.540,64

Tabella 46 Emissioni inquinanti in atmosfera generate da ENI S.p.A. (SNAP 050302)

Le emissioni così ottenute sono di seguito riportate suddivise per inquinante, attività e provincia.

Codice SNAP	050303	050603	
EMISSIONI CH4 [Mg]	Estrazione di combustibili gassosi - Attività off-shore	Reti di distribuzione di gas	TOTALE
ANCONA	11,39	2.215,55	2.226,94
ASCOLI PICENO	0,00	757,67	757,67
MACERATA	0,00	1.253,25	1.253,25
PESARO URBINO	0,00	1.276,60	1.276,60
TOTALE	11,39	5.503,07	5.514,46

Tabella 47 Emissioni di CH₄, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.



Codice SNAP	050303	050401	050402	050502	050503	050603	
EMISSIONI COVNM [Mg]	Estrazione di combustibili gassosi - Attività off-shore	Distribuzione di combustibili liquidi (eccetto benzine) nei terminali marittimi	Distribuzione di combustibili liquidi (eccetto benzine) in altro trasporto interno e stoccaggio (incluse condutture)	Distribuzione benzine - Trasporto e deposito	Distribuzione benzine - Stazioni di servizio	Reti di distribuzione di gas	TOTALE
ANCONA	0,70	100,94	6,68	3,49	77,35	260,39	449,56
ASCOLI PICENO	0,00	0,00	5,01	1,57	53,63	89,05	149,27
MACERATA	0,00	0,00	3,74	0,84	42,29	147,29	194,15
PESARO URBINO	0,00	0,00	8,38	0,90	57,71	150,04	217,02
TOTALE	0,70	100,94	23,80	6,80	230,97	646,77	1010,00

Tabella 48 Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05, escluse le emissioni fuggitive della Raffineria API.

Nella stima dei COVNM vanno considerate anche le emissioni fuggitive inerenti le attività di distribuzione, di trasporto e di deposito all'interno della raffineria.

	F.E. COVNM	Benzina 2005	COVNM
	g/Mg	Mg/anno	kg/anno
Stazione di distribuzione della raffineria	310	569.180	176.445,8
Trasporto e deposito interno alla raffineria	740	569.180	421.193,2
TOTALE			597.639,0

Tabella 49 Emissioni fuggitive derivanti da attività interne alla raffineria.

Dunque, la precedente tabella va modificata aggiungendo le emissioni di COVNM diffuse dalla raffineria.



Codice SNAP	050303	050401	050402	050501	050502	050503	050603	
EMISSIONI COVNM [Mg]	Estrazione di comb. gassosi - Attività off-shore	Distribuzione di comb. liquidi (eccetto benzine) nei terminali marittimi	Distribuzione di comb. liquidi (eccetto benzine) in altro trasporto interno e stoccaggio (incluse condutture)	Stazioni di distribuzione delle raffinerie	Distribuzione benzine - Trasporto e deposito	Distribuzione benzine - Stazioni di servizio	Reti di distribuzione di gas	TOT
ANCONA	0,70	100,94	6,68	176,45	424,69	77,35	260,39	1.047,19
ASCOLI PICENO	0,00	0,00	5,01	0,00	1,57	53,63	89,05	149,27
MACERATA	0,00	0,00	3,74	0,00	0,84	42,29	147,29	194,15
PESARO URBINO	0,00	0,00	8,38	0,00	0,90	57,71	150,04	217,02
TOTALE	0,70	100,94	23,80	176,45	427,99	230,97	646,77	1.607,63

Tabella 50 Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.

Codice SNAP	050502	050503	
EMISSIONI Benzene [Mg]	Distribuzione e benzine - Trasporto e deposito	Distribuzione benzine - Stazioni di servizio	TOTALE
ANCONA	0,01	0,31	0,32
ASCOLI PICENO	0,01	0,21	0,22
MACERATA	0,00	0,17	0,17
PESARO URBINO	0,00	0,23	0,23
TOTALE	0,03	0,918	0,94

Tabella 51 Emissioni di Benzene, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.

Codice SNAP	050103
EMISSIONI PM10 [Mg]	Immagazzinamento di combustibili solidi
ANCONA	11,66
ASCOLI PICENO	0
MACERATA	0
PESARO URBINO	0
TOTALE	11,66

Tabella 52 Emissioni di Polveri, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 05.



EMISSIONI [Mg]	CH4	COVNM	Benzene	PM10	SOx	NOx	CO	CO2
ANCONA	2.226,94	1.047,19	0,32	11,66	0	0	0	0
ASCOLI PICENO	757,67	149,27	0,22	0	0	0	0	0
MACERATA	1.253,25	194,15	0,17	0	0	0	0	0
PESARO URBINO	1.276,60	217,02	0,23	0	5,70	432,80	259,90	67.540,64
TOTALE	5.514,46	1.607,63	0,94	11,66	5,70	432,80	259,90	67.540,64

Tabella 53 Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 05, suddivise per provincia.

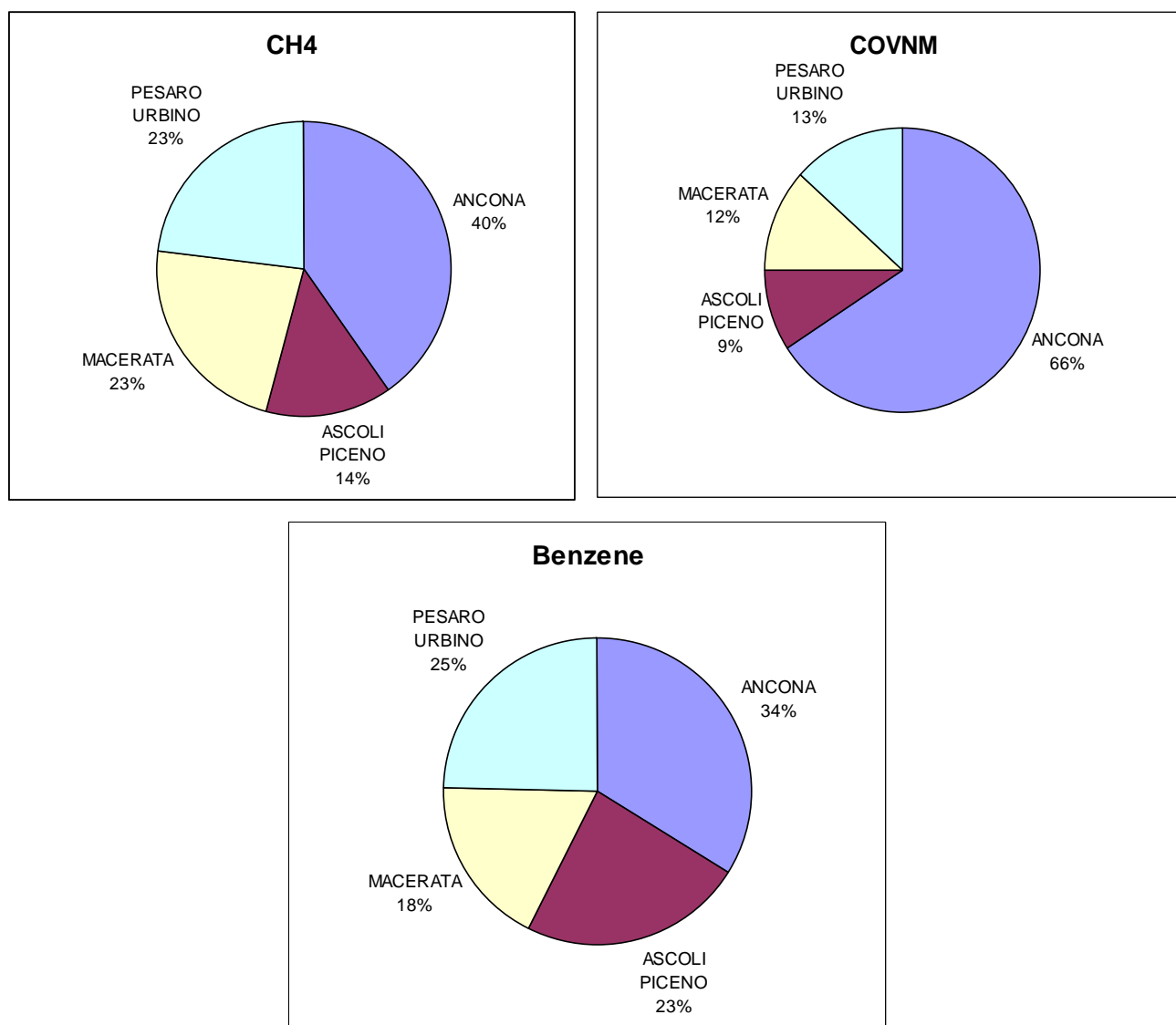


Figura 20 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 05, nelle province marchigiane (non compaiono inquinanti come PM, SOx, NOx, CO2 e CO perché attribuibili ad una sola provincia).



Di seguito, vengono forniti i prospetti riassuntivi che evidenziano il contributo, in percentuale ed in tonnellate, delle emissioni relativamente alle specie di inquinanti considerati e ai diversi tipi di attività inerenti il macrosettore in esame.

EMISSIONI [Mg]	050302	050303	050401	050402	050501	050502	050503	050603	050103	TOTALE
CH4	0,00	11,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.503,07	0,00	5.514,46
COVNM	0,00	0,70	100,94	23,80	176,45	427,99	230,97	646,77	0,00	1.607,63
Benzene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,92	0,00	0,00	0,94
PM10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,66	11,66
SOx	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70
NOx	432,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	432,80
CO	259,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	259,90
CO2	67.540,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67.540,64

Tabella 54 Contributo alle emissioni delle diverse attività, inerenti l'estrazione e la distribuzione di combustibili fossili, nella Regione Marche.

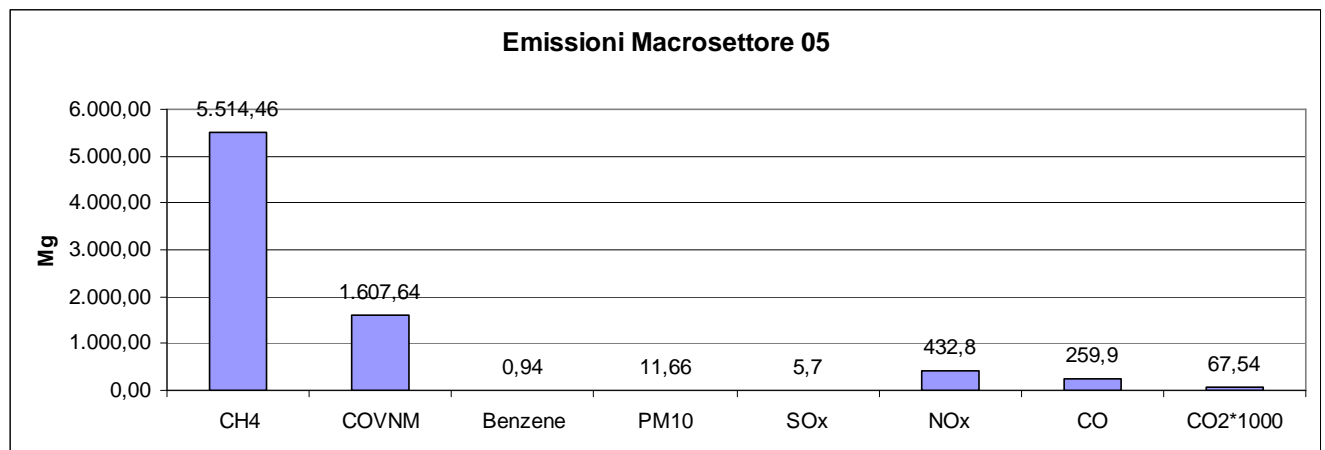


Figura 21 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, dovuti al macrosettore 05, nella Regione Marche.



EMISSIONI (%)	050302	050303	050401	050402	050501	050502	050503	050603	050103
CH4	0	0,21	0	0	0	0	0	99,79	0
COVNM	0	0,04	6,28	1,48	10,98	26,62	14,37	40,23	0
Benzene	0	0	0	0	0	2,84	97,16	0	0
PM10	0	0	0	0	0	0	0	0	100
SOx	100	0	0	0	0	0	0	0	0
NOx	100	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	100	0	0	0	0	0	0	0	0
CO2	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 55 Contributo percentuale delle diverse attività alle emissioni prodotte dall'estrazione e distribuzione dei combustibili fossili.

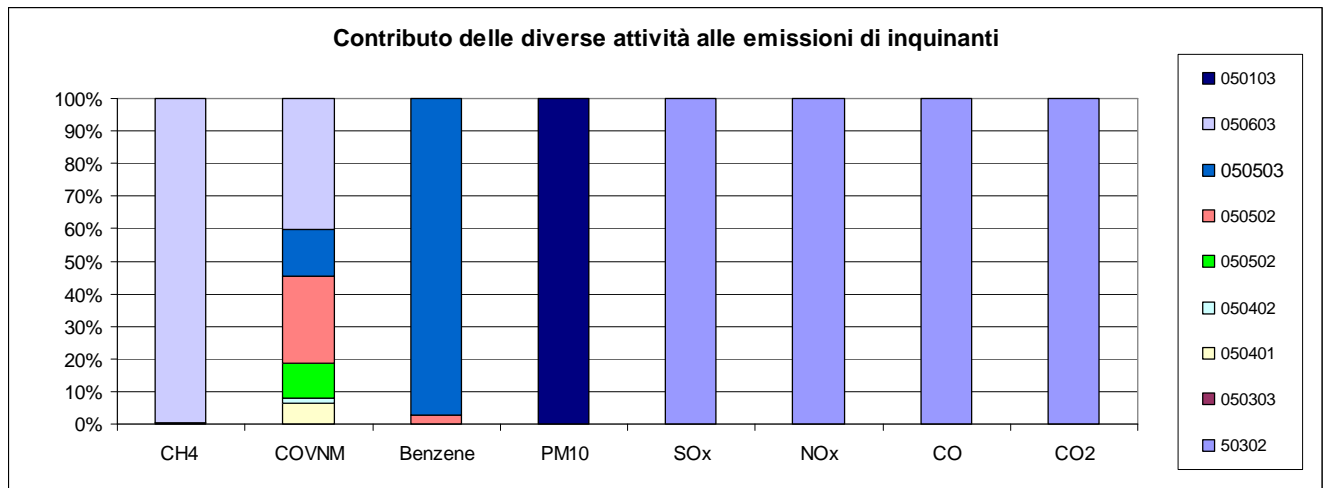


Figura 22 Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati alle diverse attività del macrosettore 05.

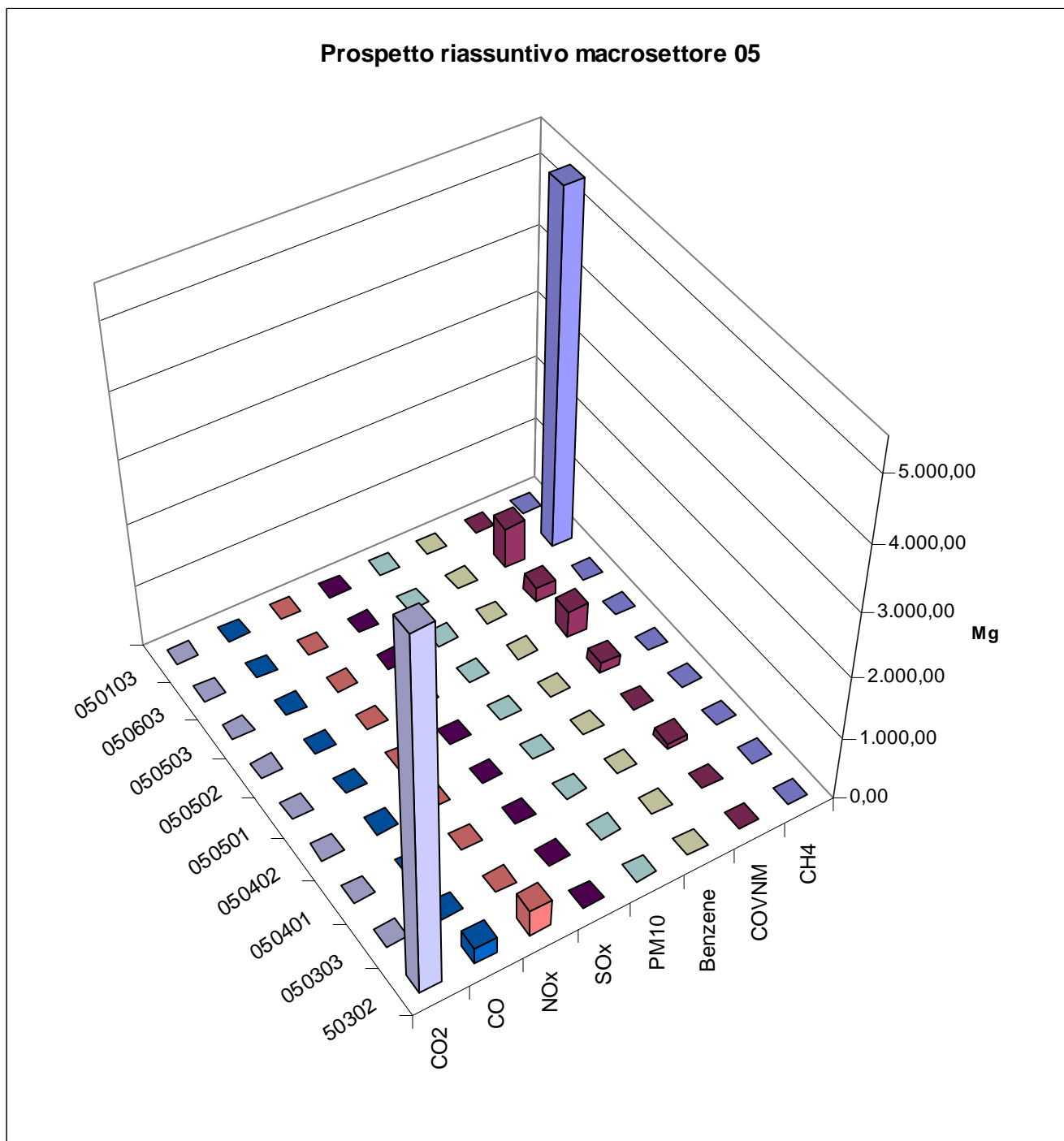


Figura 23 Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 05.

Come si può notare dall'esame dei risultati:



- le emissioni di CH₄ sono imputabili quasi totalmente alle reti di distribuzione di gas naturale (quasi il 100%) mentre l'estrazione off-shore dello stesso è decisamente poco influente;
- tra le attività prese in esame, quella più rilevante per le emissioni di COVNM è quella attribuibile alla distribuzione del gas metano (circa il 40%) mentre un 27% è dovuto alla distribuzione di benzina nelle stazioni di servizio;
- le emissioni di benzene sono essenzialmente dovute alla distribuzione di benzina nelle stazioni di servizio (circa 97%);
- le emissioni di polveri provengono, invece, totalmente dall'immagazzinamento di combustibili solidi (carbone);
- per SO_x, NO_x, CO₂ e CO, l'attività che unicamente contribuisce è la 050302 svolta dalla Centrale Gas di Fano, Eni S.p.A.

Nell'Appendice F, si possono consultare le emissioni di inquinanti suddivise per comune.

Per la disaggregazione spaziale sono stati utilizzati:

- il numero di abitanti per quanto riguarda la distribuzione di gas naturale (codice SNAP 050603);
- il numero di depositi combustibili, per le attività 050402 e 050502.



MACROSETTORE 06: Uso di solventi

Il macrosettore SNAP 06 comprende tutte le principali attività nelle quali sono utilizzati prodotti a base di solvente o comunque contenenti solventi.

Alcune di queste attività riguardano processi produttivi complessi, quali la produzione del poliestere, della gomma, degli inchiostri, delle vernici, ecc (codici SNAP dallo 060301 allo 060314) oppure la produzione di lana di vetro, l'industria della stampa, l'estrazione di oli e grassi (codici SNAP da 060401 a 060404), la maggior parte di queste attività sono svolte esclusivamente o prevalentemente in stabilimenti produttivi classificati come sorgenti puntuali.

Gli indicatori suggeriti dalla metodologia per la stima delle emissioni sono le quantità vendute dei diversi tipi di prodotto utilizzato, come ad esempio le vernici per la riparazione di carrozzerie di veicoli, per il legno, per l'edilizia, o i solventi per lo sgrassaggio, la pulizia, gli smacchiatori, ecc.

Queste informazioni sono generalmente disponibili a livello nazionale o regionale e la disaggregazione a livello comunale dei consumi con le tecniche proposte dalla metodologia, risulta problematica in quanto le attività considerate in alcuni casi rappresentano settori produttivi riconducibili a categorie ISTAT (come ad esempio le carrozzerie per la riparazione di veicoli, le lavanderie a secco), ma più sovente sono fasi o parti di cicli di lavorazione complessi, che portano alla formazione di numerosi prodotti industriali, conseguentemente, in questi casi le attività non sono associabili e singole categorie ISTAT.

Inoltre, la grande varietà di tecniche, processi, impianti e solventi che possono essere utilizzati per svolgere le attività considerate, possono far variare sostanzialmente le emissioni da caso a caso.

Per queste ragioni, la trattazione di questo macrosettore si è rivelata particolarmente complicata.

Per il reperimento dei dati, è stata chiesta la collaborazione delle principali aziende che producono e distribuiscono vernici e solventi, sia a livello regionale che nazionale. Purtroppo non c'è stato alcun riscontro ed il reperimento di dati, mediante altre fonti, si è rivelato ugualmente inefficace.

Per questi motivi è stata adottata la metodologia di tipo top-down, partendo dalle emissioni stimate da APAT a livello provinciale e disaggregandole, ulteriormente, a dettaglio comunale. Come variabili proxy sono stati utilizzati il numero di addetti nei settori appartenenti alla verniciatura.

EMISSIONI [Mg]	COVNM	CO2	Benzene	N2O	IPA
ANCONA	4.229,85	12.423,89	13,80	20,59	0,10
ASCOLI PICENO	3.021,73	8.001,64	14,99	16,88	0,03
MACERATA	3.063,21	7.576,18	9,89	13,97	0,05
PESARO URBINO	2.692,90	8.067,55	3,84	16,35	0,29
TOTALE	13.007,69	36.069,26	42,52	67,79	0,47

Tabella 56 Inquinanti emessi nel macrosettore 06, suddivisi per provincia.



Come si può notare, uno dei maggiori impatti ambientali sulla matrice aria è dovuto alle emissioni dei composti organici volatili non metanici (COVNM), in quanto presenti nel prodotto verniciante pronto all'uso e derivante da diluenti utilizzati nelle fasi di lavaggio.

Nell'aggiornamento dell'inventario, dovranno essere ricercate metodologie che consentano di stimare le emissioni di questo importante macrosettore con tecniche esclusivamente o prevalentemente bottom-up, in modo tale da migliorare l'affidabilità delle stime effettuate.

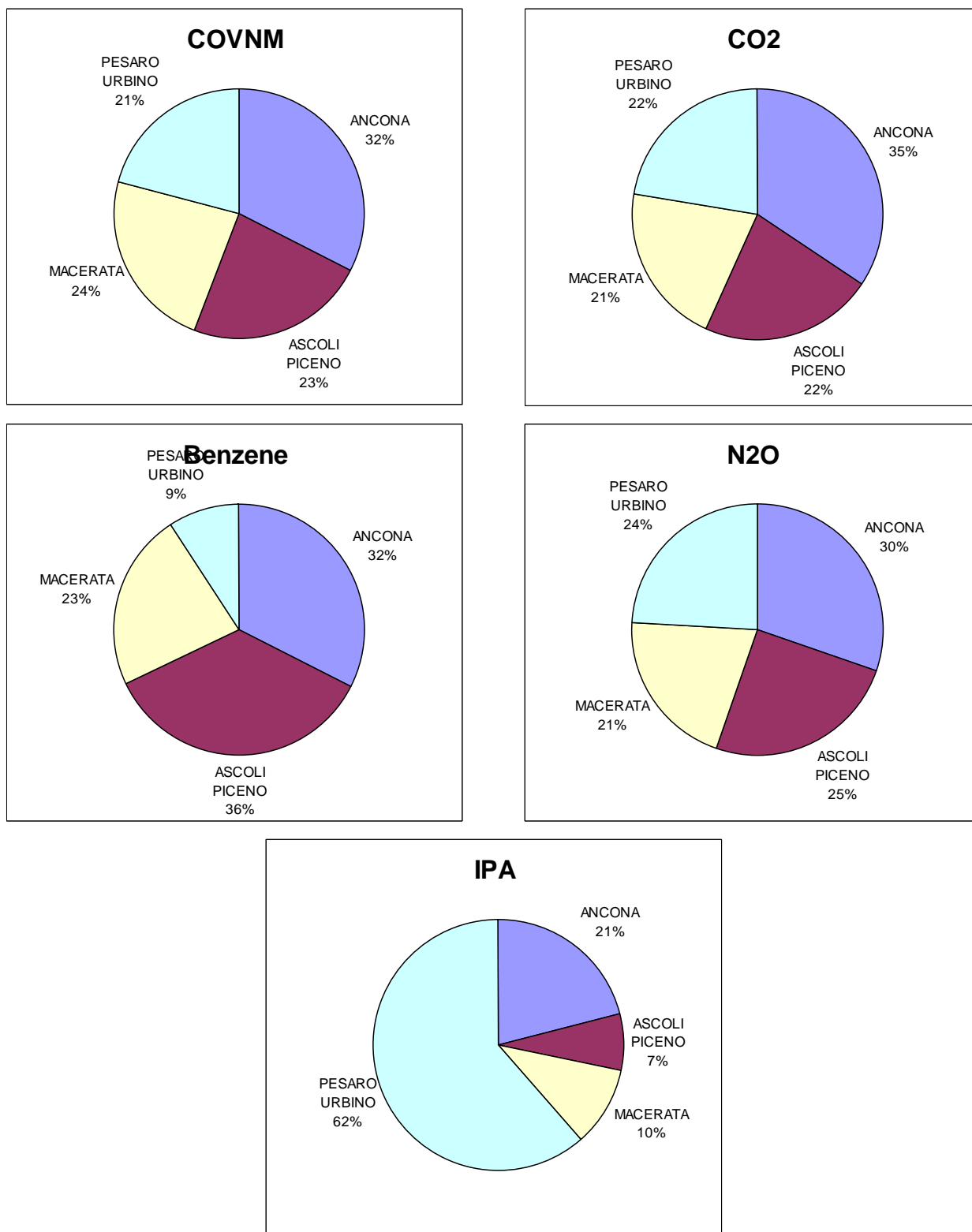


Figura 24 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 06, nelle province marchigiane.



MACROSETTORE 07: Trasporto su strada

Il macrosettore include i settori: automobili, veicoli leggeri, veicoli pesanti, motocicli, ciclomotori (tutti suddivisi ulteriormente, in base alla tipologia del percorso, nelle attività autostrade, strade extra urbane, strade urbane), evaporazione di benzina, pneumatici e usura dei freni.

Per la rilevanza che le emissioni dovute al traffico assumono rispetto alle emissioni complessive sono stati seguiti diversi approcci.

Il primo si basa sui consumi di carburante su strada. In questo caso, due sono state le fonti considerate per il reperimento dei dati di vendita di combustibile: l'Agenzia delle Dogane (Ufficio Tecnico di Finanza) che ha fornito, per ogni stazione di servizio, presente nella Regione Marche, i quantitativi di erogato di benzina, GPL e gasolio.

L'altra fonte utilizzata, per una stima parallela è stato il Ministero dello Sviluppo Economico il quale fornisce, annualmente, le quantità di benzina, GPL e gasolio vendute per il trasporto su strada, a livello provinciale.

In tal caso, le emissioni ottenute sono state ulteriormente suddivise a livello comunale utilizzando il numero di veicoli circolanti in ogni comune.

Per il calcolo delle emissioni, quindi, si sono moltiplicati i fattori di emissione, calcolati come media dei fattori di emissione dati in base al tipo di veicolo, alla cilindrata, al carburante impiegato e al tipo di percorso (urbano, extraurbano, autostradale) per i diversi indicatori di attività (consumi di combustibile).

FE (kg/Mg)	Benzina senza piombo	Gasolio	GPL
NOx	20,9	21,2	22,7
CO	62,7	51,4	74,4
CO2	3.016,00	3.137	2.877
NH3	0,7	0,018	0
COVNM	24,7	4,82	8,1
PM	0,3	1,8	0,3
N2O	0,3	0,45	0,27

Tabella 57 Fattori di emissione, espressi in kg/Mg, utilizzati per la stima delle emissioni

Alcune complicazioni riscontrate derivano dalla disomogeneità tra informazioni sulla stessa variabile forniti dai diversi enti come mostrato nelle tabelle successive.



Combustibile venduto per trasporto stradale (Fonte: Ministero)	ANCONA	ASCOLI PICENO	MACERATA	PESARO URBINO	TOTALE
Benzina senza piombo [Mg]	107.526,00	79.135,00	60.747,00	94.208,00	341.616,00
GPL [Mg]	29.463,00	14.951,00	9.233,00	10.225,00	63.872,00
Gasolio [Mg]	235.799,00	200.096,00	141.526,00	233.213,00	810.634,00

Tabella 58 Consumo di carburanti nel macrosettore 07 per l'anno 2005 secondo il Ministero dello Sviluppo Economico.

Combustibile venduto per trasporto stradale (Fonte UTF)	ANCONA	ASCOLI PICENO	MACERATA	PESARO URBINO	TOTALE
Benzina senza piombo [Mg]	113.812,62	78.917,84	62.221,29	84.916,65	339.868,40
GPL [Mg]	9.770,92	9.397,83	4.382,16	6.746,66	30.297,56
Gasolio [Mg]	174.424,70	156.388,31	90.346,35	115.600,48	536.759,83

Tabella 59 Consumo di carburanti nel macrosettore 07 per l'anno 2005 secondo l'Agenzia delle Dogane

La palese differenza nel consumo di combustibile tra i dati del Ministero dello Sviluppo Economico e quelli dell'Agenzia delle Dogane (fonte Ufficio Tecnico di Finanza) è dovuta al fatto che questi ultimi non comprendono i distributori di combustibile ad uso interno quali i distributori delle flotte di autobus. In definitiva, il dato più corretto è sicuramente quello del Ministero mentre il dato dell'Agenzia delle Dogane è di importanza fondamentale per valutare le emissioni fuggitive sul territorio (dovute alle sole benzine) ma risulterà sottostimare le emissioni allo scarico.

Un altro tipo di approccio più dettagliato e rigoroso prevede invece l'applicazione del modello COPERT.

Di seguito, sono riportate le emissioni ottenute con i diversi metodi menzionati.

EMISSIONI [Mg]	Ministero	UTF	COPERT
NOx	25.775,1	19.170,3	20.398,99
CO	67.838,0	51.153,3	67.516,86
CO2	3.757.032,5	2.796.024,8	4.182.977,31
NH3	253,7	247,6	429,33
COVM	12.862,5	11.227,3	9.741,64
PM	1.580,8	1.077,2	1.308,29
N2O	484,5	351,7	201,73

Tabella 60 Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 utilizzando i tre diversi approcci.

Come sopra accennato, le emissioni UTF sottostimano diversi inquinanti poiché non tengono conto delle emissioni dovute alle flotte di autobus urbani ed extraurbani. I dati valutati con il modello Copert sono, invece, in deciso accordo con quelli valutati a partire



dai dati del Ministero dello Sviluppo Economico. Questa rispondenza è da considerarsi un risultato di assoluto rispetto, superiore alle nostre aspettative.

Nel dettaglio, si sono ottenuti i risultati a seguito riportati, in cui le emissioni sono state suddivise per tipologia di combustibile.

EMISSIONI [kg]	Benzina senza piombo	GPL	Gasolio	TOTALE [Mg]
NOx	7.139.774,4	1.449.894,4	17.185.440,8	25.775,1
CO	21.419.323,2	4.752.076,8	41.666.587,6	67.838,0
CO2	1.030.313.856,0	183.759.744,0	2.542.958.858,0	3.757.032,5
NH3	239.131,2	0,0	14.591,4	253,7
COVNM	8.437.915,2	517.363,2	3.907.255,9	12.862,5
PM	102.484,8	19.161,6	1.459.141,2	1.580,8
N2O	102.484,8	17.245,4	364.785,3	484,5

Tabella 61 Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 ottenute dai dati di consumi di carburante forniti dal Ministero.

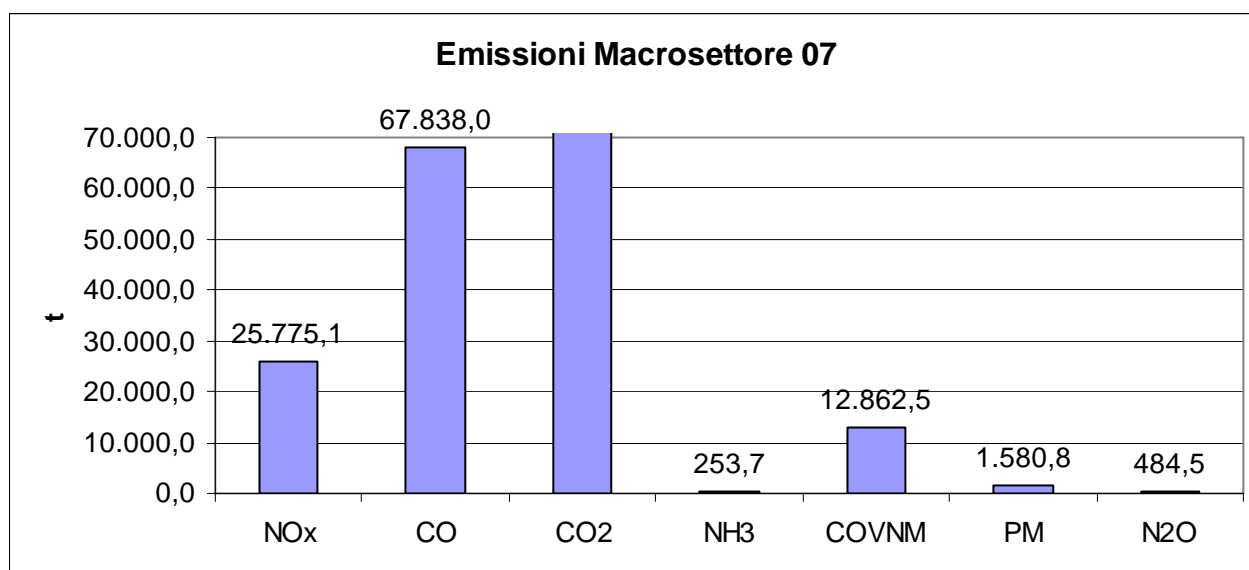


Figura 25 Emissioni di inquinanti in tonnellate stimate dai consumi di carburante forniti dal Ministero.



EMISSIONI [kg]	Benzina senza piombo	GPL	Gasolio	TOTALE [Mg]
NOx	7.103.249,6	687.754,7	11.379.308,5	19.170,3
CO	21.309.748,8	2.254.138,8	27.589.455,4	51.153,3
CO2	1.025.043.099,7	87.166.091,4	1.683.815.596,2	2.796.024,8
NH3	237.907,9	0,0	9.661,7	247,6
COVNM	8.394.749,5	245.410,3	2.587.182,4	11.227,3
PM	101.960,5	9.089,3	966.167,7	1.077,2
N2O	101.960,5	8.180,3	241.541,9	351,7

Tabella 62 Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 ottenute dai dati di consumi di carburante forniti dall' Agenzia delle Dogane, per ogni stazione di servizio del territorio regionale.

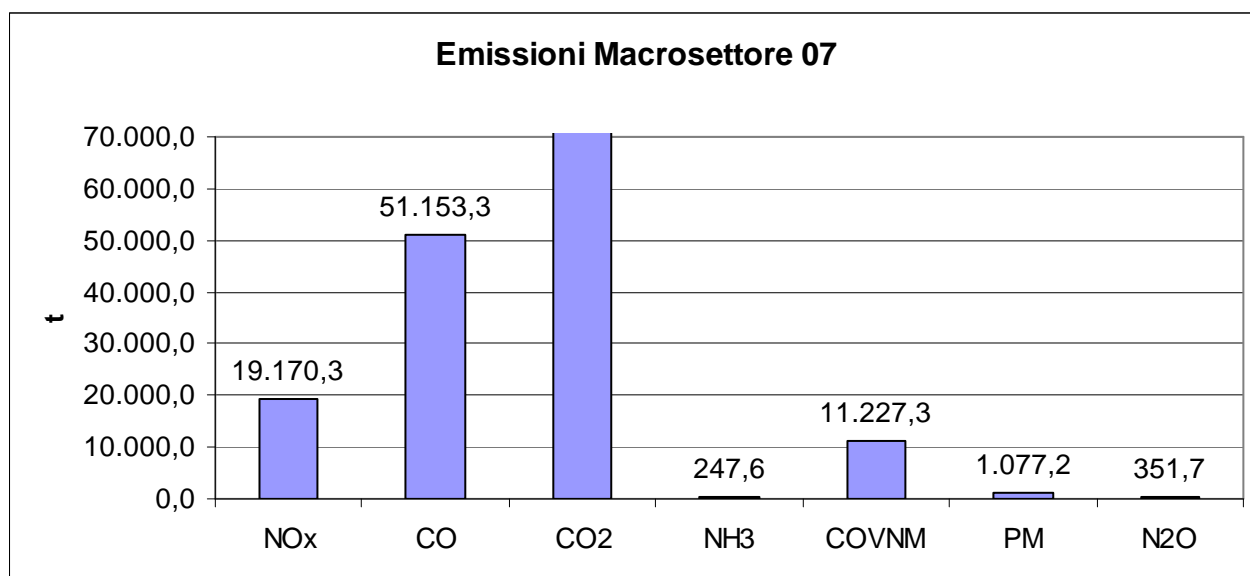


Figura 26 Emissioni di inquinanti in tonnellate per il macrosettore 07 ottenute dai dati di vendita di carburante, forniti dall' Agenzia delle Dogane, per ogni stazione di servizio del territorio regionale.

La disaggregazione provinciale e comunale è sviluppata in Appendice F.

Le emissioni ottenute con il software COPERT sono invece riportate di seguito nel dettaglio regionale e provinciale.

Per le emissioni a livello comunale e per una spiegazione più dettagliata sull'utilizzo del modello, si rimanda all' Appendice E.



EMISSIONI [Mg]	COPERT
NOx	20.398,99
CO	67.516,86
CO2	4.182.977,31
NH3	429,33
COVNM	9.741,64
PM10	1.308,29
N2O	201,73
Benzene	245,27
PM2,5	1.150,33
SO2	598,73
CH4	4.340,74
Metalli	6,02
Diossine [g(Teq)]	0,0728702

Tabella 63 Emissioni di inquinanti per il macrosettore 07 ottenute da COPERT

Emissioni COPERT [Mg]	SOx	NOx	CO	COVNM	Metalli	PM10	PM2.5
ANCONA	179,68	6.121,82	20.262,08	2.923,51	1,806626	392,62	345,22
ASCOLI PICENO	147,60	5.028,79	16.644,36	2.401,52	1,48406	322,52	283,58
MACERATA	124,27	4.233,90	14.013,40	2.021,92	1,249476	271,54	238,76
PESARO URBINO	147,18	5.014,49	16.597,01	2.394,69	1,479838	321,60	282,77
TOTALE	598,73	20.398,99	67.516,86	9.741,64	6,02	1.308,29	1.150,33

Emissioni [Mg]	NH3	CH4	N2O	CO2	Benzene
ANCONA	128,84	1.302,67	60,54	1.255.328,41	73,61
ASCOLI PICENO	105,84	1.070,09	49,73	1.031.193,97	60,46
MACERATA	89,11	900,94	41,87	868.194,30	50,91
PESARO URBINO	105,54	1.067,04	49,59	1.028.260,63	60,29
TOTALE	429,33	4.340,74	201,73	4.182.977,31	245,27

Tabella 64: Emissioni di inquinanti ottenute da COPERT a livello provinciale.

Da ultimo, occorre tenere conto che la distribuzione sul territorio delle emissioni di questo macrosettore potrebbe non rispondere completamente alla realtà. Questo perché non è stato possibile dettagliare le emissioni dovute al transito sulle arterie stradali principali e quelle dovute al traffico nelle aree urbane principali. L'assenza di informazioni sui flussi veicolari nella provincia di Ancona ha reso impossibile il calcolo di tali dati. Si dovrà prevedere, in futuro, uno studio completo e dettagliato su questo specifico punto.



MACROSETTORE 08: Altre sorgenti mobili e macchinari

Il macrosettore 8 include il trasporto ferroviario, la navigazione interna, i mezzi militari, il traffico marittimo, quello aereo e le sorgenti mobili a combustione interna non su strada, come ad esempio mezzi agricoli, forestali (seghe, apparecchi di potatura, ecc.), quelli legati alle attività di giardinaggio (falciatrici, ecc.) ed i mezzi industriali (ruspe, caterpillar, ecc.).

Per quanto riguarda le emissioni per le attività marittime è noto il dato di consumo del settore pesca e le relative emissioni sono valutate nelle tabelle seguenti.

Per quanto riguarda le emissioni da traffico aereo, il parametro utilizzato come moltiplicatore degli opportuni fattori di emissione è costituito dai cicli LTO (Landing and Take Off) dei singoli velivoli, ovvero le varie fasi che coinvolgono gli aerei nelle diverse operazioni all'interno degli aeroporti e le fasi di volo per una quota massima di 1000 m.

Il ciclo LTO si compone delle seguenti fasi:

- discesa in avvicinamento alla pista dalla quota di 1000m;
- atterraggio in senso stretto;
- spostamento dell'aeromobile dalla pista di atterraggio all'area di parcheggio;
- spostamento dall'area di parcheggio alla pista di decollo;
- risalita alla quota di 1000m.

Le stime delle emissioni così calcolate sono state attribuite alle attività SNAP 080501 ovvero "Traffico aereo nazionale (cicli LTO - < 1000 m)" e SNAP 080502 ovvero "Traffico aereo internazionale (cicli LTO - < 1000 m)". Tali valori di emissione risentono di una sottostima, in quanto non sono stati considerati i movimenti dei velivoli (aerei ed elicotteri) per turismo e lavoro aereo, nonché i movimenti dei velivoli militari.

Per la stima delle emissioni dal trasporto su rotaia, si è utilizzato il gasolio consumato dai veicoli di manovra e del servizio lavori (locomotive diesel delle stazioni di smistamento e dei cantieri)

DATI TRENITALIA 2005	
consumi Ferrovia	Litri di gasolio
Fabriano	1.048.000
Ancona	171.000
San Benedetto	355.000
TOT	1.574.000

Tabella 65: Indicatori di attività utilizzati per il sub settore 080200 (Ferrovia)

Per quanto riguarda le emissioni per le attività marittime (attività 080403) si è utilizzato, come indicatore di attività, i consumi provinciali di combustibile nel settore pesca (fonte PEAR).



Settore PESCA	
Mg di gasolio	
Ancona	14.628.804,04
Pesaro e Urbino	6.091.992,49
Ascoli Piceno	15.405.225,09
Macerata	8.129.978,38

Tabella 66: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 08

Utilizzando come parametro la flotta di pescherecci, si è stimato il consumo di gasolio, nel settore pesca, nel porto di San Benedetto del Tronto e di Porto San Giorgio, rispettivamente di 10.381,78 tonnellate e di 5.023,44 tonnellate.

Dall'Autorità Portuale della Provincia di Ancona e dalla Regione Marche sono stati forniti i flussi di traffico navale nel porto di Ancona (attività 080402) distinti per tipologia di nave (container, passeggeri, ro-ro, rinfuse liquide, rinfuse solide e container) e per stazza.

Per quanto riguarda le emissioni da traffico aereo il parametro utilizzato come moltiplicatore degli opportuni fattori di emissione è costituito dai cicli LTO (Landing and Take Off) dei singoli velivoli all'interno dell'aeroporto di Falconara.

Per l'attività: 080600 (macchinari per l'agricoltura), l'indicatore di attività è stato il consumo di gasolio e benzina utilizzati in questo settore.

	Combustibile consumato settore Agricoltura (080600)	
	Gasolio	Benzina
ANCONA	19.379.359,52	13.225,00
ASCOLI PICENO	19.516.627,29	19.687,00
MACERATA	23.513.513,27	9.754,00
PESARO-URBINO	20.403.541,55	27.940,00
Totali	82.813.041,64	70.606,00

Tabella 67 Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 08

FE (kg/GJ)	Ferrovie	Traffico aereo (g/cicli LTO)	Agricoltura
CH4	0,004	286,11025	0,106
CO	0,251	8.363,42675	31,485
CO2	73,32	10.041,564	72,04
N2O	0,029	150	0,001
NM VOC	0,109	2.545,70325	6,05
NOx	0,927	46.106,205	0,13
PM10	0,107	423	0,178
SOx	0,024	3.149,681	0,018

Tabella 68 Fattori di emissione, espressi in kg/GJ, utilizzati per la stima delle emissioni.



Le emissioni, così ottenute, sono riportate nelle successive tabelle.

Emissioni nel settore Ferrovie 080200 [kg]	Benzene	CH4	CO	CO2	N2O
Ancona	11,92	23,84	1.495,80	436.939,54	172,82
Fabriano	73,05	146,09	9.167,22	2.677.851,70	1.059,16
San Benedetto	24,74	49,49	3.105,31	907.096,71	358,78
Totale [Mg]	0,11	0,22	13,77	4.021,89	1,59
	COVNM	NOx	PM10	SOx	Metalli
Ancona	649,57	5.524,32	637,65	14,30	1,51
Fabriano	3.980,99	33.856,64	3.907,94	87,65	9,27
San Benedetto	1.348,52	11.468,61	1.323,78	29,69	3,14
Totale [Mg]	5,98	50,85	5,87	0,13	0,01

Tabella 69 Emissioni dal settore Ferrovie (codice SNAP 080200) dovute alle locomotive diesel delle stazioni di smistamento e dei cantieri.

Emissioni da attività marittime quali stazionamento in banchina e manovra in ambito portuale (080402)	CO [Mg]	NOx [Mg]	PM [Mg]
Porto di Ancona	76,540	28,809	0,950

Tabella 70 Emissioni da traffico marittimo nazionale (codice SNAP 080402)

Emissioni Settore Pesca SNAP 080403 [Mg]	Benzene	CH4	CO	CO2	COVNM	NOx	PM10	Metalli	SOx
Ancona	0,60	4,20	112,16	43.975,94	33,59	828,30	62,98	0,15	56,38
Fano	0,25	1,75	46,71	18.313,26	13,99	344,93	26,23	0,06	23,48
Civitanova Marche	0,33	2,33	62,33	24.439,69	18,67	460,33	35,00	0,08	31,33
Porto San Giorgio	0,21	1,44	38,51	15.101,07	11,53	284,43	21,63	0,05	19,36
San Benedetto del Tronto	0,43	2,98	79,60	31.208,88	23,84	587,83	44,69	0,11	40,01
TOTALE	1,81	12,70	339,31	133.038,84	101,61	2.505,82	190,52	0,46	170,56

Tabella 71 Emissioni dal settore Pesca (codice SNAP 080403) nei porti marchigiani.



Emissioni da Traffico aereo 080500 [Mg]	Benzene	SOx	CH4	CO	CO2	N2O	NM VOC	NOx	Metalli	PM10
Traffico nazionale (080501)	0,27	6,20	1,57	67,50	19,77	0,92	14,74	75,99	0,08	0,00
Traffico internazionale (080502)	0,32	4,70	1,90	62,24	15,00	1,60	17,90	58,06	0,01	2,47
TOTALE	0,59	10,91	3,47	129,75	34,77	2,53	32,64	134,04	0,08	2,47

Tabella 72 Emissioni da traffico aereo (codice SNAP 080500) riferito all'aeroporto di Falconara.

Emissioni [Mg] Settore Agricoltura 080600	Benzene	N2O	CH4	CO	CO2	SOx	NM VOC	NOx	PM10	Metalli
Ancona	2,83	0,68	71,59	21.264,05	48.653,70	12,15667	4.085,99	87,80	120,22	0,20
Pesaro Urbino	3,11	0,71	75,37	22.387,83	51.225,01	12,79914	4.301,93	92,44	126,57	0,21
Ascoli Piceno	2,90	0,68	72,10	21.414,66	48.998,33	12,24278	4.114,93	88,42	121,07	0,20
Macerata	3,37	0,82	86,86	25.800,26	59.032,89	14,75003	4.957,65	106,53	145,86	0,25
Totale	12,20	2,89	305,92	90.866,80	207.909,93	51,94862	17.460,51	375,18	513,71	0,87

Tabella 73 Emissioni da macchinari nel settore agricoltura (codice SNAP 080600)

Per l'attività 080600, la suddivisione a livello comunale è stata effettuata servendosi della superficie agricola utilizzata in ogni singolo comune del territorio regionale.

I risultati sono riportati in Appendice F.

Le emissioni complessive dal macrosettore sono presentate nella successiva Tabella.



Emissioni Macrosettore 08 [Mg]	Benzene	CH4	CO	CO2	N2O	COVNM	NOx	PM10	SOx	Metalli
Ferrovie (080200)	0,11	0,22	13,77	4.021,89	1,59	5,98	50,85	5,87	0,13	0,01
Traffico Marittimo (080400)	1,81	12,70	415,85	133.038,85	n.p.	101,61	2.534,63	191,47	170,56	0,46
Traffico Aereo (080500)	0,59	3,47	129,75	34,77	2,53	32,64	134,04	2,47	10,91	0,08
Agricoltura (080600)	12,20	305,92	90.866,80	207.909,93	2,89	17.460,51	375,18	513,71	51,95	0,87
Totale	14,72	322,31	91.426,16	345.005,43	7,00	17.600,74	3.094,71	713,53	233,55	1,42

Tabella 74 Emissioni di inquinanti per il macrosettore 08 suddivise per subsettori

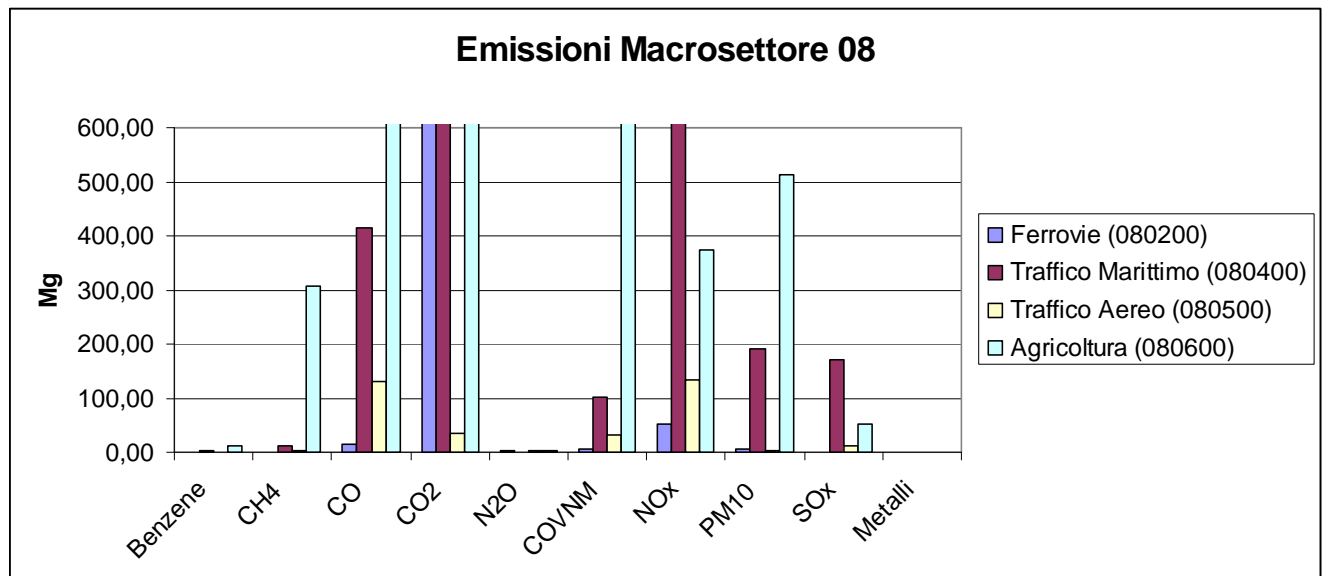


Figura 27 Contributo dei diversi subsettori del macrosettore 08 alle emissioni di inquinanti



MACROSETTORE 09: Trattamento e smaltimento dei rifiuti

Comprende le attività di incenerimento, spargimento, interrimento di rifiuti, ma anche gli aspetti ad essi collaterali come il trattamento delle acque reflue, il compostaggio, la produzione di biogas, lo spargimento di fanghi, ecc. Inoltre, fanno capo a questo macrosettore l'incenerimento di rifiuti agricoli (ma non di sterpaglie sui campi, che vengono considerate nel macrosettore successivo) e la cremazione di cadaveri.

In questo settore, sono analizzate le emissioni relative al trattamento e allo smaltimento dei rifiuti utilizzando, come indicatori da attività, i dati rilevati dall'APAT nel "Rapporto Rifiuti 2006" riportati in Tabella 72 (eccetto il dato sul numero di abitanti nelle province marchigiane; fonte ISTAT 2005).

codice SNAP	Indicatori di attività	ANCONA	ASCOLI PICENO	MACERATA	PESARO URBINO	TOTALE
090201	Quantità trattata di rifiuti urbani negli impianti di incenerimento [Mg]	0,00	0,00	19.207,00	0,00	19.207,00
090401	Quantità smaltita in discarica [Mg]	239.076,00	241.457,00	121.134,00	242.296,00	843.963,00
091001	Quantità di acque reflue industriali trattata (1000m3)	0,00	0,00	0,00	16,73	16,73
091002	Numero di Abitanti	464.427,00	380.648,00	315.065,00	368.669,00	1.528.809,00
091005	Quantità di rifiuto trattato nel compostaggio [Mg]	10.000,00	8.337,00	54.680,00	0,00	73.017,00
091007	Numero di Abitanti serviti	38.366,00	19.980,00	52.183,00	18.206,00	128.735,00

Tabella 75 Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 09.

Per la stima delle emissioni, sono stati utilizzati i fattori di emissione suggeriti dall'ANPA tranne per le attività individuate dai codici SNAP 091002 e 091007 per le quali il Manuale dei fattori di emissione, redatto da ANPA, non fornisce alcuna informazione e si è dovuto quindi far riferimento all' Atmospheric Emission Inventory Guidebook 3rd Edition dell'EEA.



Codice SNAP	090201	090401	091001	091002	091005	091007
FE	Incenerimento di rifiuti solidi urbani (kg/t)	Discarica controllata di rifiuti (kg/t)	Trattamento acque reflue industriali (kg/1000m3)	Trattamento acque reflue nei settori residenziale e commerciale (kg/ab serviti)	Compostaggio (kg/t)	Fosse biologiche (kg/ab serviti)
CH4	n.p.	23,68	116	0,3	0,05	n.p.
COVNM	0,46	0,31	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.
CO	0,07	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.
NOx	1,15	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.
SO2	0,39	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.
CO2	289,07	n.p.	n.p.	27,4	n.p.	n.p.
N2O	0,1	n.p.	n.p.	0,02	n.p.	n.p.
NH3	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	1,6
PM10	0,046	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.
IPA (g/t)	0,05	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.

Tabella 76 Fattori di emissione utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 09.

Sono di seguito mostrati i valori delle emissioni inquinanti ottenuti.

A questi sono aggiunti i dati relativi alle emissioni in torcia della raffineria di petrolio API di Falconara Marittima.

Per questi ultimi, la fonte di dati utilizzata è stata la "Valutazione Dati emissivi della Raffineria API di Falconara" elaborata da ARPAM in cui si considerano solo le emissioni di due inquinanti (SO2 e NOx) relativi, tra l'altro, all'anno 2000.

Codice SNAP	090401	091001	091002	091005	
EMISSIONI CH4 [kg]	Discarica controllata di rifiuti	Trattamento acque reflue industriali	Trattamento acque reflue nei settori residenziale e commerciale	Compostaggio	TOTALE [Mg]
ANCONA	5.661.319,68	0,00	139.328,10	500,00	5.801,15
ASCOLI PICENO	5.717.701,76	0,00	114.194,40	416,85	5.832,31
MACERATA	2.868.453,12	0,00	94.519,50	2.734,00	2.965,71
PESARO URBINO	5.737.569,28	1.940,91	110.600,70	0,00	5.850,11
TOTALE [Mg]	19.985,04	1,94	458,64	3,65	20.449,28

Tabella 77 Emissioni di CH4, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.



Codice SNAP	090201	090401	
EMISSIONI COVNM[kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Discarica controllata di rifiuti	TOTALE [Mg]
ANCONA	0,00	74.113,56	74,11
ASCOLI PICENO	0,00	74.851,67	74,85
MACERATA	8.835,22	37.551,54	46,39
PESARO URBINO	0,00	75.111,76	75,11
TOTALE [Mg]	8,84	261,63	270,46

Tabella 78 Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.

Codice SNAP	090201
EMISSIONI CO[kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
ANCONA	0,00
ASCOLI PICENO	0,00
MACERATA	1.344,49
PESARO URBINO	0,00
TOTALE [Mg]	1,34

Tabella 79 Emissioni di CO, a livello provinciale, nel macrosettore 09.

Codice SNAP	090201	090203	
EMISSIONI NOx[kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Torze nelle raffinerie di petrolio	TOTALE [Mg]
ANCONA	0,00	5.800,00 (dato 2000)	5,80
ASCOLI PICENO	0,00	0,00	0,00
MACERATA	22.088,05	0,00	22,09
PESARO URBINO	0,00	0,00	0,00
TOTALE [Mg]	22,09	5,80	27,89

Tabella 80 Emissioni di NOx, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.



Codice SNAP	090201	090203	
EMISSIONI SO2[kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Torced nelle raffinerie di petrolio	TOTALE [Mg]
ANCONA	0,00	461.300,00 (dato 2000)	461,30
ASCOLI PICENO	0,00	0,00	0,00
MACERATA	7.490,73	0,00	7,49
PESARO URBINO	0,00	0,00	0,00
TOTALE [Mg]	7,49	461,30	468,79

Tabella 81 Emissioni di SO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.

Codice SNAP	090201	091002	
EMISSIONI CO2 [kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Trattamento acque reflue nei settori residenziale e commerciale	TOTALE [Mg]
ANCONA	0,00	12.725.299,80	12.725,30
ASCOLI PICENO	0,00	10.429.755,20	10.429,76
MACERATA	5.552.167,49	8.632.781,00	14.184,95
PESARO URBINO	0,00	10.101.530,60	10.101,53
TOTALE [Mg]	5.552,17	41.889,37	47.441,53

Tabella 82 Emissioni di CO2, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.

Codice SNAP	090201	091002	
EMISSIONI N2O [kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Trattamento acque reflue nei settori residenziale e commerciale	TOTALE [Mg]
ANCONA	0,00	9.288,54	9,29
ASCOLI PICENO	0,00	7.612,96	7,61
MACERATA	1.920,70	6.301,30	8,22
PESARO URBINO	0,00	7.373,38	7,37
TOTALE [Mg]	1,92	30,58	32,50

Tabella 83 Emissioni di N2O, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 09.



Codice SNAP	091007
EMISSIONI NH3 [kg]	Fosse biologiche
ANCONA	61.385,60
ASCOLI PICENO	31.968,00
MACERATA	83.492,80
PESARO URBINO	29.129,60
TOTALE [Mg]	205,98

Tabella 84 Emissioni di NH3, a livello provinciale, nel macrosettore 09.

Codice SNAP	090201
EMISSIONI PM [kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
ANCONA	0,00
ASCOLI PICENO	0,00
MACERATA	883,52
PESARO URBINO	0,00
TOTALE [Mg]	0,88

Tabella 85 Emissioni di PM, a livello provinciale, nel macrosettore 09.

Codice SNAP	090201
EMISSIONI IPA [Kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
ANCONA	0,000
ASCOLI PICENO	0,000
MACERATA	0,960
PESARO URBINO	0,000
TOTALE [Mg]	0,001

Tabella 86 Emissioni di IPA, a livello provinciale, nel macrosettore 09

Per quanto riguarda il calcolo delle emissioni di Metalli pesanti, si riportano di seguito le tabelle 87 e 88 rispettivamente con i fattori di emissioni relativi all'unica attività coinvolta (ossia la 090201: Incenerimento di rifiuti solidi urbani) e le emissioni ottenute.



Codice SNAP	090201
FE (g/t)	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
As	0,05
Cd	0,25
Cr	0,45
Cu	1,00
Hg	0,15
Ni	16,35
Pb	1,35
Se	0,01
Zn	0,02

Tabella 87 Fattori di emissione utilizzati per la stima delle emissioni dei Metalli pesanti nel macrosettore 09.

Codice SNAP	090201
EMISSIONI [kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
As	0,96
Cd	4,80
Cr	8,64
Cu	19,21
Hg	2,88
Ni	314,03
Pb	25,93
Se	0,19
Zn	0,38
Totale Metalli [Mg]	0,38

Tabella 88 Emissioni di Metalli, distinti per elementi, nel macrosettore 09



Codice SNAP	090201
EMISSIONI Metalli [kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani
ANCONA	0,000
ASCOLI PICENO	0,000
MACERATA	377,030
PESARO URBINO	0,000
TOTALE [Mg]	0,377

Tabella 89 Emissioni di Metalli, a livello provinciale, nel macrosettore 09.

EMISSIONI [Mg]	CH4	COVNM	CO	NOx	SO2	CO2	N2O	NH3	PM	IPA [kg]	Metalli
ANCONA	5.801,15	74,11	0,00	5,80	461,30	12.725,30	9,29	61,39	0,00	0,000	0,00
ASCOLI PICENO	5.832,31	74,85	0,00	0,00	0,00	10.429,76	7,61	31,97	0,00	0,000	0,00
MACERATA	2.965,71	46,39	1,34	22,09	7,49	14.184,95	8,22	83,49	0,88	0,960	0,38
PESARO URBINO	5.850,11	75,11	0,00	0,00	0,00	10.101,53	7,37	29,13	0,00	0,000	0,00
TOTALE	20.449,28	270,46	1,34	27,89	468,79	47.441,53	32,50	205,98	0,88	0,960	0,38

Tabella 90 Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse nel macrosettore 09, suddivise per provincia.

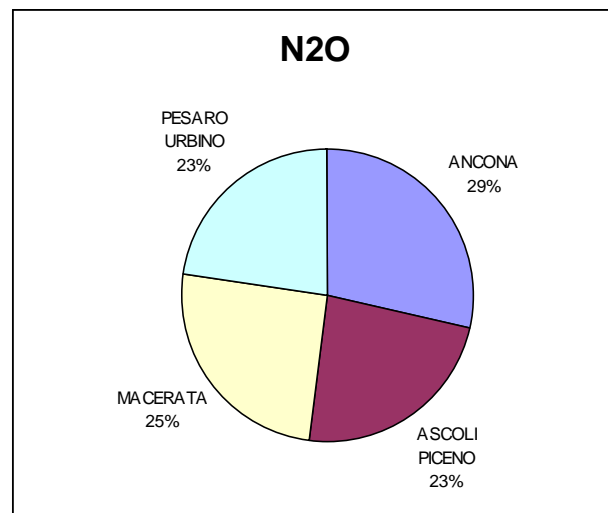
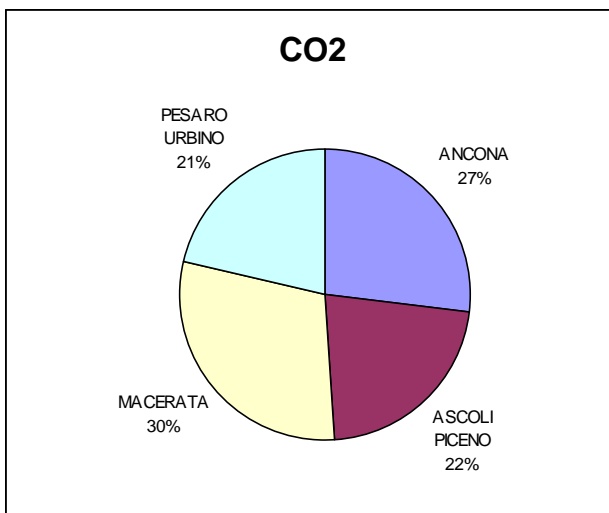
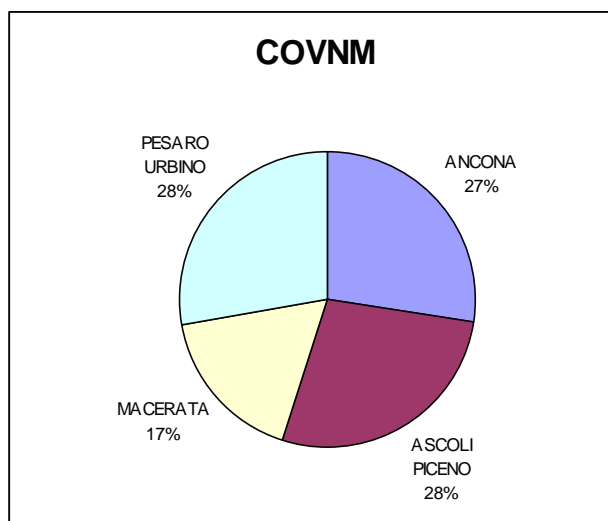
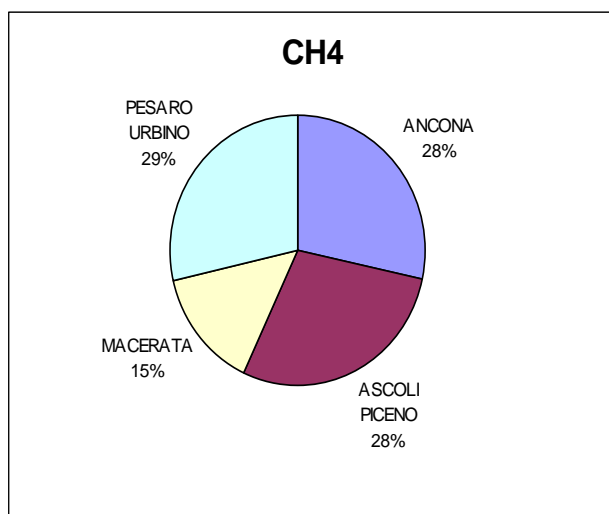


Tabella 91 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 09, nelle province marchigiane (non sono presenti i grafici di quegli inquinanti IPA, Metalli, CO e PM, le quali emissioni sono totalmente imputabili ad un'unica provincia).

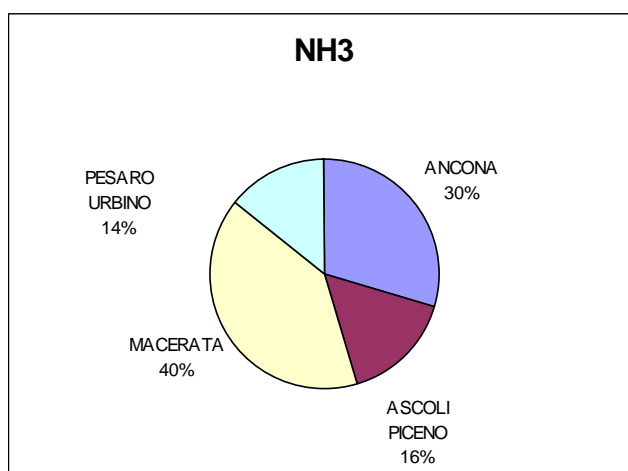
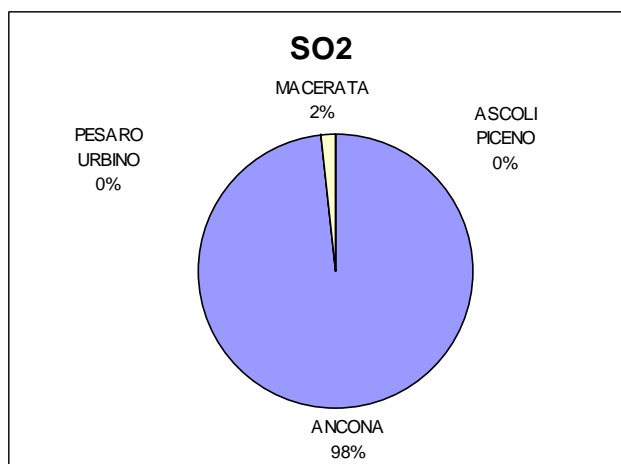
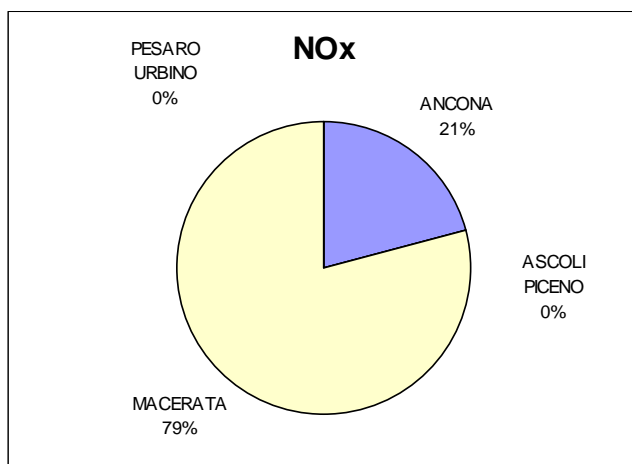


Tabella 92 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 09, nelle province marchigiane (non sono presenti i grafici di quegli inquinanti, IPA, Metalli, CO e PM, le cui emissioni sono totalmente imputabili alla sola provincia Macerata).

Di seguito, vengono forniti i prospetti riassuntivi che evidenziano il contributo, in percentuale ed in tonnellate, delle emissioni relativamente alle principali specie di inquinanti considerati e alle diverse attività di smaltimento dei rifiuti.



Codice SNAP	090201	090203	090401	091001
EMISSIONI [kg]	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Torche nelle raffinerie di petrolio	Discarica controllata di rifiuti	Trattamento acque reflue industriali
CH4	0,00	0,00	19.984.996,48	1.940,91
COVNM	8.835,22	0,00	261.627,91	0,00
CO	1.344,49	0,00	0,00	0,00
NOx	22.088,05	5.800,00 (dato 2000)	0,00	0,00
SO2	7.490,73	461.300,00 (dato 2000)	0,00	0,00
CO2	5.552.167,49	0,00	0,00	0,00
N2O	1.920,70	0,00	0,00	0,00
NH3	0,00	0,00	0,00	0,00
PM	883,52	0,00	0,00	0,00
IPA	0,96	0,00	0,00	0,00
Metalli	377,03	0,00	0,00	0,00
Codice SNAP	091002	091005	091007	
Codice SNAP	091002	091005	091007	
EMISSIONI [kg]	Trattamento acque reflue nei settori residenziale e commerciale	Compostaggio	Fosse biologiche	TOTALE [Mg]
CH4	458.642,70	3.650,85	0,00	20.449,23
COVNM	0,00	0,00	0,00	270,46
CO	0,00	0,00	0,00	1,34
NOx	0,00	0,00	0,00	27,89
SO2	0,00	0,00	0,00	468,79
CO2	41.889.366,60	0,00	0,00	47.441,53
N2O	30.576,18	0,00	0,00	32,50
NH3	0,00	0,00	205.980	205,98
PM	0,00	0,00	0,00	0,88
IPA	0,00	0,00	0,00	0,00096
Metalli	0,00	0,00	0,00	0,38

Tabella 93 Contributo dei diversi combustibili alle emissioni prodotte dallo smaltimento dei rifiuti, nella Regione Marche.

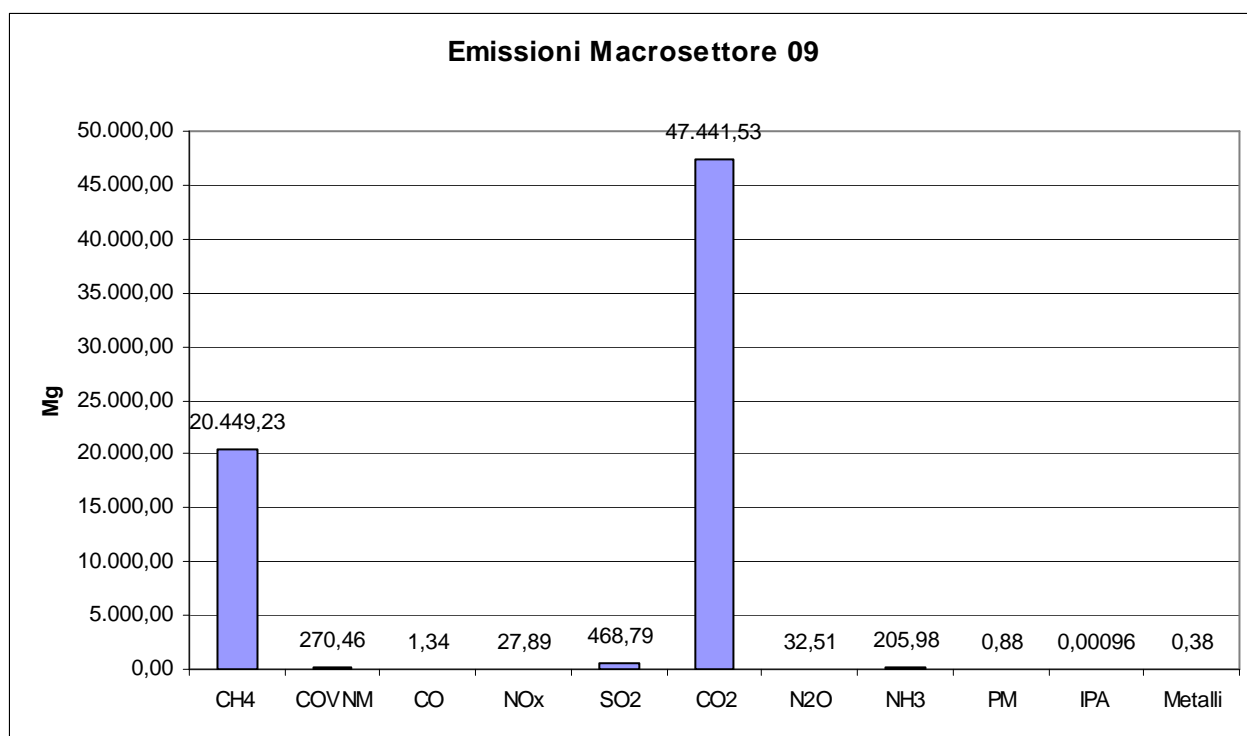


Figura 28 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 09, nella Regione Marche.

Codice SNAP	090201	090203	090401	091001	091002	091005	091007
EMISSIONI (%)	Incenerimento di rifiuti solidi urbani	Torche nelle raffinerie di petrolio	Discarica controllata di rifiuti	Trattamento acque reflue industriali	Trattamento acque reflue nei settori residenziale e commerciale	Compostaggio	Fosse biologiche
CH4	0	0	97,73	0,01	2,24	0,02	0
COVNM	3,27	0	96,73	0	0	0	0
CO	100	0	0	0	0	0	0
NOx	100	20,80	0	0	0	0	0
SO2	100	98,40	0	0	0	0	0
CO2	11,70	0	0	0	88,30	0	0
N2O	5,91	0	0	0	94,09	0	0
NH3	0,00	0	0	0	0	0	100
PM	100	0	0	0	0	0	0
IPA	100	0	0	0	0	0	0
Metalli	100	0	0	0	0	0	0

Tabella 94: Contributo percentuale alle emissioni prodotte dalle diverse attività di smaltimento dei rifiuti.

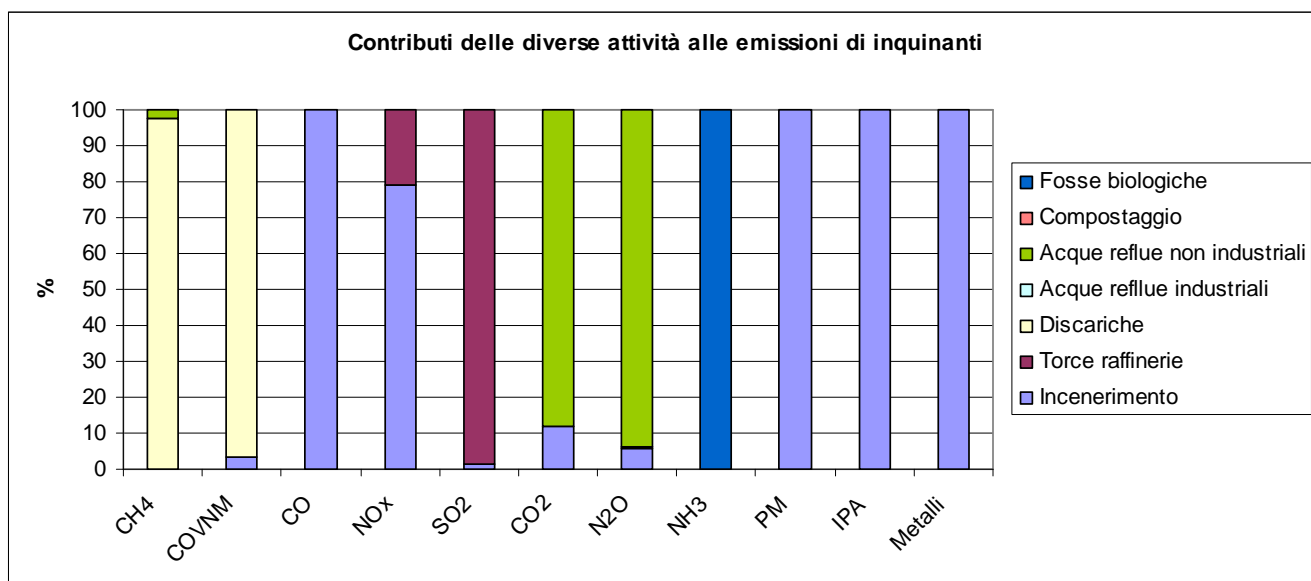


Figura 29 Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati alle diverse attività inerenti lo smaltimento dei rifiuti.

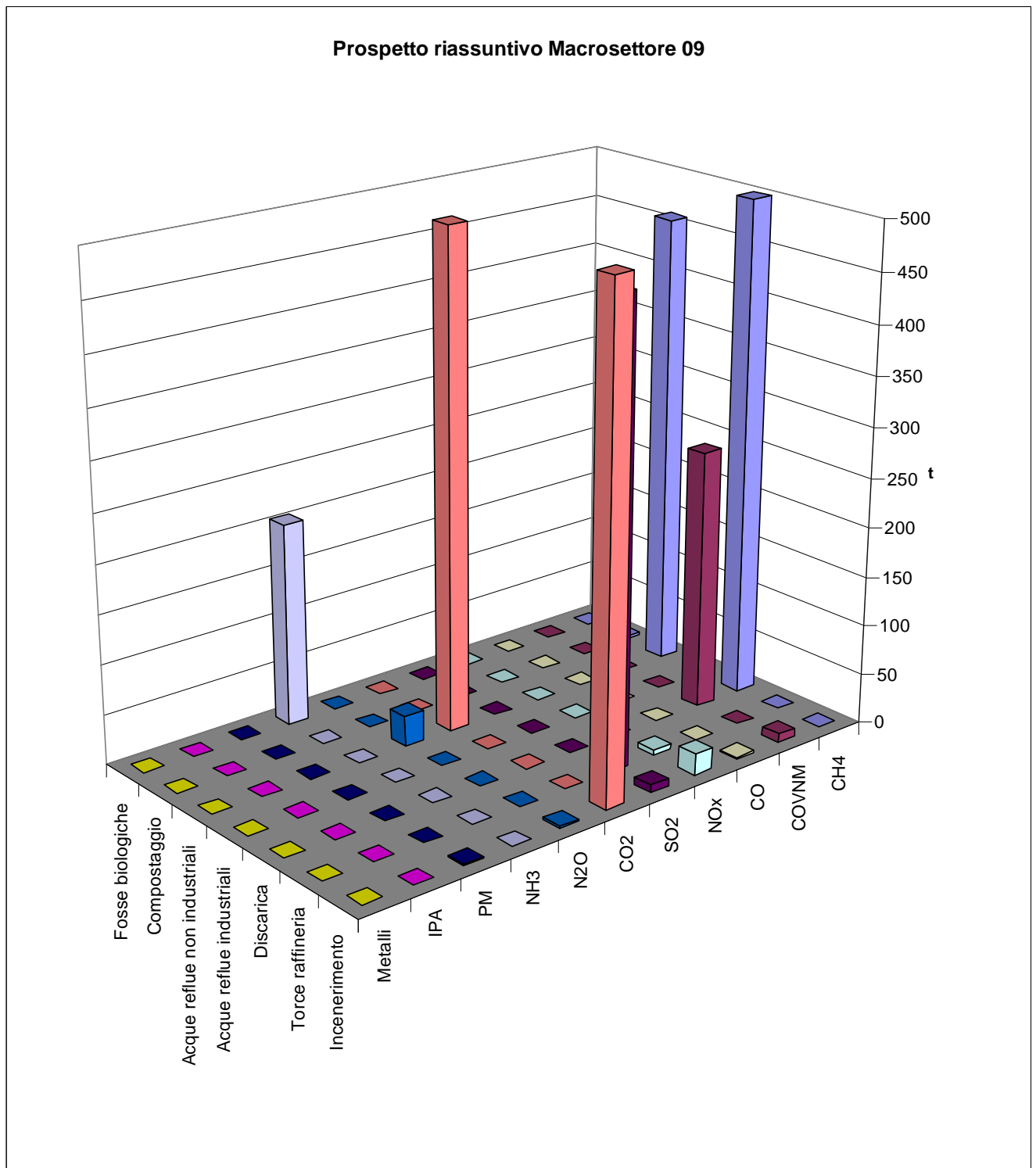


Figura 30 Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 09.

Dall'esame dei risultati ottenuti, si evince che:



- le emissioni di CH₄ e COVNM sono quasi totalmente dovute allo smaltimento dei rifiuti nelle discariche (rispettivamente: 98% e 97% circa);
- inquinanti come CO, PM, IPA e Metalli sono emessi soltanto dagli inceneritori;
- le emissioni di CO₂ ed N₂O sono causate in massima parte (oltre l'88% ed il 94%) al trattamento delle acque reflue nei settori residenziale e commerciale;
- le emissioni di SO₂ sono sostanzialmente imputabili alla torcia nella raffineria di petrolio (98,4%);
- le emissioni di NH₃ sono dovute allo smaltimento dei rifiuti in fosse biologiche;
- le emissioni di NO_x, sono principalmente prodotte dalla combustione dei rifiuti negli inceneritori (circa 80%) mentre un 20% è causato nelle torce della raffineria di petrolio API.

I dati emissivi, a livello comunale, sono presentati nell'Appendice F.



MACROSETTORE 10: Agricoltura

Comprende le emissioni dovute alle attività agricole (con e senza fertilizzanti, antiparassitari, pesticidi e/o diserbanti) ed all'incenerimento di residui effettuato in loco. Fanno parte del macrosettore 10 anche le attività di allevamento (fermentazione enterica, produzione di composti organici) e di produzione vivaistica.

I dati, a livello comunale, sono tratti dall'ultimo Censimento dell'Agricoltura pubblicato da ISTAT. Poiché tali dati sono resi disponibili a cadenza decennale, l'anno di riferimento è il 2000.

Solo per alcune attività sarebbero disponibili dati più aggiornati, reperiti da altre pubblicazioni ISTAT relative all'agricoltura e alla zootecnia.

Come si può, però, notare dalla tabella sottostante, le differenze percentuali sono relativamente piccole, salvo che per alcuni settori della zootecnia, e dunque l'errore nel considerare come anno il 2000 (in attesa del prossimo censimento 2010) comporta differenze accettabili nell'ottica di utilizzare dati quanto più omogenei.

INDICATORI DI ATTIVITA'	anno:2000	anno:2005	Differenza assoluta %
Quantità di fertilizzanti [Mg]	179.233	179.788,4	0,3
Superficie di seminativi (ha)	401.064	386.416,3	3,6
Prati e Pascoli (ha)	65.358	76.296	16,7
Totale Bovini	78.329	77.824	0,6
Ovini	162.774	206.367	26,8
Suini	147.750	111.909	24,2
Equini	5.064	3.667	27,6
Caprini	6.929	6.995	0,9

Tabella 95: Confronto dati ISTAT tra gli anni 2000 e 2005.

Un altro problema riscontrato riguarda la difficoltà nel reperire informazioni sulla combustione di stoppie; un dato che, tra l'altro, risulta impossibile quantificare con precisione.



INDICATORI DI ATTIVITA'	ANCONA	ASCOLI PICENO	MACERATA	PESARO URBINO	TOTALE
Quantità di fertilizzanti [Mg]	55.406	41.617	53.027	29.182	179.233
Superficie di seminativi (ha)	103.728	68.356	115.634	113.345	401.064
Prati e Pascoli (ha)	7.013	15.008	23.894	19.443	65.358
Vacche da latte	1.314	1.823	2.966	2.936	9.039
Altri Bovini	10.076	13.970	22.736	22.508	69.290
Totale Bovini	11.390	15.793	25.702	25.444	78.329
Ovini	18.529	42.902	63.514	37.829	162.774
Suini	34.196	53.426	40.465	19.663	147.750
Equini	640	886	1.453	2.085	5.064
Caprini	1.430	1.571	1.690	2.238	6.929
Galline ovaiole	205.222	1.172.872	176.160	480.777	2.035.031
Pollastri	2.049.216	1.353.393	1.376.735	562.876	5.342.220
Altri avicoli	94.172	79.669	65.378	76.805	316.024
Altro (conigli..)	247.719	345.528	255.782	135.609	984.638
Quantità di cereali [Mg]	2.228	1.927	2.715	2.564	9.434

Tabella 96: Indicatori di attività utilizzati per il macrosettore 10.

Per la stima delle emissioni, sono stati utilizzati i fattori di emissione consigliati dall'ANPA e i risultati ottenuti, suddivisi per attività, si possono osservare nelle tabelle di seguito riportate.

	Coltivazioni con fertilizzanti	Terreni arabili	Praterie
FE	100100 (kg/t)	100202 (kg/ha)	100205 (kg/ha)
NH3	22,27	1,21428	2,97
N2O	5,643	n.p.	2,3794

Tabella 97: Fattori di emissione utilizzati per la stima delle emissioni nei subsettori 100100 e 100200.

	Vacche da latte	Altri Bovini	Ovini	Suini	Equini	Caprini	Altro (conigli..)
FE (kg/capo)	100401	100402	100403	100404	100405	100407	100415
CH4	117,6	53,6	8,0	1,5	18,0	5,0	0,078

Tabella 98: Fattori di emissione, espressi in kg/capo, utilizzati per la stima delle emissioni nel sottosectore 100400.



	Vacche da latte	Altri Bovini	Suini	Ovini	Equini	Galline ovaiole	Pollastri	Altri avicoli	Capre	Altro (conigli.)
FE (kg/capo)	100501	100502	100503	100505	100506	100507	100508	100509	100511	100515
NH3	43,72	20,34	6,48	0,59	5,51	0,37	0,2	0,334	0,59	0,326
CH4	20	11,8	8,24	0,19	1,4	0,078	0,078	0,078	0,12	0,078
COVNM	0,06	0,06	0,021	0,005	0,031	n.p.	n.p.	n.p.	0,005	n.p.

Tabella 99: Fattori di emissione, espressi in kg/capo, utilizzati per la stima delle emissioni nel sottettore 100500.

100900										
FE (kg/capo)	conigli	vacche da latte	altri bovini	altri suini	ovini	caprini	equini	pollastri	galline ovaiole	altri avicoli
N2O	0,0376	5,0954	2,2453	0,4129	0,1006	0,1006	1,1236	0,0279	0,0225	0,0468

Tabella 100: Fattori di emissione, espressi in kg/capo, utilizzati per la stima delle emissioni nel sottettore 100900.

Combustione stoppie	
FE (kg/t)	100300
CH4	7,003
CO	145,4
N2O	0,147
COVNM	7,003
NOx	5,338
PM10	10,5

Tabella 101: Fattori di emissione, espressi in kg/t, utilizzati per la stima delle emissioni nel sottettore 100300.



Codice SNAP	100100	100202	100205	100501	100502	100503	100505
EMISSIONI NH3 [kg]	Coltivazioni con fertilizzanti	Terreni arabili	Praterie	Vacche da latte	Altri Bovini	Suini	Ovini
ANCONA	1.233.898,30	125.954,91	20.828,11	57.466,54	204.937,25	221.590,08	10.932,11
ASCOLI PICENO	926.810,59	83.003,89	44.574,77	79.681,21	284.159,27	346.200,48	25.312,18
MACERATA	1.180.911,29	140.412,27	70.965,83	129.675,59	462.449,28	262.213,20	37.473,26
PESARO URBINO	649.889,82	137.632,82	57.745,59	128.373,89	457.807,15	127.416,24	22.319,11
TOTALE [Mg]	3.991,51	487,00	194,11	395,20	1.409,35	957,42	96,04

Codice SNAP	100506	100507	100508	100509	100511	100515	
EMISSIONI NH3 [kg]	Equini	Galline ovaiole	Pollastri	Altri avicoli	Capre	Altro (conigli..)	TOTALE [Mg]
ANCONA	3.526,40	75.932,14	409.843,20	31.453,45	843,70	80.756,39	2.477,96
ASCOLI PICENO	4.881,86	433.962,64	270.678,60	26.609,45	926,89	112.642,13	2.639,44
MACERATA	8.006,03	65.179,20	275.347,00	21.836,25	997,10	83.384,93	2.738,85
PESARO URBINO	11.488,35	177.887,49	112.575,20	25.652,87	1.320,42	44.208,53	1.954,32
TOTALE [Mg]	27,90	752,96	1.068,44	105,55	4,09	320,99	9.810,58

Tabella 102: Emissioni di NH3, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno 2000.

Codice SNAP	100100	100205	100900				
EMISSIONI N2O[kg]	Coltivazioni con fertilizzanti	Praterie	conigli	vacche da latte	altri bovini	altri suini	ovini
ANCONA	312.657,75	16.686,33	9.314,23	6.697,51	22.622,69	14.119,53	1.864,02
ASCOLI PICENO	234.844,73	35.710,84	12.991,85	9.286,54	31.367,89	22.059,60	4.315,94
MACERATA	299.231,36	56.853,91	9.617,40	15.113,20	51.049,03	16.708,00	6.389,51
PESARO URBINO	164.675,72	46.262,58	5.098,90	14.961,49	50.536,60	8.118,85	3.805,60
TOTALE [Mg]	1.011,41	155,51	37,02	46,06	155,58	61,01	16,38

Codice SNAP	100900					100300	
EMISSIONI N2O[kg]	Caprini	equini	pollastri	galline ovaiole	altri avicoli	Combustione stoppie	TOTALE [Mg]
ANCONA	143,86	719,10	57.173,13	4.617,50	4.407,25	327,57	451,35
ASCOLI PICENO	158,04	995,51	37.759,66	26.389,62	3.728,51	283,24	419,89
MACERATA	170,01	1.632,59	38.410,91	3.963,60	3.059,69	399,10	502,60
PESARO URBINO	225,14	2.342,71	15.704,24	10.817,48	3.594,47	376,88	326,52
TOTALE [Mg]	0,70	5,69	149,05	45,79	14,79	1,39	1.700,36

Tabella 103: Emissioni di N2O, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno 2000.



Codice SNAP	100401	100402	100403	100404	100405	100407	100415
EMISSIONI CH4 [kg]	Vacche da latte	Altri Bovini	Ovini	Suini	Equini	Caprini	Altro (conigli..)
ANCONA	154.576,05	540.050,97	148.232,00	51.294,00	11.520,00	7.150,00	19.322,08
ASCOLI PICENO	214.330,07	748.816,95	343.216,00	80.139,00	15.948,00	7.855,00	26.951,18
MACERATA	348.807,16	1.218.647,07	508.112,00	60.697,50	26.154,00	8.450,00	19.951,00
PESARO URBINO	345.305,79	1.206.414,13	302.632,00	29.494,50	37.530,00	11.190,00	10.577,50
TOTALE [Mg]	1.063,02	3.713,93	1.302,19	221,63	91,15	34,65	76,80
Codice SNAP	100.501,00	100.502,00	100.503,00	100.505,00	100.506,00	100.507,00	100.508,00
EMISSIONI CH4 [kg]	100501	100502	100503	100505	100506	100507	100508
ANCONA	Vacche da latte	Altri Bovini	Suini	Ovini	Equini	Galline ovaiole	Pollastri
ASCOLI PICENO	36.450,69	164.851,49	440.230,24	8.151,38	1.240,40	91.484,02	105.564,65
MACERATA	59.320,95	268.284,24	333.431,60	12.067,66	2.034,20	13.740,48	107.385,33
PESARO URBINO	58.725,47	265.591,17	162.023,12	7.187,51	2.919,00	37.500,61	43.904,33
TOTALE [Mg]	180,79	817,62	1.217,46	30,93	7,09	158,73	416,69
Codice SNAP	100509	100511	100515	100300			
EMISSIONI CH4 [kg]	Altri avicoli	Capre	Altro (conigli..)	Combustione stoppie	TOTALE [Mg]		
ANCONA	7.345,42	171,60	19.322,08	15.605,05	1.581,81		
ASCOLI PICENO	6.214,18	188,52	26.951,18	13.493,24	2.332,08		
MACERATA	5.099,48	202,80	19.951,00	19.013,06	3.031,35		
PESARO URBINO	5.990,79	268,56	10.577,50	17.954,18	2.555,79		
TOTALE [Mg]	24,65	0,83	76,80	66,07	9.501,02		

Tabella 104: Emissioni di CH4, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno 2000.



Codice SNAP	100501	100502	100503	100505	100506	100511	100300	
EMISSIONI COVNM [kg]	Vacche da latte	Altri Bovini	Suini	Ovini	Equini	Capre	Combustione stoppie	TOTALE [Mg]
ANCONA	78,87	604,53	718,12	92,65	19,84	7,15	15.605,05	17,13
ASCOLI PICENO	109,35	838,23	1.121,95	214,51	27,47	7,86	13.493,24	15,81
MACERATA	177,96	1.364,16	849,77	317,57	45,04	8,45	19.013,06	21,78
PESARO URBINO	176,18	1.350,46	412,92	189,15	64,64	11,19	17.954,18	20,16
TOTALE [Mg]	0,54	4,16	3,10	0,81	0,16	0,03	66,07	74,87

Tabella 105: Emissioni di COVNM, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno 2000.

Codice SNAP	100300	
EMISSIONI CO [kg]	Combustione stoppie	TOTALE [Mg]
ANCONA	324.000,34	324,00
ASCOLI PICENO	280.153,86	280,15
MACERATA	394.759,22	394,76
PESARO URBINO	372.774,19	372,77
TOTALE [Mg]	1.371,69	1.371,69

Tabella 106: Emissioni di CO, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno 2000.

Codice SNAP	100300	
EMISSIONI NOx [kg]	Combustione stoppie	TOTALE [Mg]
ANCONA	11.894,87	11,89
ASCOLI PICENO	10.285,15	10,29
MACERATA	14.492,60	14,49
PESARO URBINO	13.685,48	13,69
TOTALE [Mg]	50,36	50,36

Tabella 107: Emissioni di NOx, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno 2000.

Codice SNAP	100300	
EMISSIONI PM10 [kg]	Combustione stoppie	TOTALE [Mg]
ANCONA	23.397,55	23,40
ASCOLI PICENO	20.231,19	20,23
MACERATA	28.507,37	28,51
PESARO URBINO	26.919,73	26,92
TOTALE [Mg]	99,06	99,06

Tabella 108: Emissioni di PM10, a livello provinciale, suddivise per tipo di attività, nel macrosettore 10. Anno 2000.



Di seguito, vengono forniti i prospetti riassuntivi che evidenziano il contributo, in percentuale ed in tonnellate, delle emissioni relativamente alle principali specie di inquinanti considerati e alle diverse attività di smaltimento dei rifiuti.

	Coltivazioni con fertilizzanti	Coltivazioni senza fertilizzanti	Allevamento animali (fermentazione intestinale)	Allevamento animali (composti organici)	Allevamento animali (composti azotati)	Combustione stoppie	
EMISSIONI [Mg]	100100	100200	100400	100500	100900	100300	TOTALE
NH3	3.991,51	681,12	0	5.137,95	0	0	9.810,58
N2O	1.011,41	155,51	0	0	532,05	1,39	1.700,36
CH4	0	0	6.503,36	2.931,59	0	66,07	9.501,02
COVNM	0	0	0	8,81	0	66,07	74,87
CO	0	0	0	0	0	1.371,69	1.371,69
NOx	0	0	0	0	0	50,36	50,36
PM10	0	0	0	0	0	99,06	99,06

Tabella 109: Riepilogo delle tonnellate di inquinanti emesse, a livello regionale, nel macrosettore 10, suddivise per subsettore.

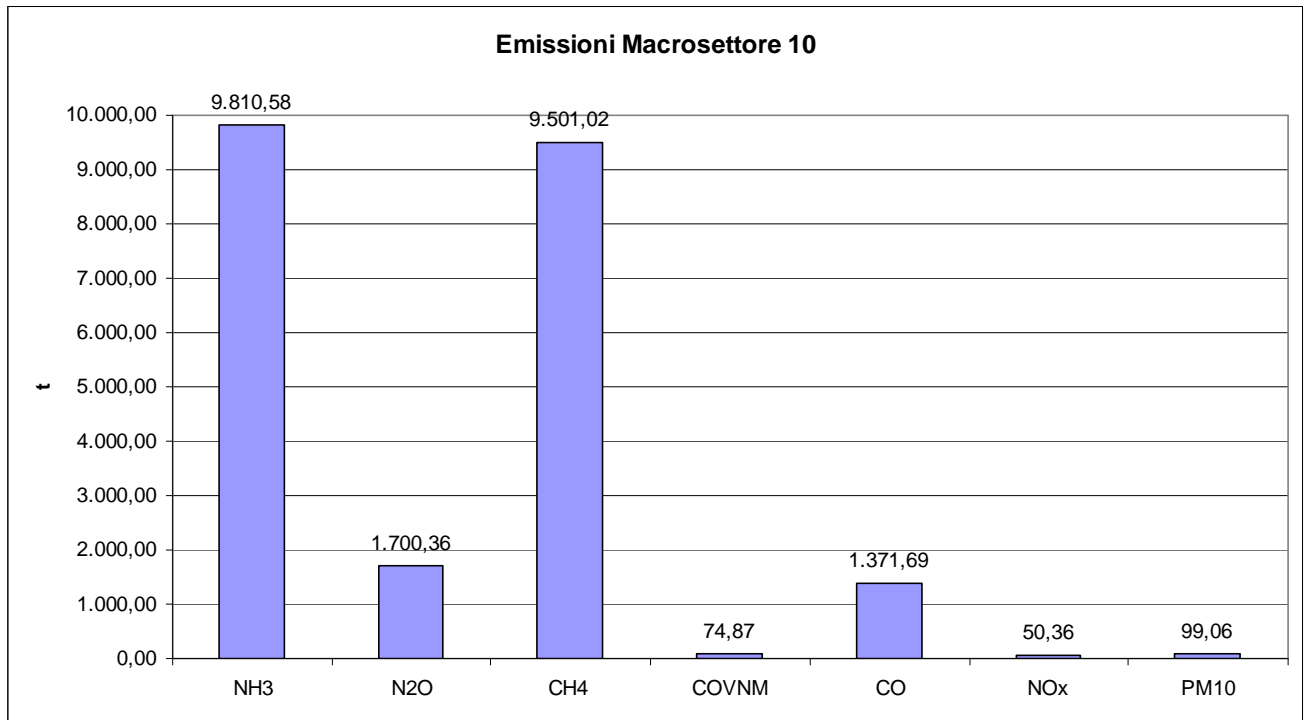


Figura 31 Emissioni di inquinanti, in tonnellate, per il macrosettore 10, nella Regione Marche.

	Coltivazioni con fertilizzanti	Coltivazioni senza fertilizzanti	Allevamento animali (fermentazione intestinale)	Allevamento animali (composti organici)	Allevamento animali (composti azotati)	Combustione stoppie
EMISSIONI (%)	100100	100200	100400	100500	100900	100300
NH3	40,69	6,94	0	52,37	0	0
N2O	59,48	9,15	0	0	31,29	0,08
CH4	0	0	68,45	30,86	0	0,70
COVNM	0	0	0	11,76	0	88,24
CO	0	0	0	0	0	100
NOx	0	0	0	0	0	100
PM10	0	0	0	0	0	100

Tabella 110: Contributo percentuale alle emissioni prodotte dalle diverse attività agricole.

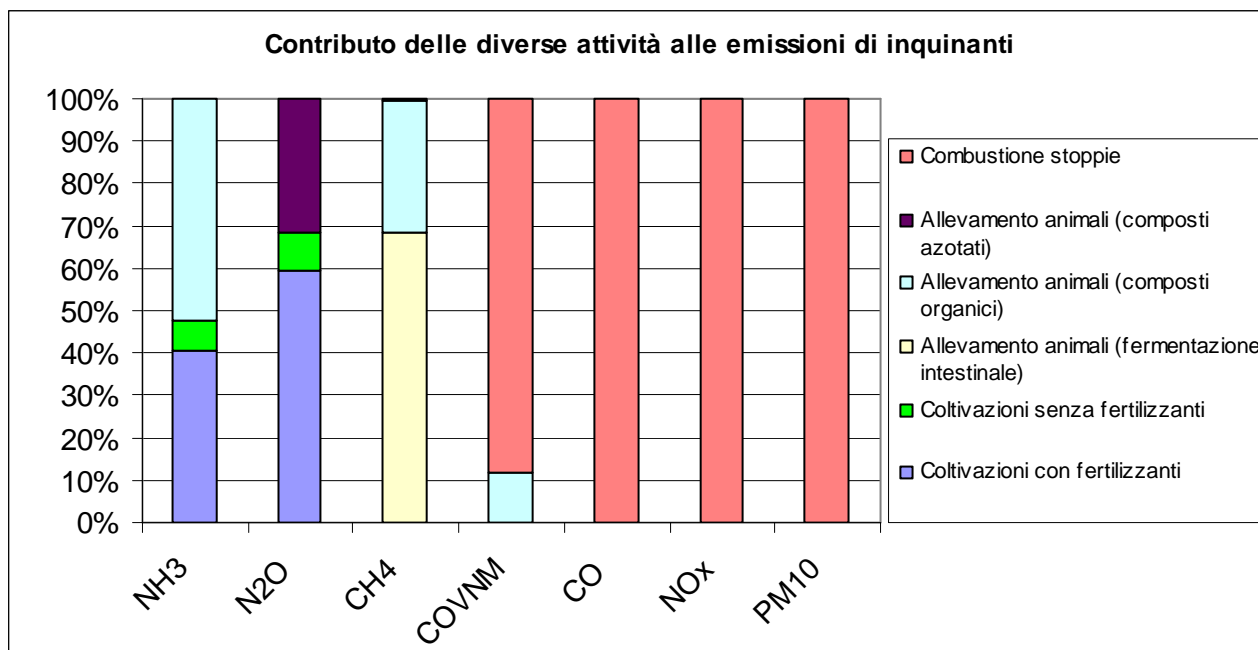


Figura 32 Confronto del contributo emissivo dei principali inquinanti legati alle diverse attività inerenti l'agricoltura.

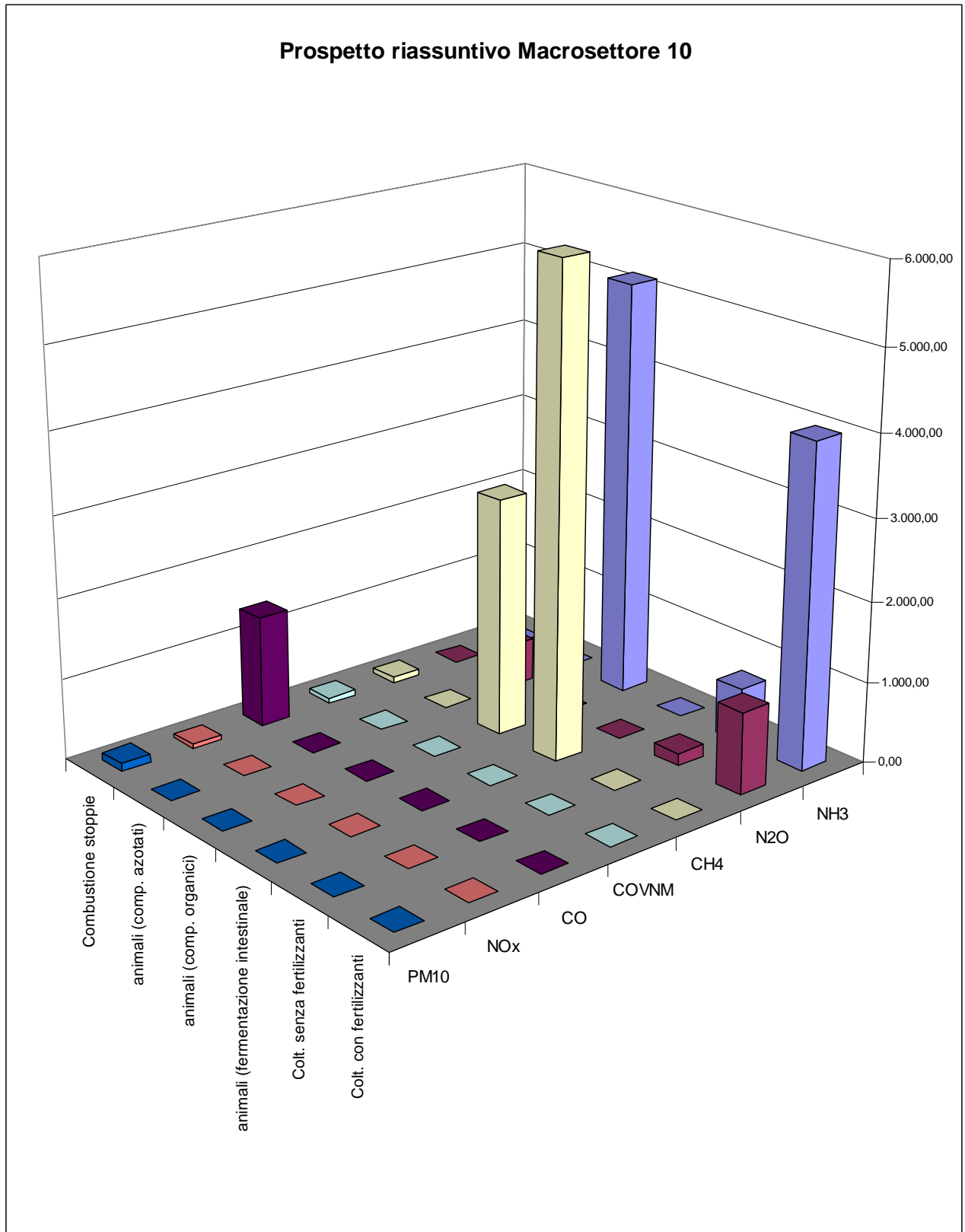


Figura 33 Prospetto riassuntivo relativo al macrosettore 10.

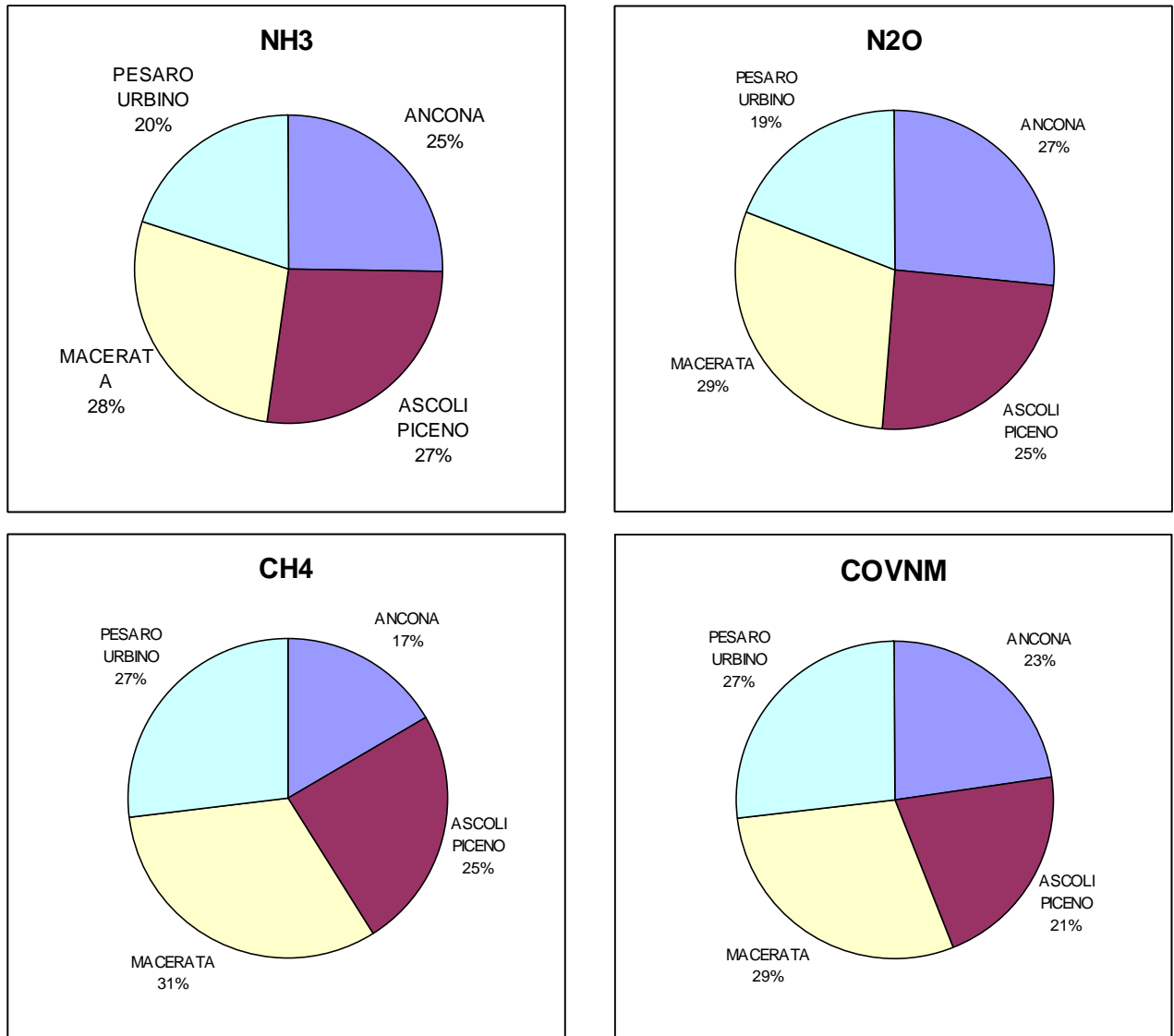


Figura 34 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 10, nelle province marchigiane (le percentuali sono calcolate sui dati relativi all'anno 2000).

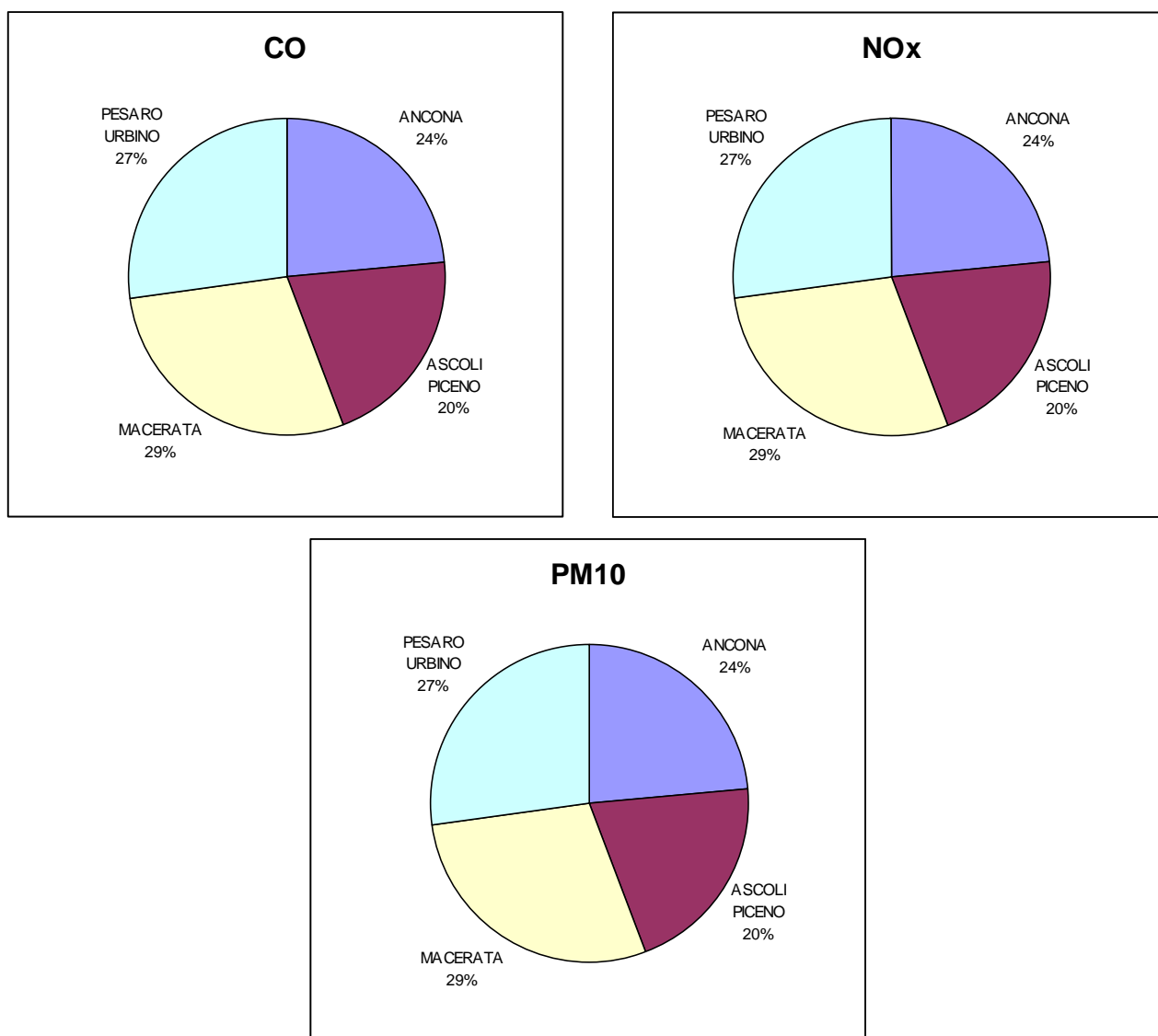


Figura 35 Confronto del contributo emissivo dei diversi inquinanti, derivanti dal macrosettore 10, nelle province marchigiane (le percentuali sono calcolate sui dati relativi all'anno 2000).

Dall'esame dei risultati ottenuti, si evince che:

- le emissioni di NH₃ sono più o meno equivalentemente distribuite tra l'allevamento (52%) e la coltivazioni con l'uso dei fertilizzanti (40%);
- le emissioni di COVNM, CO, NO_x e PM₁₀ sono dovute alla combustione di stoppie.
- le emissioni di CH₄ sono principalmente causate dall'allevamento;
- le emissioni di N₂O, infine, sono per il 59% imputabili alle coltivazioni con fertilizzanti, per il 9% alle coltivazioni senza fertilizzanti e per il 31 % all'allevamento.



MACROSETTORE 11: Altre sorgenti e assorbimenti

Il macrosettore comprende tutte quelle attività non antropiche che generano emissioni (attività fitologica di piante, arbusti ed erba, fulmini, emissioni spontanee di gas, emissioni dal suolo, vulcani, combustione naturale, ecc.) e quelle attività gestite dall'uomo che ad esse si ricollegano (foreste gestite, piantumazioni, ripopolamenti, combustione dolosa di boschi).

In particolare, si considerano le emissioni fogliari che si generano dalle foreste non gestite composte sia da piante decidue che da conifere. Tali emissioni sono composte principalmente di composti organici volatili (COV biogenici o VOC), tra cui di isoprene, monoterpeni ed altri, i quali vengono generalmente raggruppati sotto il nome di OVOC (other volatile organic compounds).

Per calcolare le emissioni biogeniche da foreste ho usato la formula semplificata:

$$E_x = f_x \times I$$

con:

E_x emissioni della specie x

f_x fattore di emissione della specie x

I_x indicatore di attività che fornisce la quantità di elementi della specie x per cella di grigliato.

I fattori di emissione (fonte: ANPA) vengono ordinati per tipologia di specie arborea.

Gli indicatori di attività invece, per ogni comune marchigiano, sono stati forniti dalla Regione Marche ("Inventario forestale regionale" consultabile nel sito: www.agri.marche.it). Nonostante la varietà delle tipologie di piante raggruppate in ogni singolo insieme, è stata fatta una stima approssimativa delle presenze. Ciò è stato possibile, tuttavia, grazie al fatto che in ogni gruppo è indicato, in percentuale, il tipo di pianta predominante.

I risultati di questo metodo si possono sintetizzare nella tabella sottostante.

Emissioni tramite superficie forestale distinta per tipologia arborea.	COV [Mg]
PESARO	1.972,61
ANCONA	653,21
MACERATA	1.452,13
ASCOLI PICENO	1.079,25
Marche	5.157,19

Tabella 111: Emissioni di COV per il macrosettore 11, stimate partendo dai dati comunali delle superfici forestali distinte per specie arborea.

I calcoli effettuati per ogni singolo comune sono mostrati in Appendice F.



Un altro metodo di calcolo, più complesso, si avvale dell'algoritmo di Gunther: un algoritmo di calcolo per stimare le emissioni biogeniche.

Se prendiamo in considerazione tale algoritmo, è importante osservare che si mantiene la formula originale per cui $E=f\chi \times l$ ma la forma del fattore di emissione dipenderà dal livello di aggregazione temporale (in questo caso, si è optato per un flusso stagionale). In questo caso il fattore di emissione assume la forma

$$f\chi = \varepsilon \times D \times \Gamma$$

con:

ε = potenziale di emissione oraria tipico di ogni specie

D = densità di massa fogliare

Γ = fattore di correzione integrato sulla stagione di crescita della specie considerata.

I valori del fattore di correzione Γ dipendono dal tipo di inquinante, e siccome le principali emissioni di COV, nel caso di vegetazione forestale riguardano l'isoprene ed i monoterpeni, in letteratura vengono tabulati i due valori, rispettivamente Γ_{iso} e Γ_{mts} , su base semestrale ed annuale. In questo caso viene usato quello a base annuale.

I risultati ottenuti per le quattro province sono:

Emissioni con metodo di Gunther	COV [Mg]
PESARO	6.123,47
ANCONA	1679,99
MACERATA	4696,84
ASCOLI PICENO	128,92
Marche	12.629,22

Tabella 112: Emissioni di COV per il macrosettore 11, stimate con l'algoritmo di Gunther.

Anche in questo caso, i calcoli effettuati per ogni singolo comune sono mostrati in Appendice F.

Come si può notare, i risultati ottenuti nei due diversi approcci sono scarsamente confrontabili. Ciò è dovuto, probabilmente, alle ipotesi semplificative introdotte con l'utilizzo dell'algoritmo di Gunther in quanto si è fatto uso di molte approssimazioni per i parametri usati quali la densità fogliare e il potenziale di emissione.

Infine, a livello solamente provinciale, è stata effettuata una terza stima delle emissioni dal Macrosettore "Natura", usufruendo dei dati rilevati dal Corpo Forestale dello Stato nell'"Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio" del 2005.

Non si sono utilizzati i dati ISTAT, relativi al documento "Statistiche dell'agricoltura" del 2006, poiché la classificazione che si trova nel Manuale dei fattori di emissione (ANPA) non è equivalente a quella dell'ISTAT.



	INDICATORI DI ATTIVITA'	ha
110401	Boschi con praterie, pascoli, incolti	8.547
111105	Rovere	86.183
111107	Leccete	6.689
111108	Sugherete	0
111110	Faggete	15.236
111115	Castagneti e Pioppi	3.344
111206	Boschi di Abete rosso	372
111207/111210	Totale pinete	11.519
111211	Boschi di Abete bianco	0
111212	Boschi di larice	0
111215	Altri boschi di conifere	3.716

Tabella 113 Superfici forestali utilizzate come indicatori nel macrosettore 11; Fonte Corpo forestale dello Stato.

I fattori di emissione considerati sono consultabili dalla letteratura.

Si evidenzia il problema della mancanza di fattori di emissione relativamente ad alcune attività come l'110401 (Praterie) e l'111206 (Abete rosso).

	110401	111105	111107	111110	111115	111206	da 111207 a 111210	111215
FE (kg/ha)	Boschi con praterie, pascoli, incolti	Rovere	Leccete	Faggete	Castagneti e Pioppi	Boschi di Abete rosso	Totale pinete	Altri boschi di conifere
COV	n.d.	43,252	56,12	10,182	22,418	n.d.	28,58	44,107

Tabella 114 Fattori di emissione, espressi in kg/ha, utilizzati per la stima delle emissioni nel macrosettore 11.

EMISSIONI [kg]	Rovere	Leccete	Faggete	Altri boschi di conifere	Castagneti e Pioppi	TOTALE [Mg]
VOC	3.727.587,12	375.386,68	155.132,95	163.901,61	74.965,79	4.826,19

Tabella 115: Emissioni, a livello regionale, provenienti dal macrosettore 11 con il metodo basato sui dati, a livello regionale, delle superfici boschive distinte per specie arborea.

Tale risultato è stato successivamente disaggregato per province, utilizzando come variabile proxy la superficie boschiva a livello provinciale.

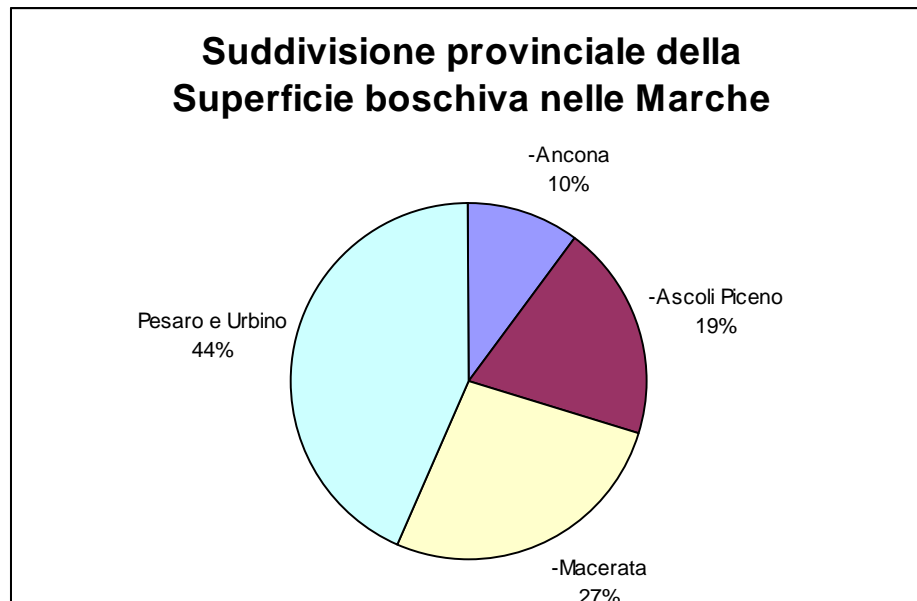


Figura 36 Ripartizione della superficie boschiva

Codice SNAP	111105	111107	111110	111115	111207/111210	111215	
EMISSIONI VOC [kg]	Rovere	Leccete	Faggete	Castagneti e Pioppi	Totale pinete	Altri boschi di conifere	TOT [Mg]
ANCONA	387.896,12	39.063,08	16.143,28	7.801,01	34.258,21	17.055,75	502,22
ASCOLI PICENO	721.580,32	72.666,75	30.030,39	14.511,76	63.728,53	31.727,81	934,25
MACERATA	989.065,23	99.603,82	41.162,45	19.891,17	87.352,26	43.489,09	1.280,56
PESARO URBINO	1.629.045,45	164.053,03	67.796,84	32.761,86	143.874,03	71.628,96	2.109,16
TOTALE [Mg]	3.727,59	375,39	155,13	74,97	329,21	163,90	4.826,19

Tabella 116: Emissioni di VOC, a livello provinciale, suddivise per specie arborea, nel macrosettore 11.

Se mettiamo a confronto le emissioni stimate con i tre metodi, precedentemente discussi, abbiamo:



COV [Mg]	Emissioni tramite superficie forestale distinta per tipologia arborea (dati iniziali già a livello comunale)	Emissioni con metodo di Gunther	Emissioni dai dati regionali disaggregati
PESARO	1.972,61	6.123,47	2.109,16
ANCONA	653,21	1679,99	502,22
MACERATA	1.452,13	4696,84	1.280,56
ASCOLI PICENO	1.079,25	128,92	934,25
MARCHE	5.157,19	12.629,22	4.826,19

Tabella 117 Confronto delle emissioni di COV stimate con i diversi metodi di calcolo.

Alle emissioni di composti organici volatili vanno, poi, aggiunte le emissioni degli altri inquinanti provenienti essenzialmente dagli incendi forestali (codice SNAP 110300) calcolate utilizzando la superficie colpita da incendio, nella Regione Marche ovvero 37 ha (Fonte Corpo Forestale dello Stato) e moltiplicandola per gli opportuni fattori di emissione come mostrato in tabella.

Incendi forestali	FE (kg/ha)	EMISSIONI [kg]
CH4	190	7.030,00
CO	2.910,9	107.703,30
CO2	46.406,25	1.717.031,25
N2O	5	185,00
NH3	23	851,00
NMVOC	266	9.842,00
NOx	101,25	3.746,25
SO2	20	740,00

Tabella 118: Emissioni dovute ad incendi forestali, a livello regionale.

Anche in questo caso, il risultato è stato successivamente disaggregato per province, utilizzando come variabile proxy la superficie boschiva a livello provinciale.

Emissioni da Incendi forestali (110300)	CO2 [kg]	CO [kg]	NMVOC [kg]	NH3[kg]	N2O [kg]	NOx [kg]	SO2 [kg]	CH4 [kg]
ANCONA	178.675,84	11.207,70	1.024,17	88,56	19,25	389,84	77,01	731,55
ASCOLI PICENO	332.380,15	20.849,03	1.905,20	164,74	35,81	725,19	143,25	1.360,86
MACERATA	455.591,20	28.577,63	2.611,44	225,80	49,09	994,02	196,35	1.865,32
PESARO URBINO	750.384,06	47.068,94	4.301,19	371,91	80,85	1.637,20	323,40	3.072,28
TOTALE [Mg]	1.717,03	107,70	9,84	0,85	0,19	3,75	0,74	7,03

Tabella 119: Emissioni a livello provinciale, nel subsettore 110300.



Complessivamente, le emissioni imputabili al macrosettore 11 sono presentate nella tabella successiva.

Emissioni da Macrosettore 11 [Mg]	CO2	CO	NMVOC	NH3	N2O	NOx	SO2	CH4	COV
ANCONA	178,68	11,21	1,02	0,09	0,02	0,39	0,08	0,73	653,21
ASCOLI PICENO	332,38	20,85	1,91	0,16	0,04	0,73	0,14	1,36	1.079,25
MACERATA	455,59	28,58	2,61	0,23	0,05	0,99	0,20	1,87	1.452,13
PESARO URBINO	750,38	47,07	4,30	0,37	0,08	1,64	0,32	3,07	1.972,61
TOTALE	1.717,03	107,70	9,84	0,85	0,19	3,75	0,74	7,03	5.157,19

Tabella 120: Riepilogo delle emissioni, a livello provinciale, nel macrosettore 11.



EMISSIONI TOTALI SOMMA DEI MACROSETTORI

Si riportano, di seguito, la tabella e i relativi grafici riassuntivi delle emissioni di inquinanti in atmosfera nella Regione Marche.

EMISSIONI [Mg]	MACRO 01	MACRO 02	MACRO 03	MACRO 04	MACRO 05	MACRO 06
SOx	159,00	261,99	1.112,29	839,99	5,70	0,00
NOx	835,00	1.341,03	2.987,84	723,71	432,80	0,00
CO	173,60	17.011,65	427,33	731,14	259,90	0,00
Metalli	0,14	0,00	0,00	4,02	0,00	0,00
Polveri	6,04	757,18	199,33	482,36	11,66	0,00
CO2	1.942.218,00	1.529.938,25	1.530.683,95	328.154,41	67.540,64	36.069,26
NH3	13,00	0,00	0,01	17,42	0,00	0,00
N20	23,92	116,79	157,48	0,00	0,00	67,79
CH4	48,74	777,59	75,31	557,26 ⁽¹⁾	5.514,46	0,00
Benzene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	42,52
COVNM	20,22	1.433,81	178,64	122,29	1.607,63	13.007,69
EMISSIONI [Mg]	MACRO 07	MACRO 08	MACRO 09	MACRO 10	MACRO 11	TOTALE
SOx	598,73	233,55	468,79	0,00	0,74	3.680,78
NOx	20.398,99	3.094,71	27,89	50,36	3,75	29.896,07
CO	67.516,86	91.426,16	1,34	1.371,69	107,70	179.027,38
Metalli	6,02	1,42	0,38	0,00	0,00	11,98
Polveri	1.308,29	713,53	0,88	99,06	0,00	3.578,33
CO2	4.182.977,31	345.005,43	47.441,53	0,00	1.717,03	10.011.745,82
NH3	429,33	0,00	205,98	9.810,58	0,85	10.477,16
N20	201,73	7,00	32,50	1.700,36	0,19	2.307,76
CH4	4.340,74	322,31	20.449,23	9.501,02	5.164,22 ⁽²⁾	46.193,62
Benzene	245,27	14,72	0,00	0,00	0,00	303,45
COVNM	9.741,64	17.600,74	270,46	74,87	9,84	44.067,84

(1) emissioni di COV

(2) somma dei COV, emessi dalle foreste, e del CH4 emesso da incendi forestali

Tabella 121: Emissioni totali suddivise per inquinante e macrosettore



EMISSIONI (%)	MACRO 01	MACRO 02	MACRO 03	MACRO 04	MACRO 05	MACRO 06
SOx	4,32	7,12	30,22	22,82	0,15	0,00
NOx	2,79	4,49	9,99	2,42	1,45	0,00
CO	0,10	9,50	0,24	0,41	0,15	0,00
Metalli	1,19	0,00	0,00	33,55	0,00	0,00
Polveri	0,17	21,16	5,57	13,48	0,33	0,00
CO2	19,40	15,28	15,29	3,28	0,67	0,36
NH3	0,12	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
N2O	1,04	5,06	6,82	0,00	0,00	2,94
CH4	0,10	1,66	0,16	1,19	11,80	0,00
Benzene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	14,01
COVNM	0,05	3,25	0,41	0,28	3,65	29,52

EMISSIONI (%)	MACRO 07	MACRO 08	MACRO 09	MACRO 10	MACRO 11
SOx	16,27	6,35	12,74	0,00	0,02
NOx	68,23	10,35	0,09	0,17	0,01
CO	37,71	51,07	0,00	0,77	0,06
Metalli	50,25	11,87	3,15	0,00	0,00
Polveri	36,56	19,94	0,02	2,77	0,00
CO2	41,78	3,45	0,47	0,00	0,02
NH3	4,10	0,00	1,97	93,64	0,01
N2O	8,74	0,30	1,41	73,68	0,01
CH4	9,28	0,69	43,74	20,32	11,05
Benzene	80,83	4,85	0,00	0,00	0,00
COVNM	22,11	39,94	0,61	0,17	0,02

Tabella 122: Contributo dei vari macrosettori, espresso in percentuale, alla emissione dei diversi inquinanti in atmosfera.

I risultati attestano che, a livello regionale, le maggiori emissioni di SOx derivano dai processi di combustione nell'industria, seguiti dai processi produttivi e dal trasporto su strada. Gli impianti non industriali di combustione hanno ormai una piccola parte, segno della conversione del riscaldamento domestico da olio combustibile a metano.

La fonte più importante di NOx è, invece, costituita dal traffico veicolare che copre un 68% delle emissioni totali di tali inquinanti.

Sempre il macrosettore 07 contribuisce per più del 50% all'inquinamento da metalli pesanti mentre un 30% è dovuto ai processi produttivi (macrosettore 04).

Le emissioni dei composti organici volatili non metanici (COVNM) sono dovute all'uso di solventi e al macrosettore "Altre sorgenti mobili e macchinari" nonché al macrosettore 07.

Il monossido di carbonio è emesso prevalentemente dai trasporti off-road e su strada e solo il 10% proviene da fonti fisse di combustione domestiche.

Anche le emissioni di polveri provengono in larga parte dai macrosettori "trasporti" oltre che dalla combustione non industriale e dai processi produttivi.

Circa l'80% del contributo delle emissioni totali di benzene proviene dal traffico veicolare, il 14% da attività inerenti l'uso dei solventi.



Per quanto riguarda i principali gas serra, le emissioni di anidride carbonica sono imputabili per circa un 40% al trasporto su strada e, per il resto, sono più o meno equamente distribuite nei primi 3 macrosettori.

Le emissioni di ammoniaca NH₃ e di protossido di azoto N₂O sono quasi interamente dovute alle pratiche agricole e all'allevamento zootecnico.

Infine, le emissioni di Metano sono imputabili per circa un 45% al macrosettore trattamento rifiuti e, per il 20% alla zootecnia mentre la distribuzione del metano stesso, il traffico su gomma e le foreste sono più o meno equamente responsabili per un 10% circa.

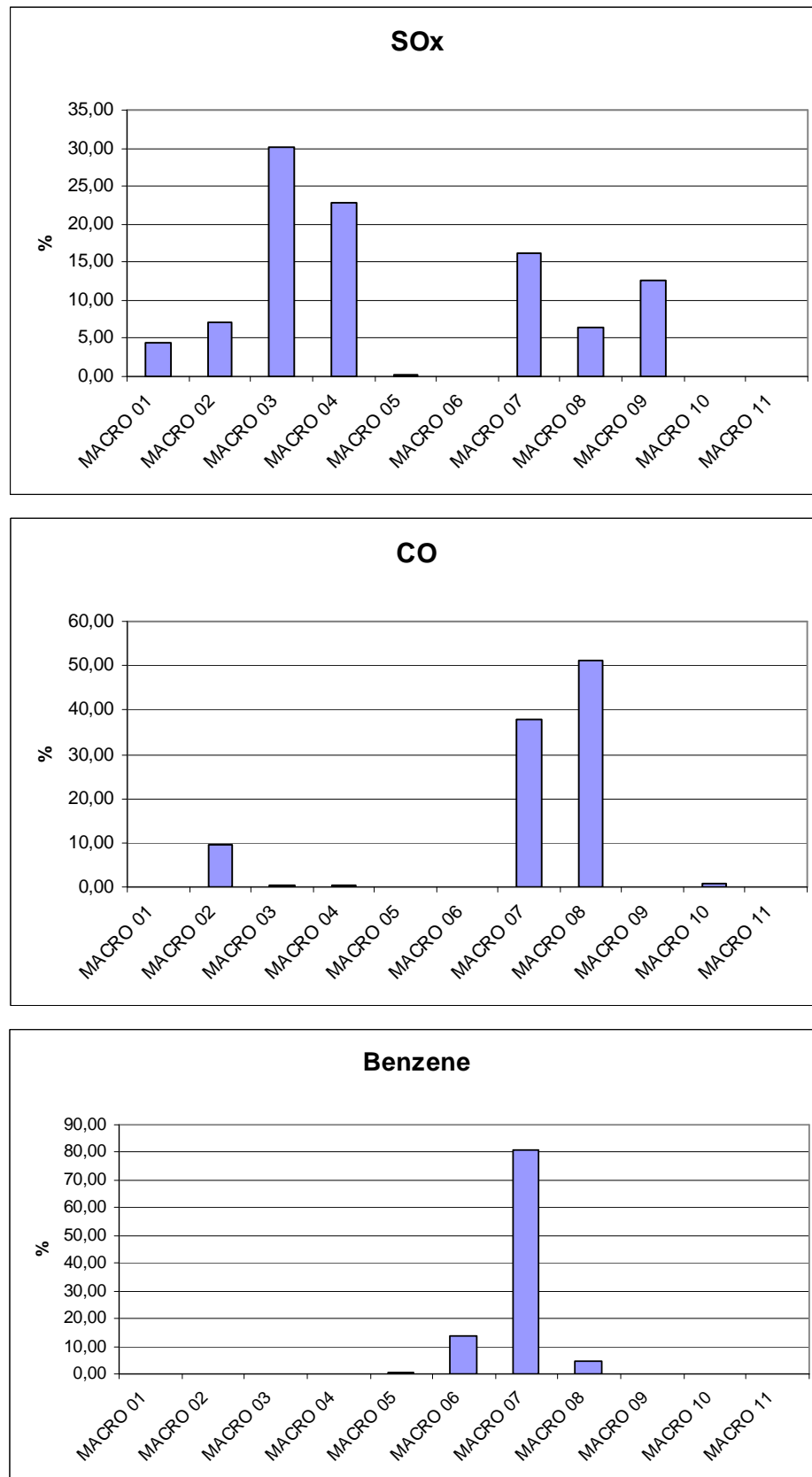


Figura 37 Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.

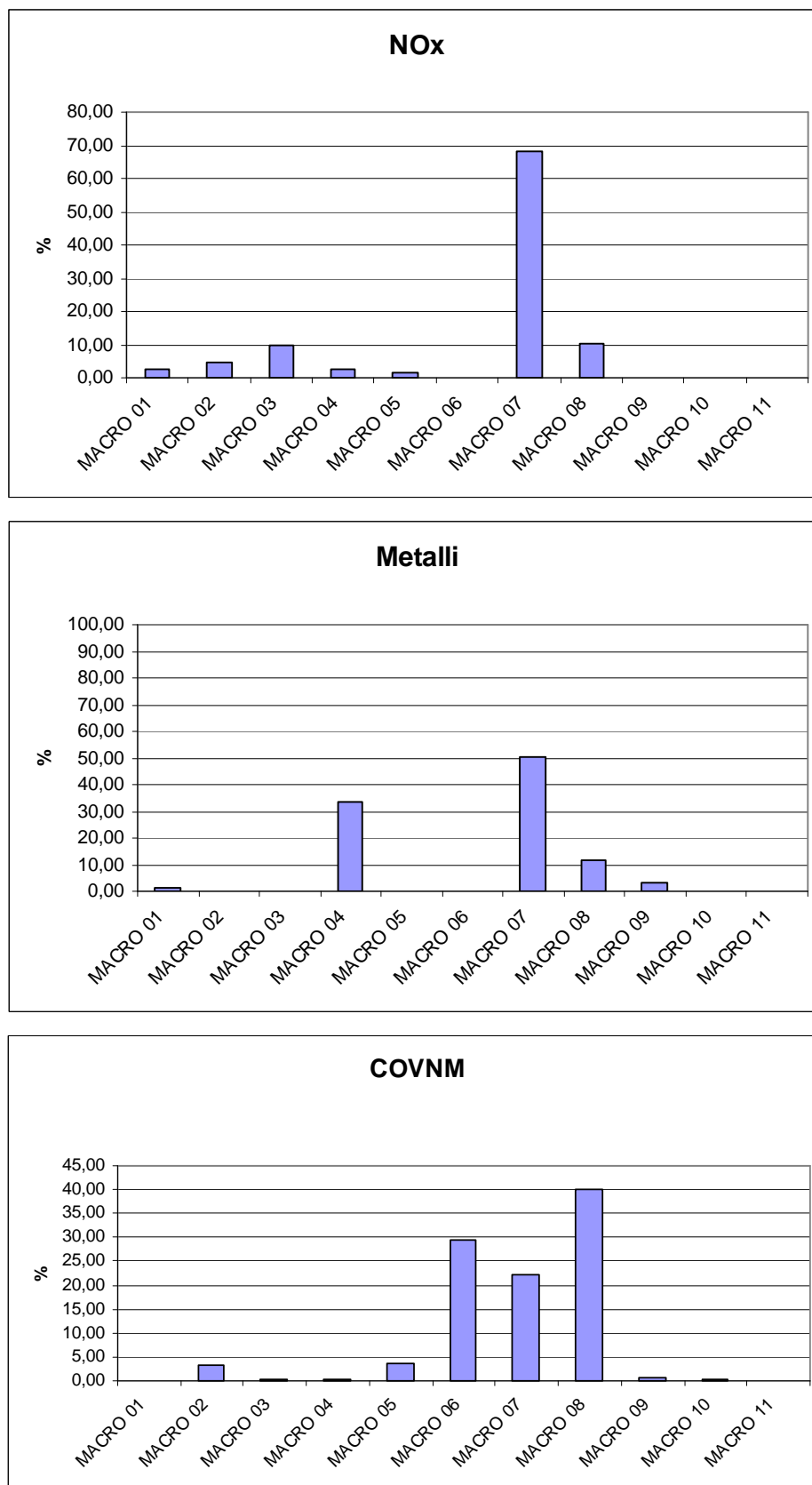


Figura 38 Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.



REGIONE MARCHE
Giunta Regionale
Servizio Ambiente e Paesaggio

*Piano di Risanamento e Mantenimento della
Qualità dell'Aria Ambiente- Inventario
Emissioni in Atmosfera - **ALLEGATO 1***

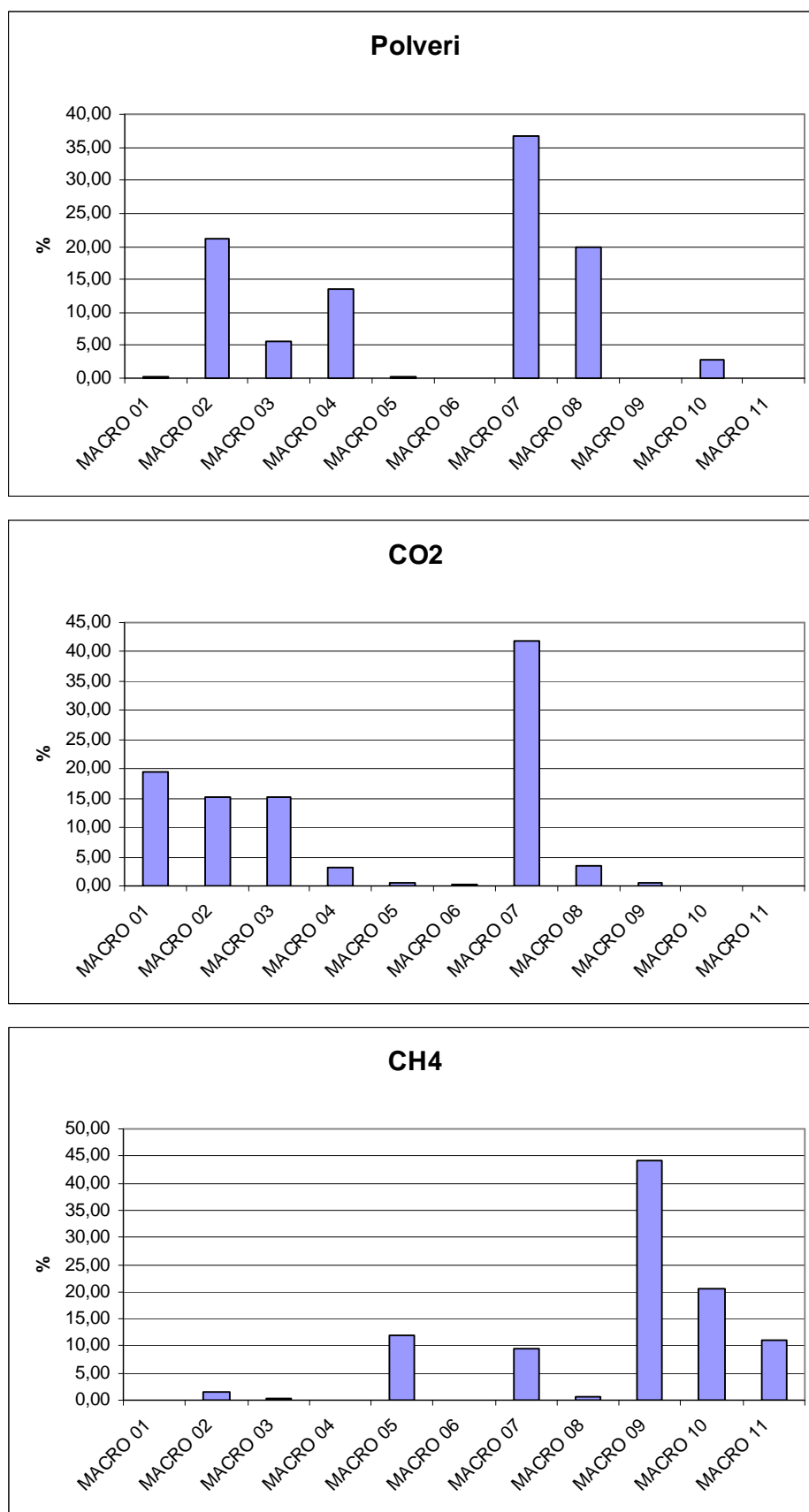


Figura 39 Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.

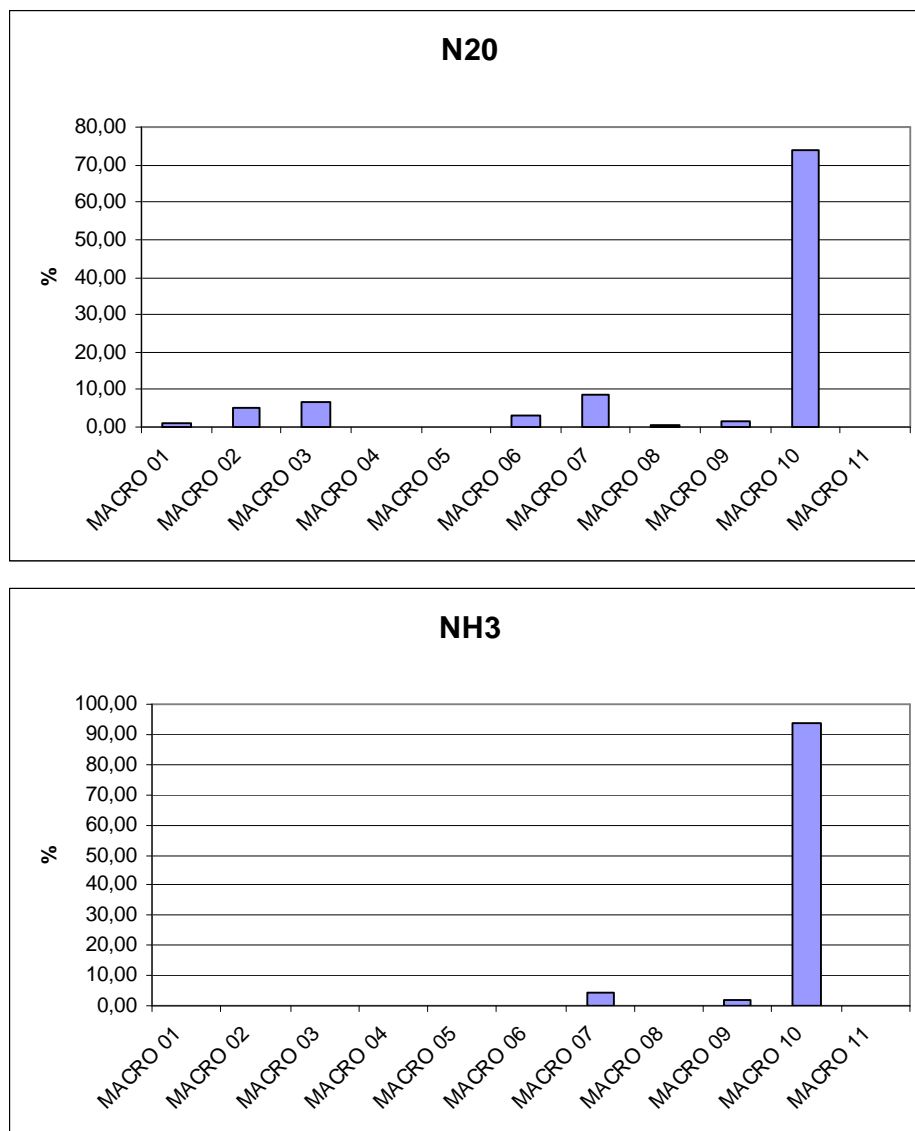


Figura 40 Contributo percentuale dei diversi macrosettori alle emissioni inquinanti.

Un riepilogo dei contributi emissivi suddivisi per provincia è riportato nella tabella e nel relativo grafico sottostante.



EMISSIONI TOTALI [Mg]	SOx	NOx	CO	COVNM	Metalli	Polveri	CO2
ANCONA	1.784,59	9.932,58	46.587,65	12.939,83	4,91	1.182,48	4.604.525,99
ASCOLI PICENO	352,53	6.872,37	43.060,63	10.169,12	2,84	758,79	1.715.860,87
MACERATA	264,81	5.395,49	44.323,29	10.671,49	1,96	741,56	1.443.597,16
PESARO URBINO	1.278,84	7.695,62	45.055,81	10.287,39	2,28	895,50	2.247.761,79
TOTALE	3.680,78	29.896,07	179.027,38	44.067,84	11,98	3.578,32	10.011.745,82

EMISSIONI TOTALI [Mg]	NH3	CH4	N2O	COV	Benzene	IPA
ANCONA	2.694,60	11.249,98	632,68	1.061,41	91,83	0,10
ASCOLI PICENO	2.778,72	10.261,84	536,26	1.193,51	79,24	0,03
MACERATA	2.912,78	8.430,00	602,14	1.468,12	64,67	0,05
PESARO URBINO	2.091,06	11.094,66	536,69	1.991,42	67,72	0,29
TOTALE	10.477,16	41.036,48	2.307,76	5.714,45	303,45	0,47

Tabella 123: Contributo emissivo delle diverse provincie alle emissioni totali provenienti da tutti i macrosettori.

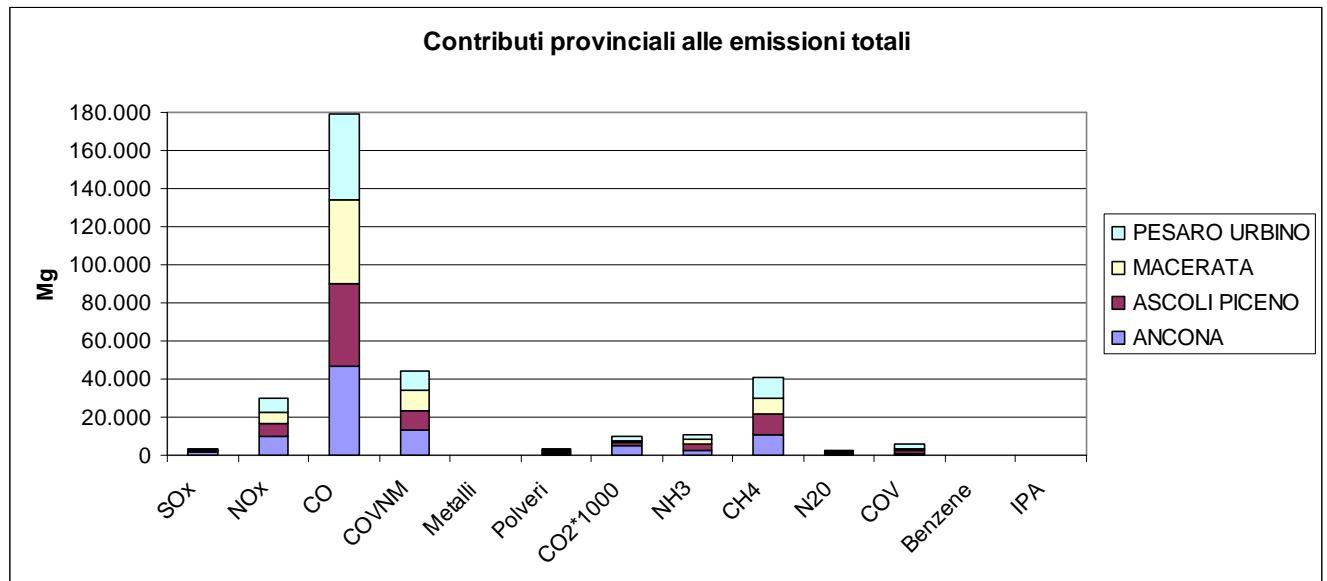


Figura 41 Grafico riepilogativo dei contributi provinciali alle emissioni totali.



EMISSIONI TOTALI (%)	SOx	NOx	CO	COVNM	Metalli	Polveri	CO2
ANCONA	48,48	33,22	26,02	29,36	40,97	33,05	45,99
ASCOLI PICENO	9,58	22,99	24,05	23,08	23,67	21,21	17,14
MACERATA	7,19	18,05	24,76	24,22	16,36	20,72	14,42
PESARO URBINO	34,74	25,74	25,17	23,34	19,00	25,03	22,45

EMISSIONI TOTALI (%)	NH3	CH4	N2O	COV	Benzene	IPA
ANCONA	25,72	27,41	27,42	18,57	30,26	21,18
ASCOLI PICENO	26,52	25,01	23,24	20,89	26,11	7,14
MACERATA	27,80	20,54	26,09	25,69	21,31	10,52
PESARO URBINO	19,96	27,04	23,26	34,85	22,32	61,17

Tabella 124: Percentuale di ogni inquinante emesso in ogni provincia.

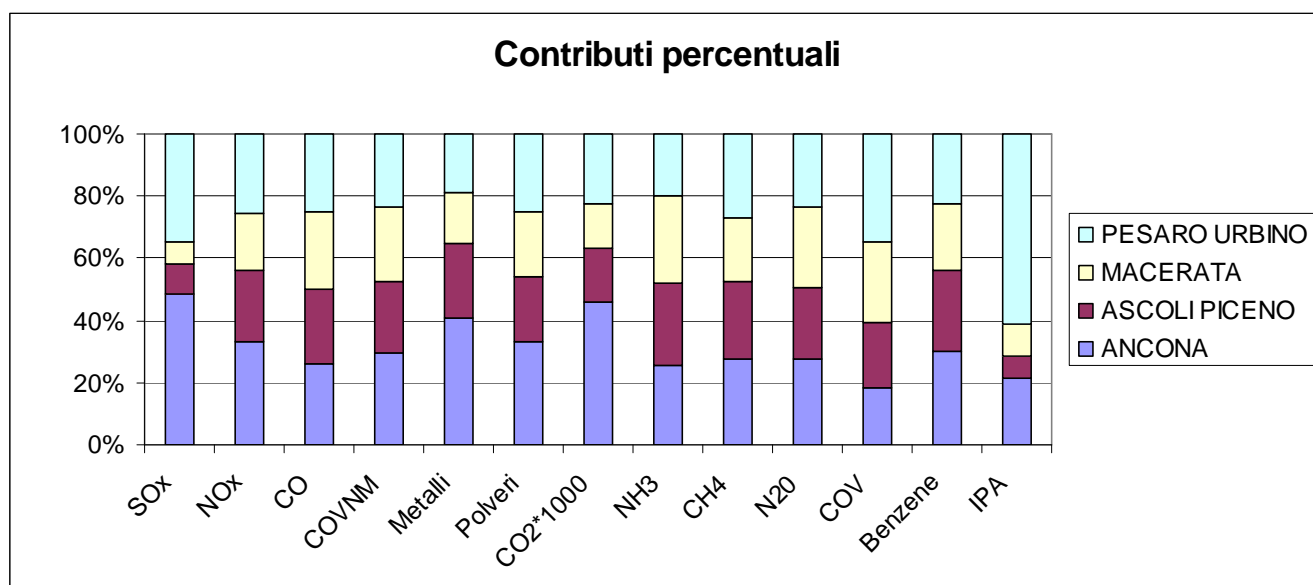


Figura 42 Grafico riepilogativo dei contributi provinciali, espressi in percentuale, alle emissioni totali.

Nelle pagine successive verranno mostrate mappe con le concentrazioni di emissione a livello comunale in kg/anno/kmq.

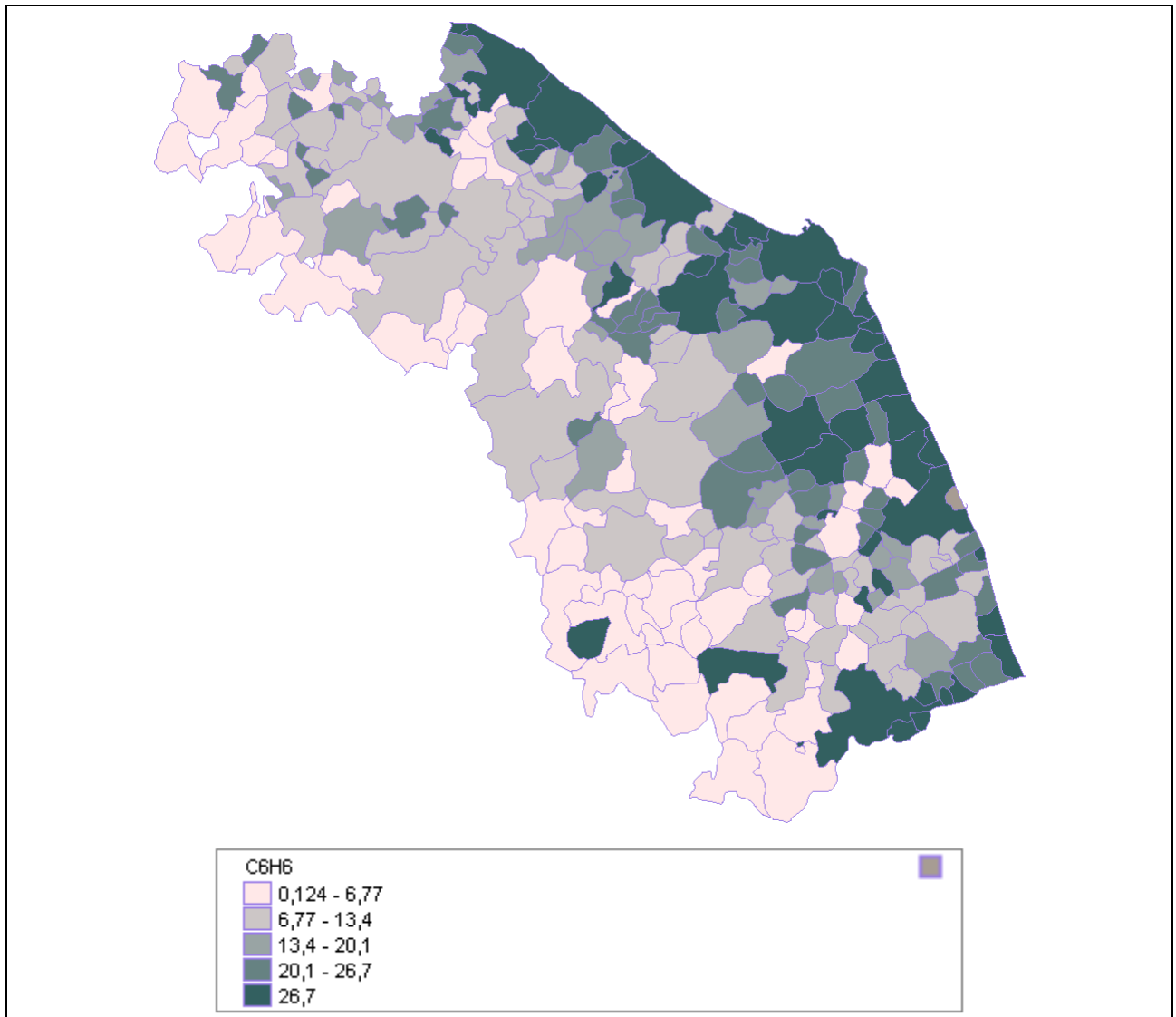


Figura 43 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Benzene per chilometro quadrato.

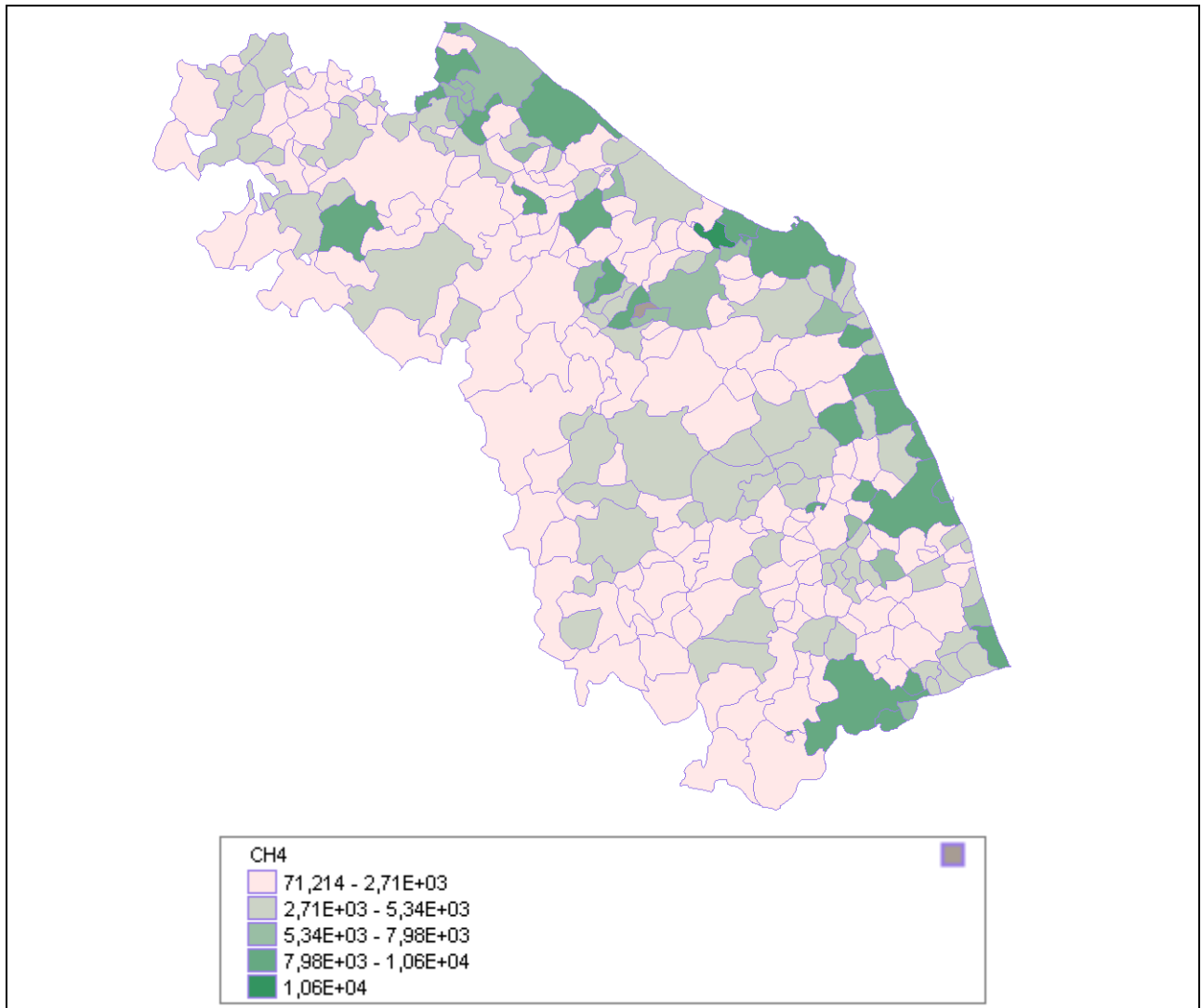


Figura 44 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Metano per chilometro quadrato.

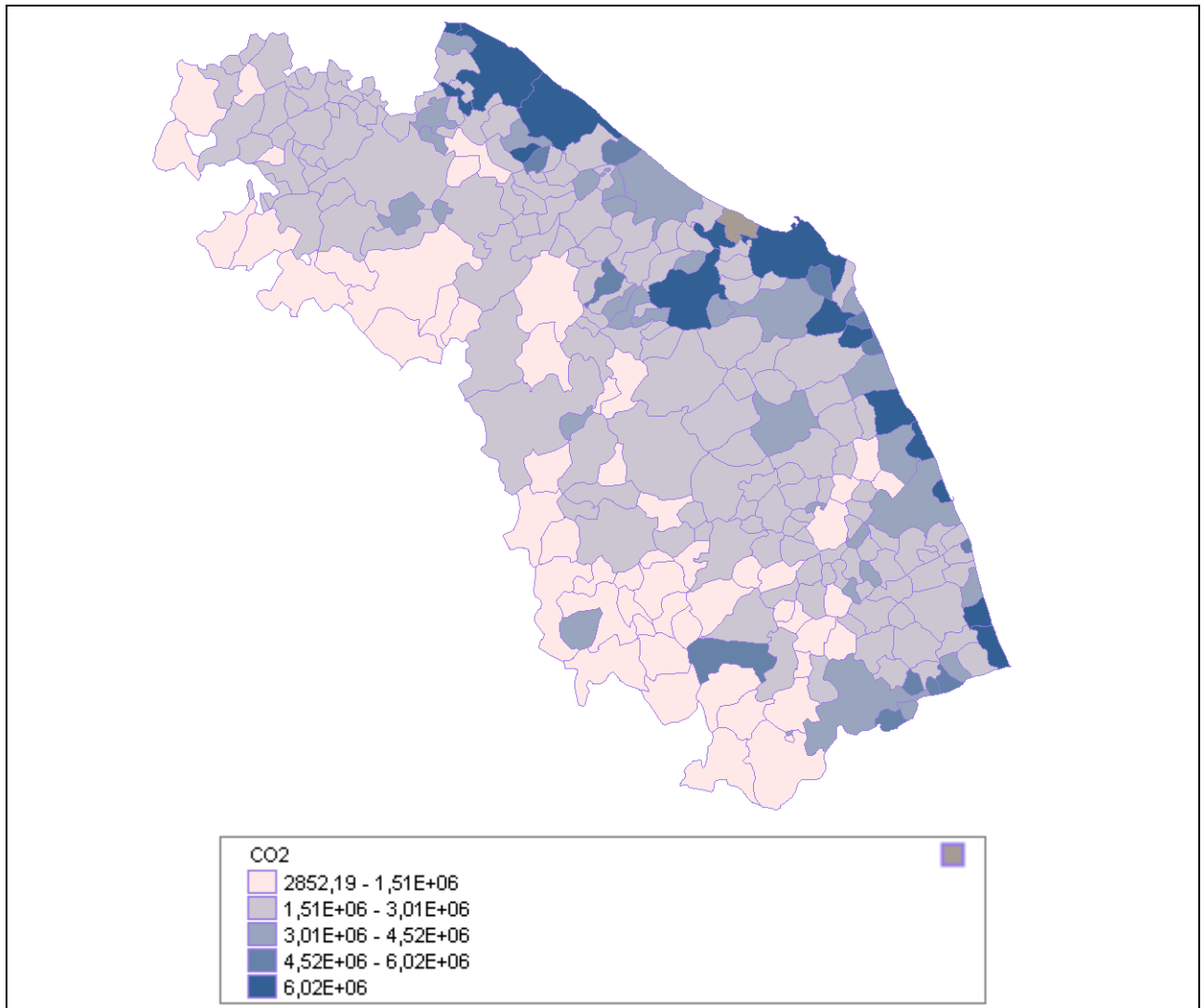


Figura 45 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Anidride Carbonica per chilometro quadrato.

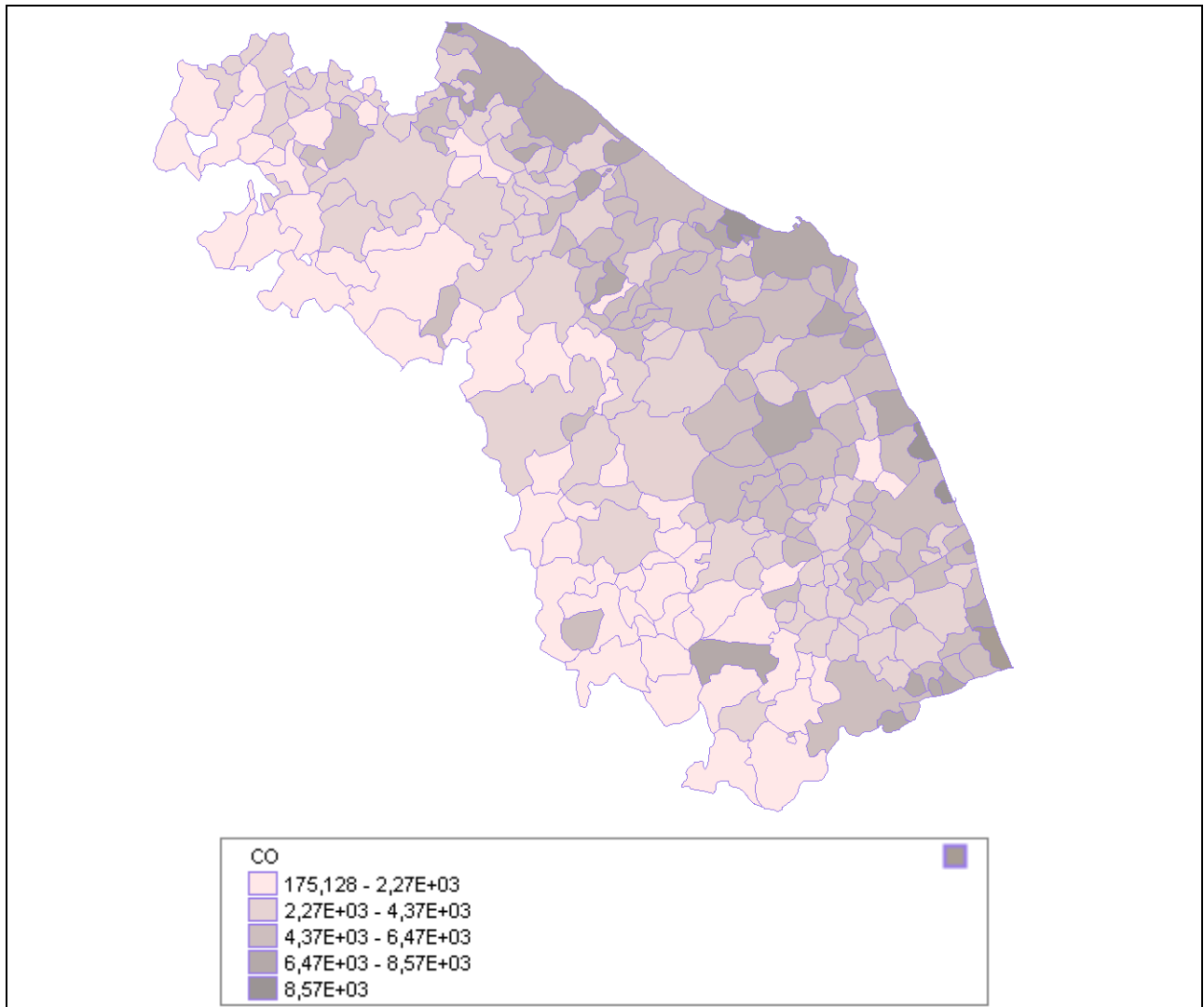


Figura 46 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Monossido di Carbonio per chilometro quadrato.

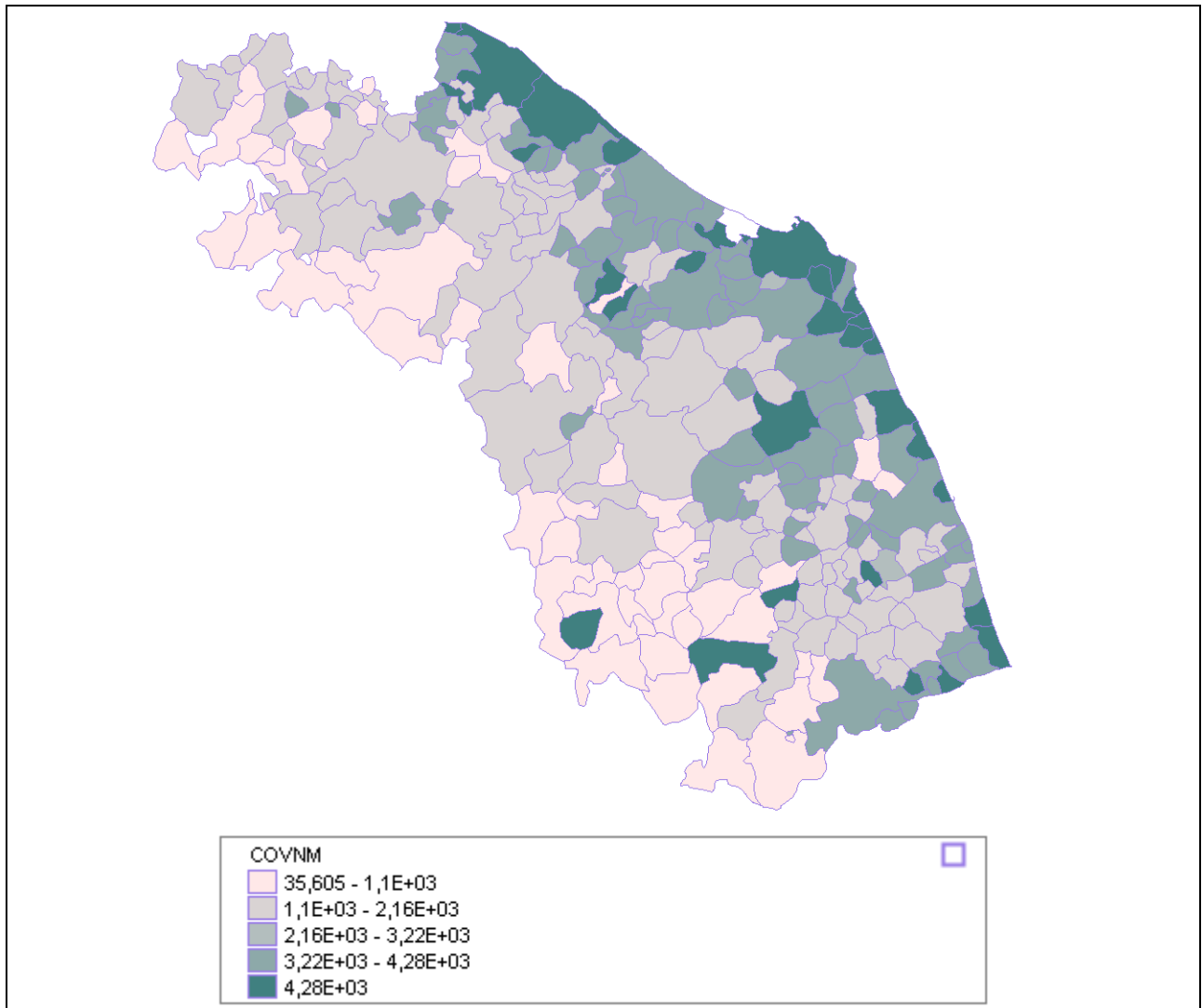


Figura 47 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Composti Organici Volatili Non Metanici per chilometro quadrato.

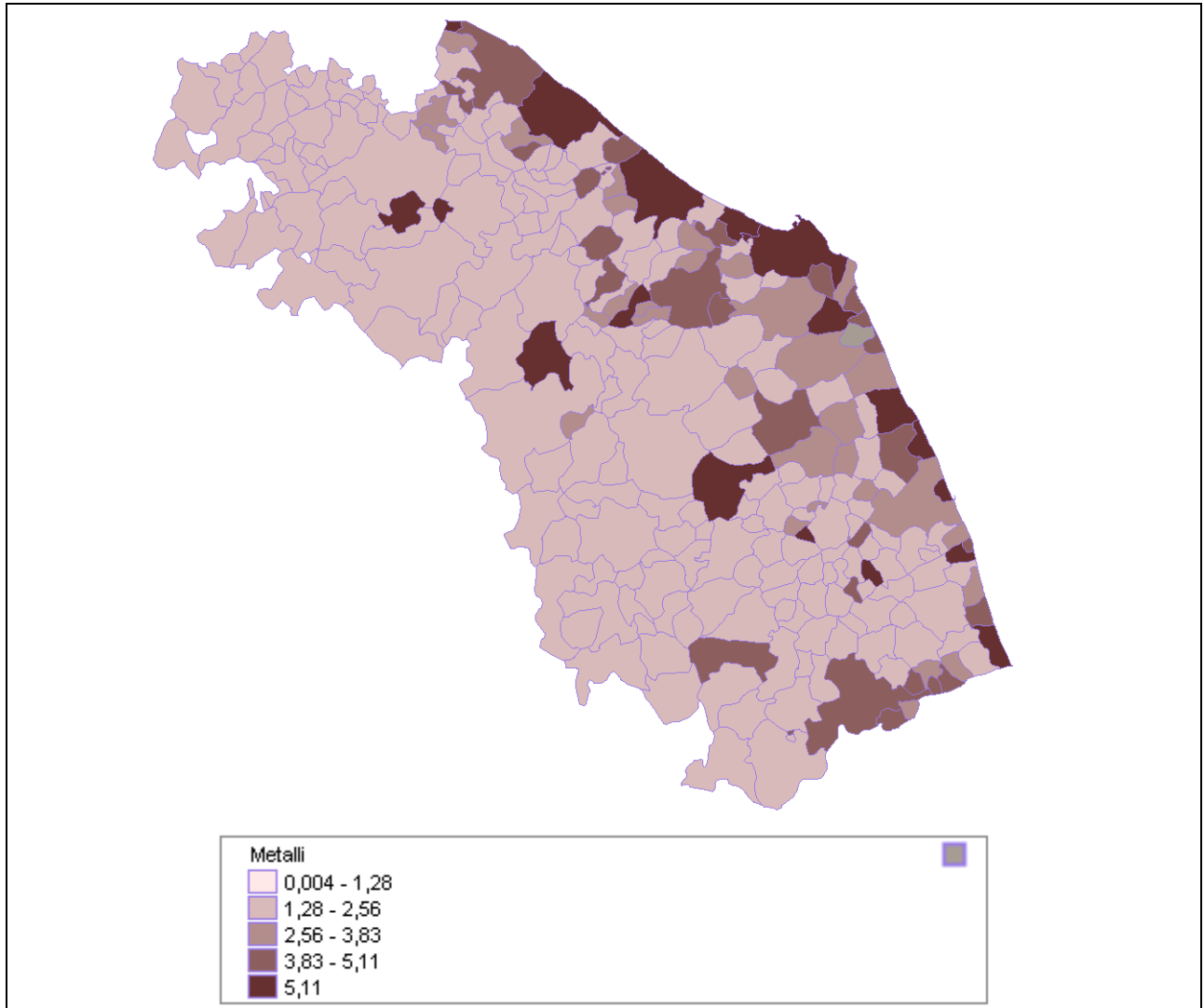


Figura 48 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Metalli per chilometro quadrato.

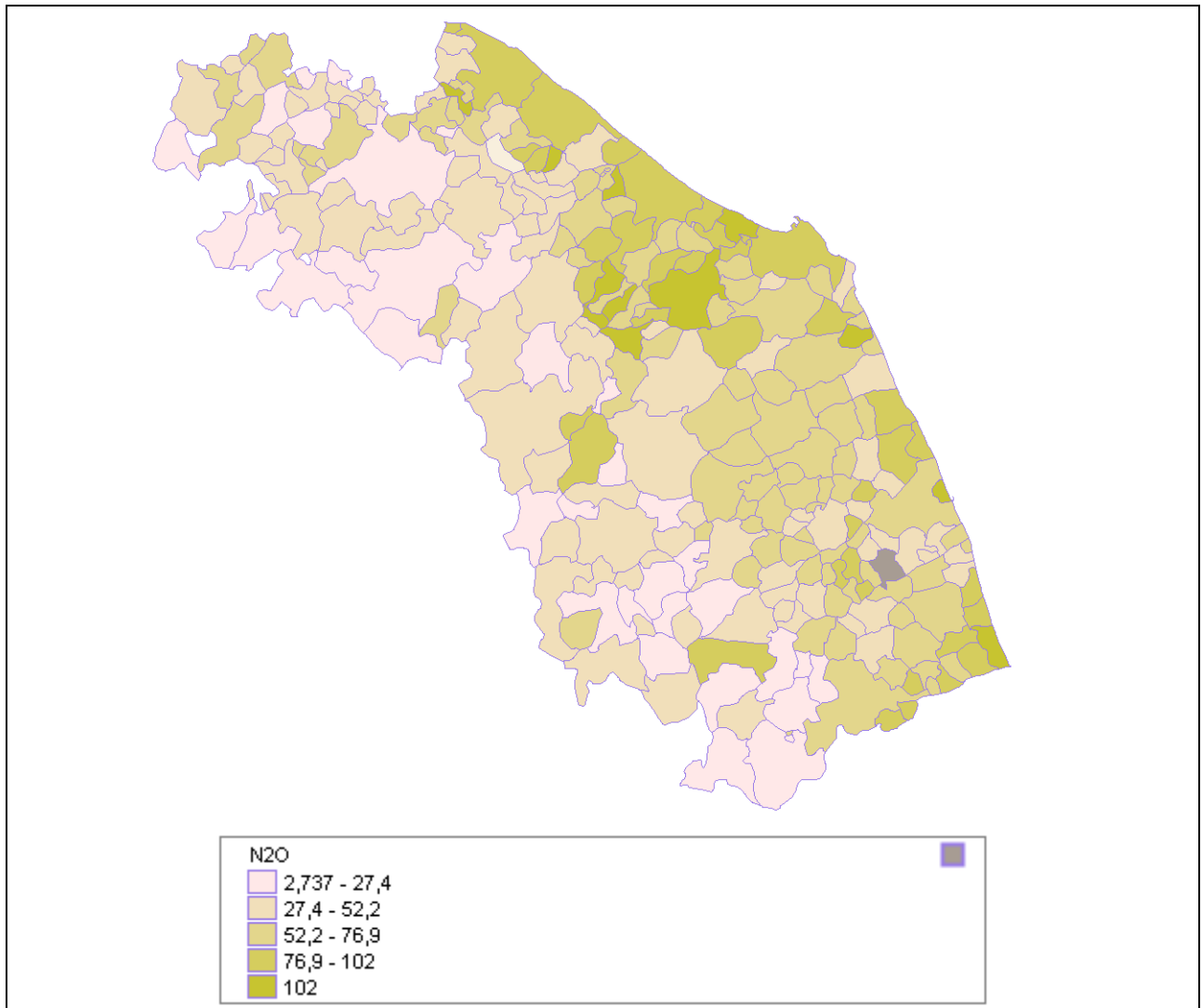


Figura 49 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Protossido di Azoto per chilometro quadrato.

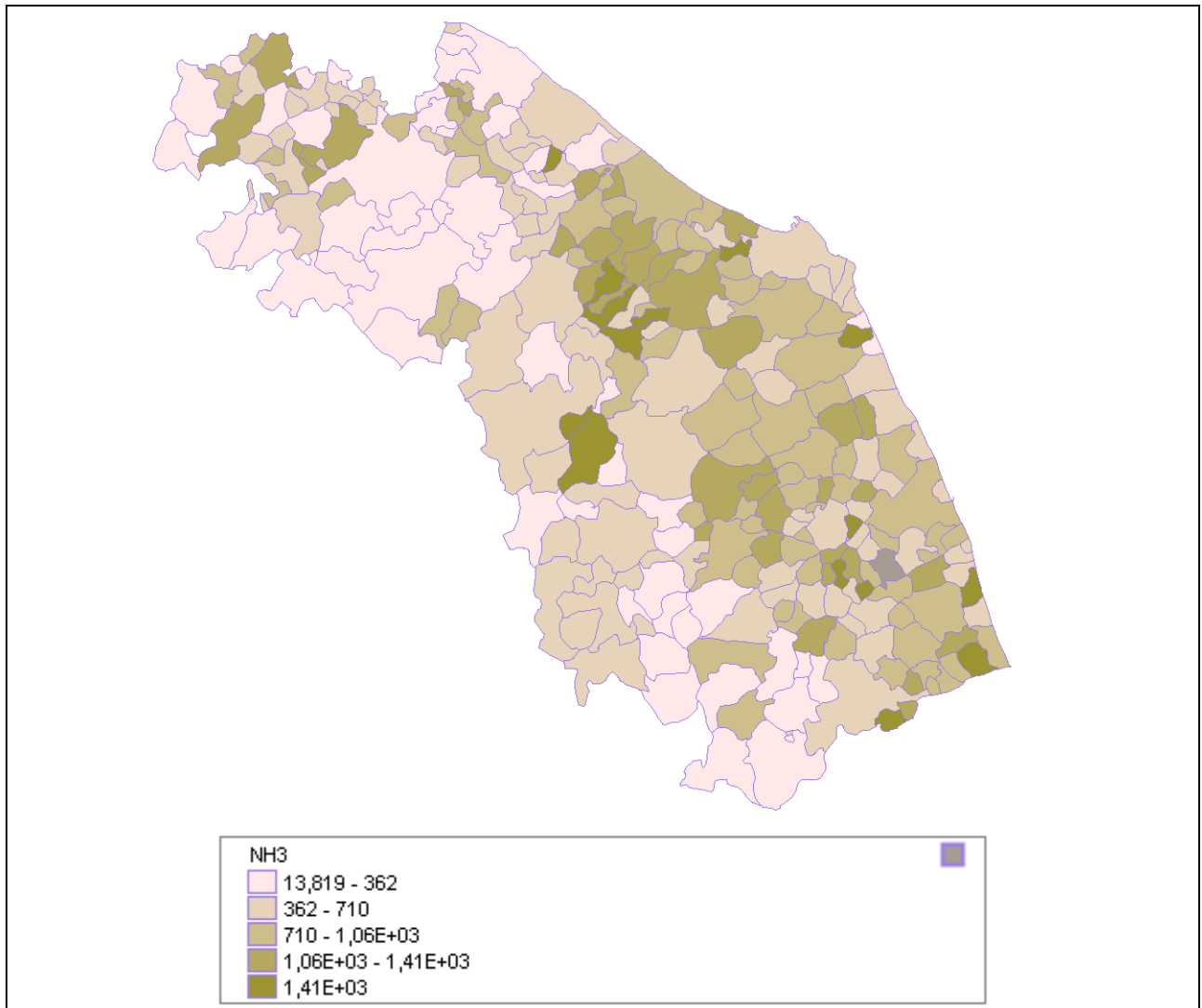


Figura 50 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Ammoniaca per chilometro quadrato.

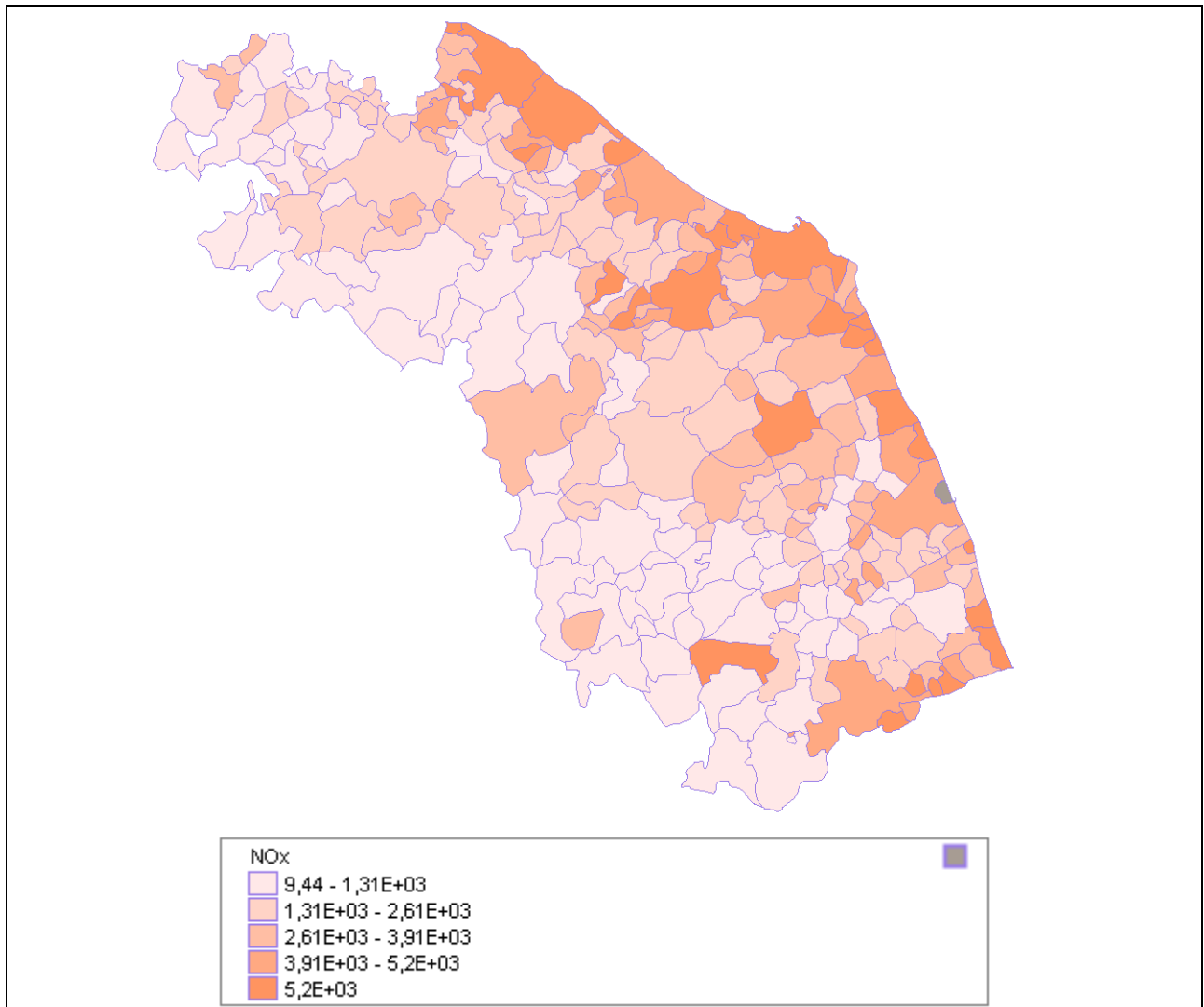


Figura 51 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Ossidi di Azoto per chilometro quadrato.

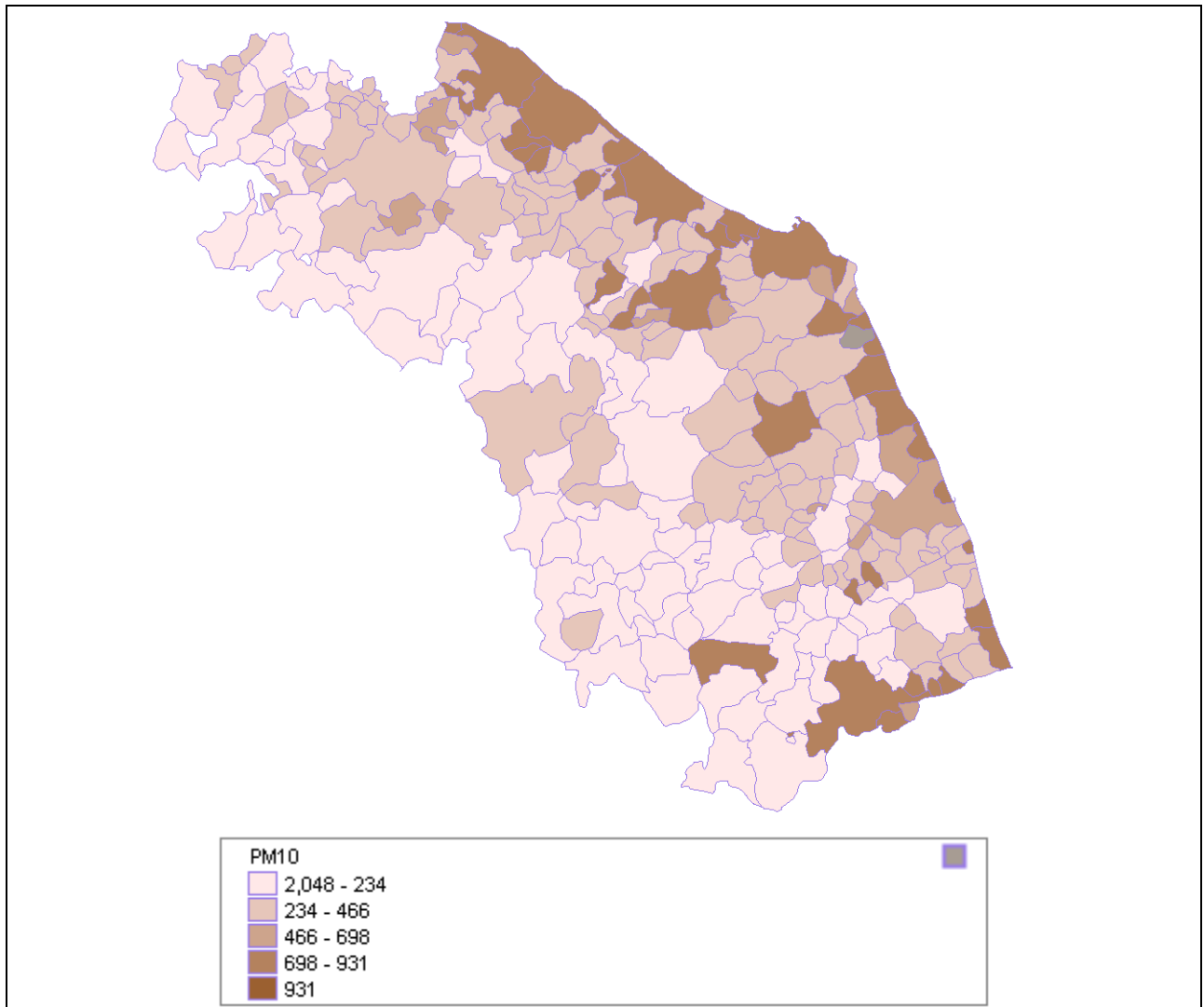


Figura 52 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Polveri sottili per chilometro quadrato.

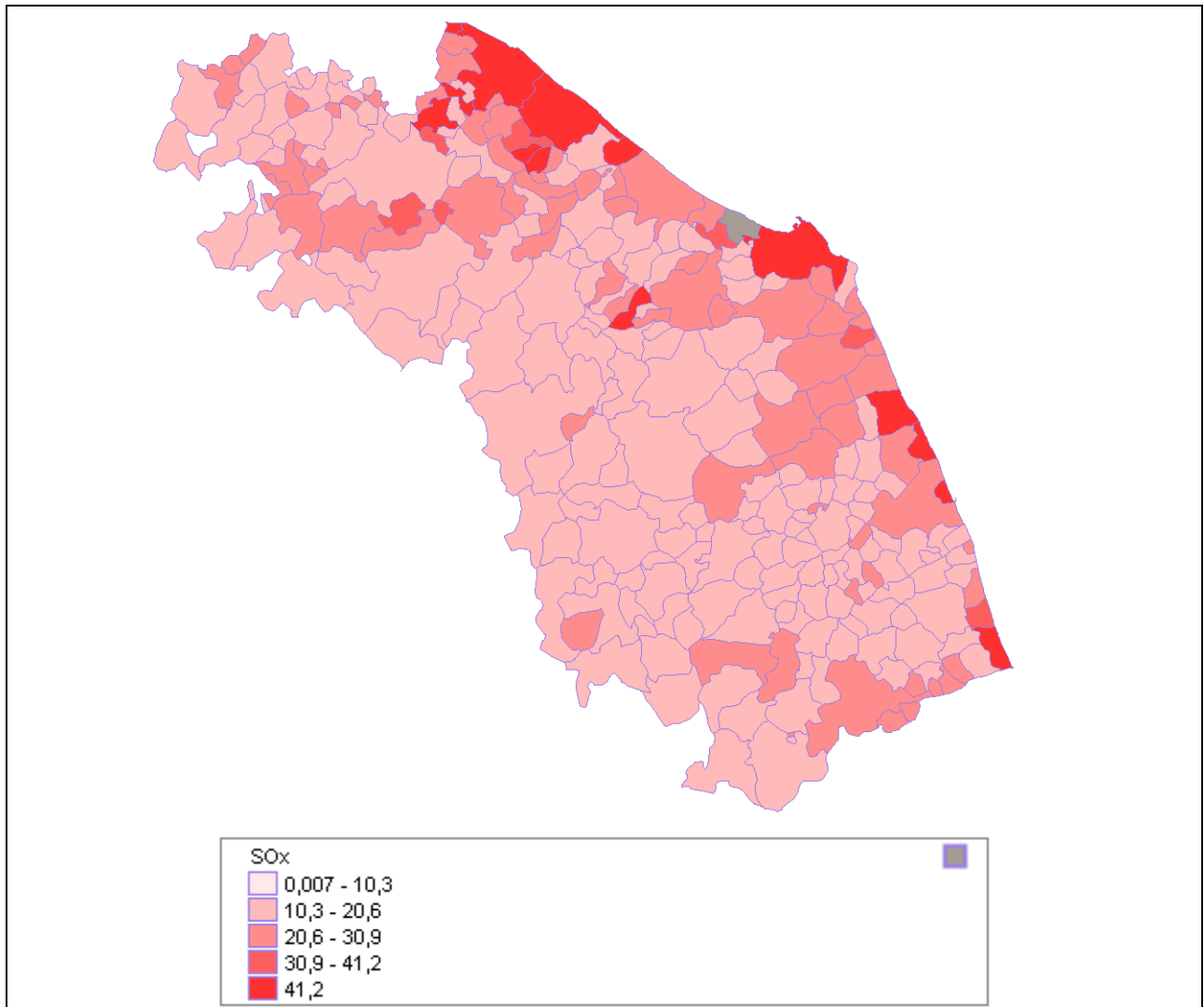


Figura 53 Mappa a livello comunale delle emissioni annue di Ossidi di Zolfo per chilometro quadrato.

Suggerimenti per la diffusione dei risultati

Uno degli scopi degli inventari delle emissioni è quello di consentire ai cittadini di conoscere l'impatto in aria delle attività antropiche nelle rispettive residenze o luoghi di lavoro. Per facilitare il processo di disseminazione dei risultati andrebbe avviata una fase di pubblicazione sia in rete internet che su carta. Queste pubblicazioni potranno essere tratte dal presente documento integrandolo con un numero ancora maggiore di grafici e figure.

La pubblicazione su internet potrà avvenire interfacciando il sistema informativo sviluppato e consegnato insieme a questo documento con i sistemi GIS della Regione Marche. In questo modo il portale della Regione potrà facilmente agire da server per la disseminazione dei risultati in forma dinamica con il dettaglio desiderato dal singolo utente.



REGIONE MARCHE
Giunta Regionale
Servizio Ambiente e Paesaggio

*Piano di Risanamento e Mantenimento della
Qualità dell'Aria Ambiente- Inventario
Emissioni in Atmosfera - **ALLEGATO 1***



Confronto con i dati APAT 2005

Nel seguito verranno attuati specifici confronti tra le stime delle emissioni ricavate dall'inventario bottom-up, sino ad ora descritto, e le stime, ottenute mediante l'approccio top-down, dell'APAT ("Disaggregazione dell'inventario nazionale 2005").

MACROSETTORE 01

Emissioni [Mg]	Inventario Regione Marche	Dati APAT	Tipo di dato dell'inventario
SOx	159,00	902,74	M
NOx	835,00	514,08	M
CO	173,60	169,06	M
COVNM	20,22	26,71	S -M
Metalli	0,14	0,29	S -M
Polveri	6,04	13,99	M
CO2	1.942.218,00	2.181.451,35	M
NH3	13,00	0,87	M
CH4	48,74	25,47	S -M
N2O	23,92	8,94	S

Tabella 125: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 01 (S= dato stimato, M= dato misurato).

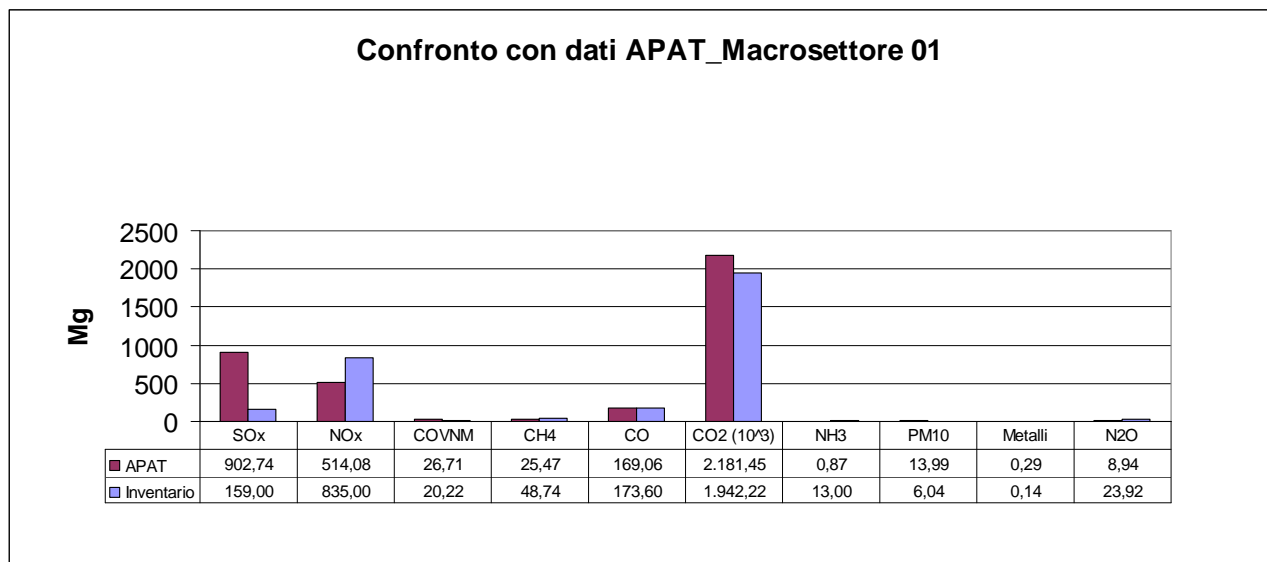


Figura 54 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 01

Le differenze esistenti tra i dati qui presentati ed i valori attribuiti dall'APAT alla regione Marche sono attribuibili al particolare mix di combustibili utilizzato dalle centrali presenti

nella regione. Di fatto, la produzione di energia nelle centrali termoelettriche delle Marche avviene bruciando solo gas in centrali di ultima generazione ad alto rendimento. Questo comporta una maggiore emissione di NOx a seguito della combustione ottimizzata ed una ridotta emissione di SOx dovuta al non utilizzo di combustibili potenzialmente solforosi. Gli elevati valori di ammoniaca e protossido di Azoto sono, presumibilmente, dovuti alla presenza di impianti di abbattimento degli NOx (filtri “de-NOx”).

La differenza nelle emissioni di CO2 è anch'essa dovuta alla differenza tra il mix di combustibili a livello nazionale e quello a livello regionale. A livello regionale l'utilizzo massiccio di gas e di centrali efficienti consente un risparmio di emissioni di poco inferiore al 10%.

MACROSETTORE 02

Emissioni [Mg]	Inventario Regionale (metodologia FABE)	APAT	Metodologia alternativa con consumi combustibile
CH4	777,59	804,55	778,54
CO	17.011,65	16.335,07	15.693,47
CO2 *1000	1.529,94	1.828,98	2.406,95
N2O	116,79	68,69	228,71
COVNM	1.433,81	1.437,39	1.578,27
NOx	1.341,03	2.252,63	5.482,63
PM10	757,18	693,60	1.020,78
SOx	261,99	229,15	1.212,24

Tabella 126: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 02.

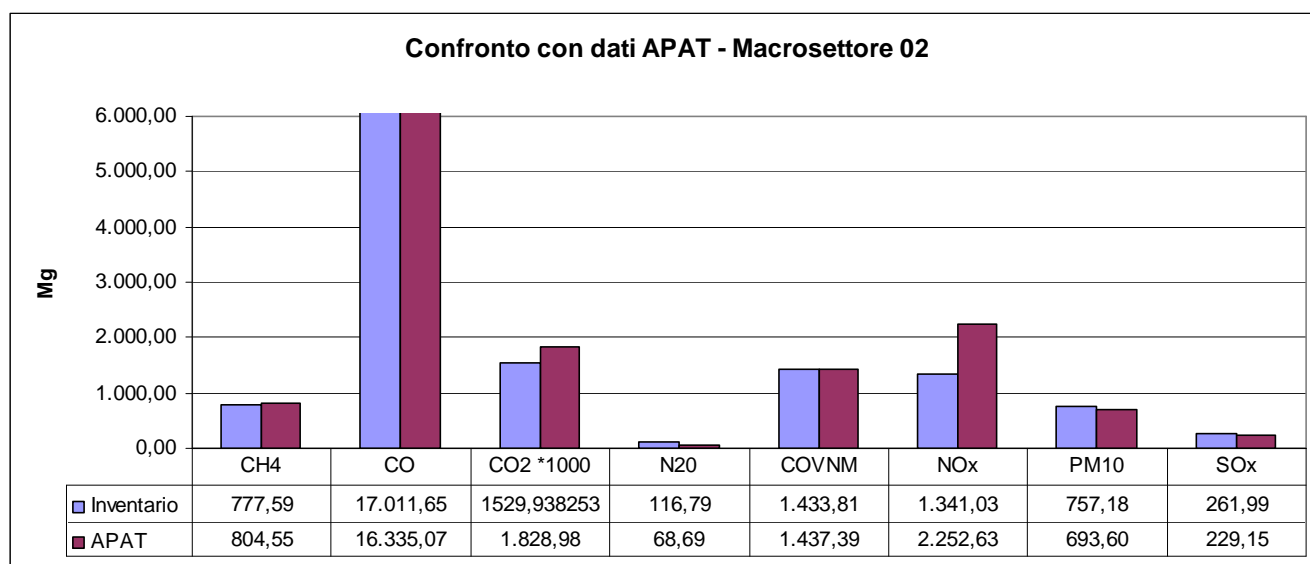


Figura 55 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 02



Nel dettaglio, l'APAT suddivide le emissioni tra i vari combustibili come indicato nella tabella successiva.

EMISSIONI APAT [Mg]	biomassa	gas naturale	gasolio	GPL	altri	rifiuti	TOTALE
CH4	653,80	68,45	12,27	2,29	66,59	1,15	804,55
CO	15.323,38	684,52	35,24	22,93	267,66	1,34	16.335,07
CO2 *1000	0,00	1.522,08	129,11	148,88	23,35	5,56	1.828,98
N2O	28,60	27,38	3,50	4,59	2,70	1,92	68,69
COVNM	1.225,87	136,90	12,27	4,59	48,92	8,84	1.437,39
NOx	163,45	1.369,04	88,30	114,63	495,11	22,09	2.252,63
PM10	636,64	5,48	6,31	4,59	39,71	0,88	693,60
SO2	0,00	0,00	164,10	0,00	57,57	7,49	229,15

Tabella 127: Emissioni APAT per il Macrosettore 02 suddivise per tipo di combustibile.

Sempre nello specifico, l'APAT assegna ad ogni provincia le emissioni riportate a seguito:

APAT [Mg]	CH4	CO	CO2	N2O	COVNM	NOx	PM10	SO2
ANCONA	245,26	5028,99	711572,27	22,74	432,62	768,62	203,50	49,80
ASCOLI PICENO	188,98	4001,24	268519,48	13,05	361,61	401,69	181,54	53,91
MACERATA	172,27	3379,56	396993,68	16,17	299,41	529,14	142,61	40,66
PESARO URBINO	198,04	3925,28	451894,60	16,73	336,80	553,17	165,95	84,78
TOTALE	804,55	16335,07	1828980,03	68,69	1430,43	2252,63	693,60	229,15

Tabella 128: Emissioni APAT per il Macrosettore 02 suddivise per provincia.

APAT (%)	CH4	CO	CO2	N2O	COVNM	NOx	PM10	SO2
ANCONA	30,48	30,79	38,91	33,11	30,24	34,12	29,34	21,73
ASCOLI PICENO	23,49	24,49	14,68	19,00	25,28	17,83	26,17	23,52
MACERATA	21,41	20,69	21,71	23,53	20,93	23,49	20,56	17,75
PESARO URBINO	24,61	24,03	24,71	24,35	23,55	24,56	23,93	37,00

Tabella 129: Emissioni APAT per il Macrosettore 02 suddivise in percentuale per provincia.

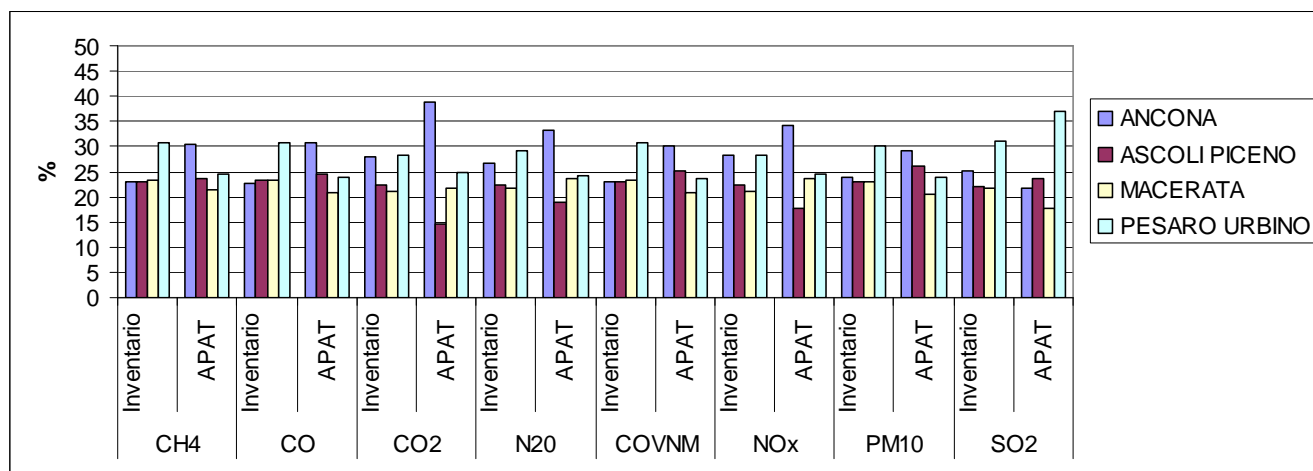


Figura 56 Confronto a livello provinciale dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettor 02

Come per il Macrosettor 01, le differenze esistenti tra i dati qui presentati ed i valori attribuiti dall'APAT alla regione Marche sono attribuibili al diverso mix di combustibili utilizzato dalle caldaie presenti nella regione rispetto al dato nazionale.

Occorre tener conto che il dato stimato mediante metodologia "FABE" non tiene conto della combustione per la produzione di acqua calda sanitaria. D'altra parte, i dati ottenuti a partire dai consumi di combustibile possono essere parzialmente inesatti a causa di fattori di emissione molto generici.

La differenza nelle emissioni di CO₂ è parzialmente dovuta, nel caso della metodologia FABE, al non utilizzo del dato di produzione di acqua calda e, per tutte le metodologie, alla differenza tra il mix di combustibili a livello nazionale e quello a livello regionale.

MACROSETTORE 03

Emissioni [Mg]	Inventario Regionale	APAT
SOx	1.112,29	638,50
NOx	2.987,84	1.331,18
COVNM	178,64	48,40
CH4	75,31	37,84
CO	427,33	1.248,17
CO2*1000	1.530,68	946,53
N2O	157,48	57,94
NH3	0,01	0,91
PM10	199,33	346,84

Tabella 130: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettor 03.

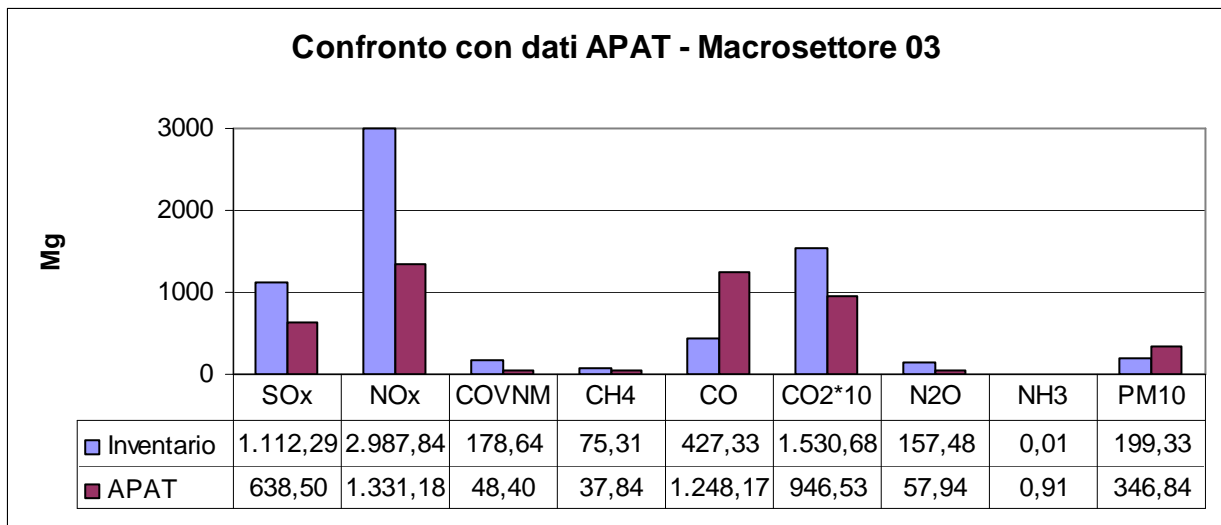


Figura 57 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 03

Nella tabella sottostante si mostrano i contributi emissivi, stimati da APAT, per ciascuna provincia.

APAT [Mg]	SOx	NOx	COVNM	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	PM10
ANCONA	18,35	167,99	8,75	4,49	105,88	222.918,09	1,58	0,00	68,85
ASCOLI PICENO	25,97	153,19	7,19	4,32	23,70	169.242,67	1,38	0,00	14,91
MACERATA	313,13	480,73	24,09	22,83	1.011,43	410.279,57	49,97	0,91	153,25
PESARO URBINO	281,05	529,27	8,37	6,19	107,16	144.087,29	5,00	0,00	109,82
TOTALE	638,50	1.331,18	48,40	37,84	1.248,17	946.527,62	57,94	0,91	346,84

Tabella 131: Emissioni APAT per il Macrosettore 03 suddivise per provincia.

APAT (%)	SOx	NOx	COVNM	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	PM10
ANCONA	2,87	12,62	18,08	11,88	8,48	23,55	2,73	0,02	19,85
ASCOLI PICENO	4,07	11,51	14,87	11,41	1,90	17,88	2,38	0,02	4,30
MACERATA	49,04	36,11	49,77	60,35	81,03	43,35	86,26	99,96	44,19
PESARO URBINO	44,02	39,76	17,29	16,37	8,59	15,22	8,64	0,00	31,66

Tabella 132: Emissioni APAT per il Macrosettore 03 suddivise in percentuale per provincia.

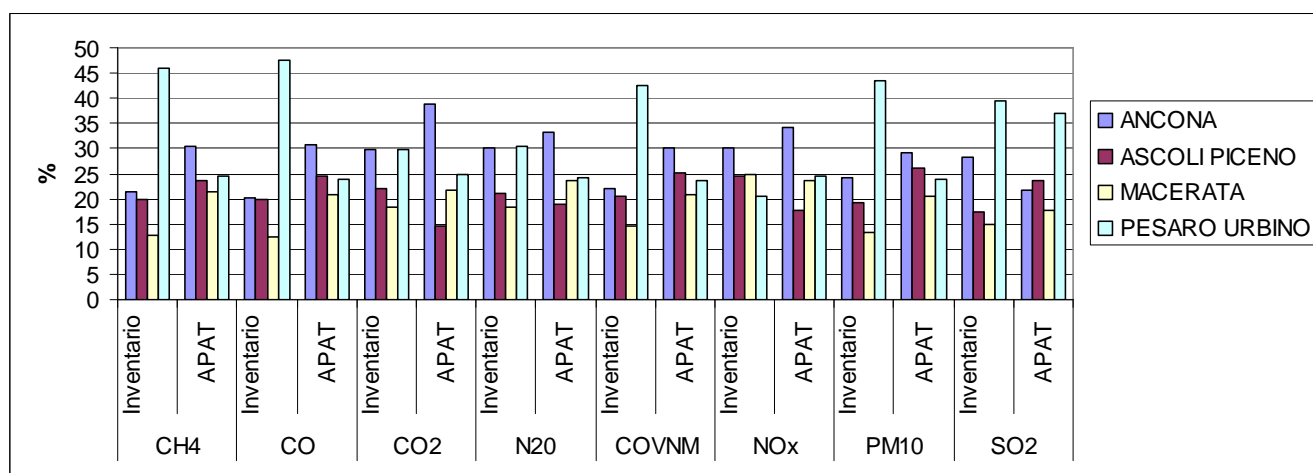


Figura 58 Confronto a livello provinciale dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettor 03.

Le differenze tra i dati APAT e quelli del presente inventario sono piuttosto elevate. Questo è dovuto al fatto che sono state applicate due metodologie di stima differenti. Per l'Inventario Regionale sono state calcolate le emissioni a partire dai consumi di combustibile nei singoli comparti produttivi. L'APAT ha stimato le emissioni direttamente dalle quantità prodotte dalle diverse attività di provenienza (es: forni per gesso, fonderie di ghisa, industria cartaria, produzione di laterizi e piastrelle...) per poi attribuire la quota regionale utilizzando numero di addetti e/o quantità prodotte come variabili proxy.

Purtroppo, in questo caso l'Inventario Regionale mostra una situazione emissiva ben peggiore da quanto calcolato dall'APAT pur con la notevole eccezione delle PM10.

MACROSETTORE 04

Emissioni [Mg]	APAT	Inventario Regionale
SOx	628,63	839,99
NOx	656,01	723,71
CO	2,83	731,14
CO2 * 1000	624,63	328,15
PM10	248,35	482,36
Metalli	0,05	4,02
NH3	n.d.	17,42
COVNM	1.533,24	122,29
COV	20,79	557,26

Tabella 133: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettor 04.

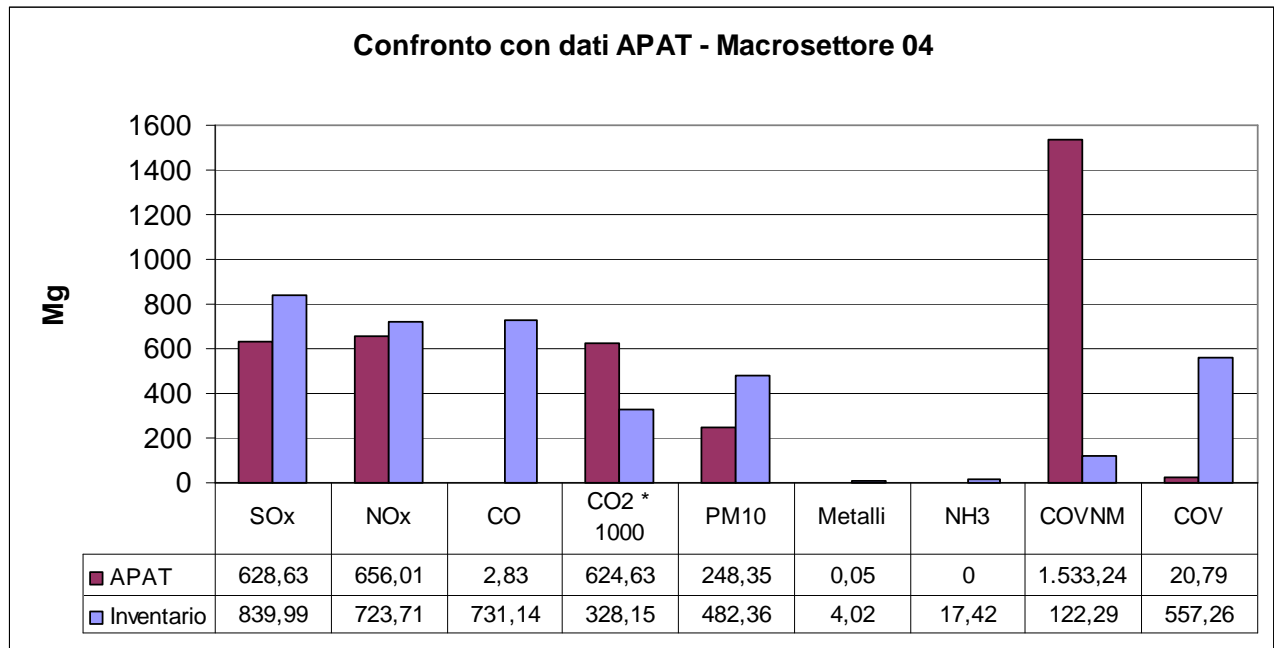


Figura 59 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 04.

Per questo macrosettore il confronto risulta decisamente arduo poiché l'Inventario Regionale si basa sui dati reali relativi ai singoli insediamenti produttivi, dati elaborati poi statisticamente mentre l'APAT stima a livello nazionale per poi disaggregare. I dati più confrontabili sono quelli relativi a SOX, NOx e PM10. Per tutti questi inquinanti l'Inventario Regionale stima emissioni superiori a quelle attribuite dall'APAT. D'altra parte, ancora una volta, l'APAT ci attribuisce una quantità di CO2 quasi doppia. Questo deve far presumere che il comparto produttivo della regione è decisamente meno impattante, in termini di GW, rispetto a quanto attribuito dall'APAT.

MACROSETTORE 05

Emissioni [Mg]	Inventario Regionale	APAT
COVNM	1.607,63	1.009,95
CH4	5.514,46	4.855,51
Benzene	0,94	0,43
PM10	11,66	0,0006
SOx	5,70	n.p.
NOx	432,80	n.p.
CO	259,90	n.p.
CO2	67.540,64	2.024,64

Tabella 134: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 05.

Il contrasto tra i dati derivanti dai due approcci può essere spiegato dall'impiego fuorviante dell'APAT del numero di addetti al settore come variabile proxy.

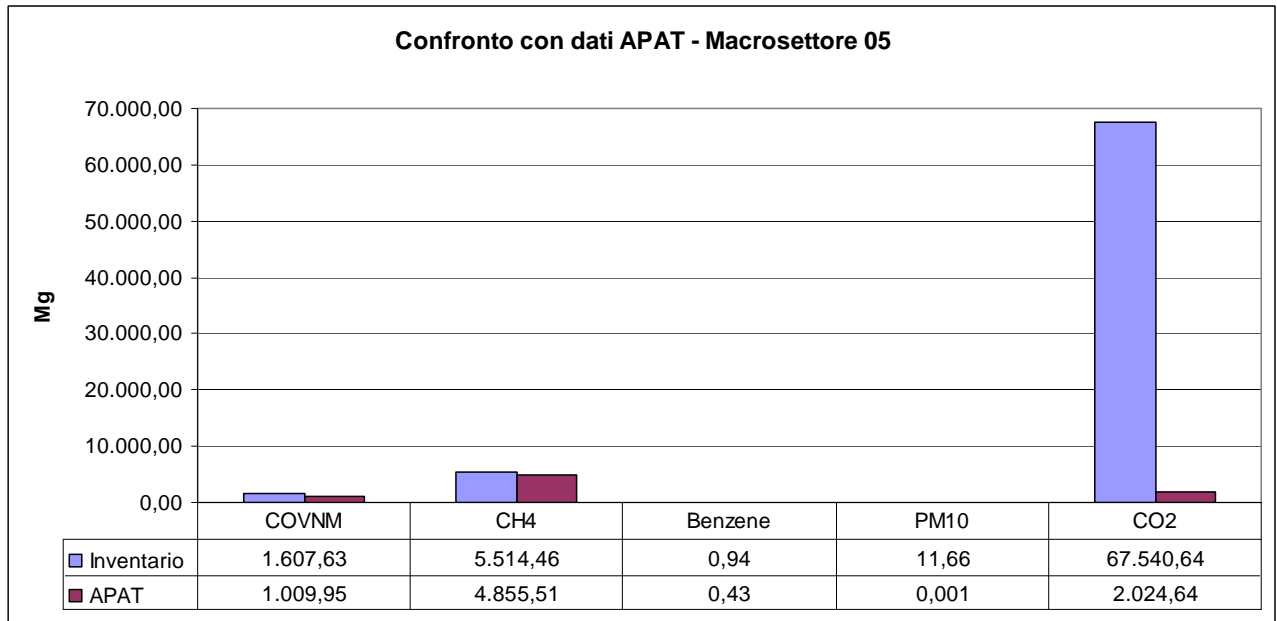


Figura 60 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 05.

Le attività considerate sono le stesse con l'unica distinzione che l'APAT non considera l'estrazione di combustibili gassosi - Attività off-shore (050303) mentre l'inventario regionale non tiene conto dell'attività 050201 (Attività su terraferma presente solo nella provincia di Ascoli, secondo l'APAT).

CH4 [Mg]	Attività su terraferma	Attività a terra (oltre la desolforazione)	Reti di distribuzione	TOTALE
	050201	050302	050603	
ANCONA	n.p.	28,709	1.884,071	1.912,780
ASCOLI PICENO	56,836	45,114	644,315	746,266
MACERATA	n.p.	32,810	1.065,748	1.098,558
PESARO URBINO	n.p.	12,304	1.085,603	1.097,907
MARCHE	56,836	118,938	4.679,737	4.855,512

Tabella 135: Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.



	Attività su terraferma	Attività a terra (oltre la desolforazione)	Terminali marittimi (navi cisterna, trasporto e immagazzinamento)	Altro trasporto interno e immagazzinamento (incluse le condotte)
COVNM [Mg]	050201	050302	050401	050402
ANCONA	n.p.	0,437	224,145	59,475
ASCOLI PICENO	11,289	0,687	n.p.	n.p.
MACERATA	n.p.	0,499	n.p.	n.p.
PESARO URBINO	n.p.	0,187	n.p.	n.p.
Marche	11,289	1,810	224,145	59,475

Tabella 136: Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.

	Stazione di distribuzione delle raffinerie	Trasporto e deposito (eccetto 050503)	Stazioni di servizio (incluso rifornimento di veicoli)	Reti di distribuzione	
COVNM [Mg]	050501	050502	050503	050603	TOTALE
ANCONA	12,599	2,132	31,399	239,186	569,373
ASCOLI PICENO	n.p.	1,569	23,109	81,797	118,450
MACERATA	n.p.	1,204	17,739	135,299	154,741
PESARO URBINO	n.p.	1,868	27,510	137,819	167,384
MARCHE	12,599	6,773	99,757	594,101	1.009,949

Tabella 137: Segue emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.

	Stazione di distribuzione delle raffinerie	Trasporto e deposito (eccetto 050503)	Stazioni di servizio (incluso rifornimento di veicoli)	
Benzene [Mg]	050501	050502	050503	TOTALE
ANCONA	0,046	0,008	0,114	0,168
ASCOLI PICENO	n.p.	0,006	0,084	0,090
MACERATA	n.p.	0,004	0,064	0,069
PESARO URBINO	n.p.	0,007	0,100	0,107
MARCHE	0,046	0,025	0,362	0,433

Tabella 138: Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.



	050103
PM10 [Mg]	Immagazzinamento di combustibili solidi
ANCONA	0,000
ASCOLI PICENO	0,001
MACERATA	0,000
PESARO URBINO	0,000
MARCHE	0,001

Tabella 139: Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.

	Attività su terraferma	Attività a terra (oltre la desolforazione)	
CO2 [Mg]	050201	050302	TOTALE
ANCONA	n.p.	31,799	31,799
ASCOLI PICENO	1.892,905	49,970	1.942,875
MACERATA	n.p.	36,342	36,342
PESARO URBINO	n.p.	13,628	13,628
MARCHE	1.892,905	131,739	2.024,644

Tabella 140: Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia e per singola attività.

Riassumendo i contributi emissivi, per provincia sono mostrati nelle seguenti tabelle.

APAT [Mg]	CH4	COVNM	Benzene	PM10	CO2
ANCONA	1.912,780	569,373	0,168	0,000	31,799
ASCOLI PICENO	746,266	118,450	0,090	0,001	1.942,875
MACERATA	1.098,558	154,741	0,069	0,000	36,342
PESARO URBINO	1.097,907	167,384	0,107	0,000	13,628
MARCHE	4.855,512	1.009,949	0,433	0,001	2.024,644

Tabella 141: Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise per provincia.

APAT (%)	CH4	COVNM	Benzene	PM10	CO2
ANCONA	39,394	56,376	38,723	0,000	1,571
ASCOLI PICENO	15,369	11,728	20,715	100,000	95,961
MACERATA	22,625	15,322	15,902	0,000	1,795
PESARO URBINO	22,612	16,574	24,661	0,000	0,673

Tabella 142: Emissioni APAT per il Macrosettore 05 suddivise in percentuale per provincia.

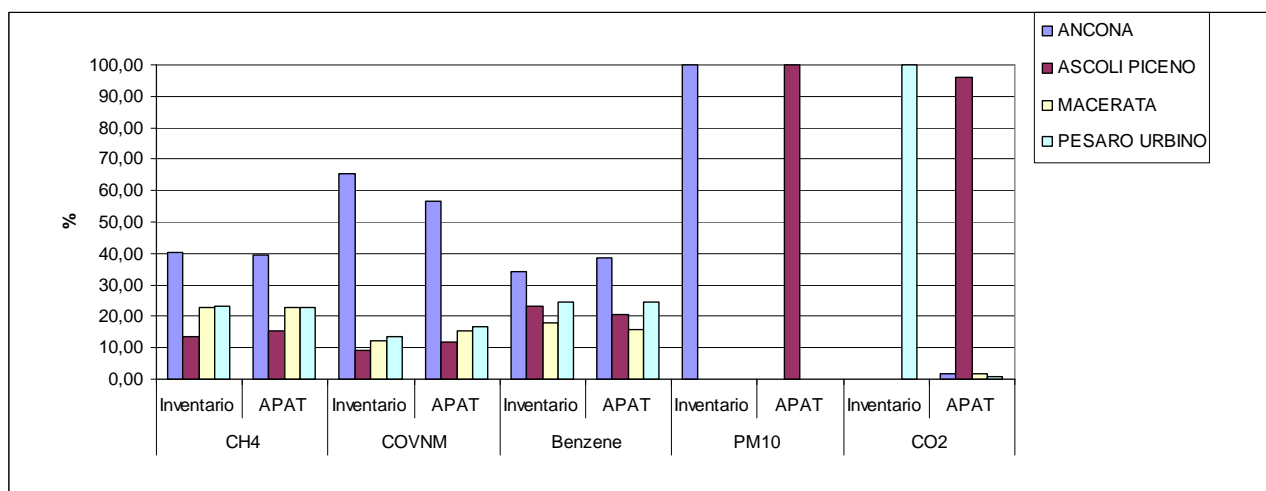


Figura 61 Confronto a livello provinciale dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettor 05.

Si nota una palese differenza riguardo le emissioni di polveri che l'APAT attribuisce alla provincia di Ascoli mentre l'inventario a quella di Ancona (carbonile ENI) ed in quantità decisamente più elevate e alle emissioni di CO2 che l'APAT assegna a tutte le provincie mentre l'Inventario solo a quella di Pesaro in quanto riferite alla centrale Gas di Fano.

Questa volta, per quanto riguarda la CO2 i dati dell'Inventario Regionale risultano penalizzanti rispetto a quelli APAT. In ogni caso, in valore assoluto i dati sono irrisori rispetto al totale in gioco.

MACROSETTORE 06

Il confronto con i dati APAT è perfettamente inutile poiché l'Inventario, in mancanza di dati locali, ha dovuto acquisire il dato top-down.

MACROSETTORE 07

Nella seguente tabella è mostrato il confronto tra le emissioni ottenute con COPERT e quelle stimate da APAT.



Emissioni [Mg]	Inventario Regionale	APAT
NOx	20.398,99	13.221,04
CO	67.516,86	51.370,12
CO2	4.182.977,31	3.056.676,90
NH3	429,33	420,16
COVNM	9.741,64	8.948,45
PM	1.308,29	1.274,15
N2O	201,73	329,54
Benzene	245,27	n.d.
PM2,5	1.150,33	n.d.
SO2	598,73	n.d.
CH4	4.340,74	646,81
Metalli	6,02	0,15

Tabella 143: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 07.

APAT non stima alcuni inquinanti che invece sono stati considerati nell'Inventario, come ad esempio benzene o SO2.

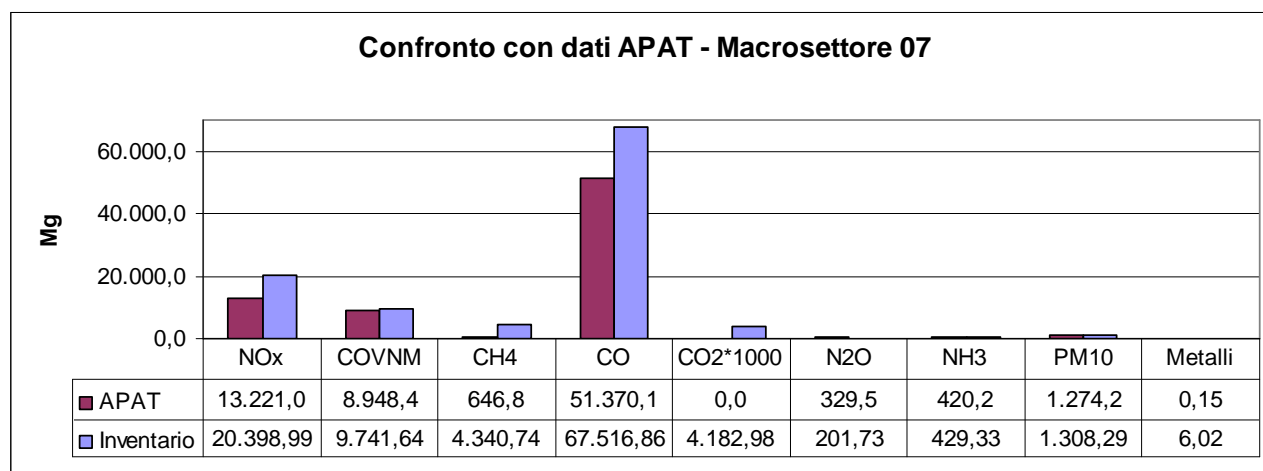


Figura 62 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 07.

Dal confronto tra i dati APAT e quelli dell'inventario si evince una generale sottostima da parte dell'APAT delle emissioni. D'altra parte, le emissioni calcolate per l'Inventario mediante la metodologia Copert sono state validate, a livello regionale, per confronto con le emissioni calcolate a partire dai dati sul consumo di combustibile. Questo tranquillizza riguardo l'affidabilità dei dati proposti. Ad ogni modo, differenze dell'ordine del 20-30% sono, in linea di principio, del tutto accettabili nel confronto tra dati top-down e dati bottom-up per questo macrosettore.

Si ricorda ancora che la distribuzione sul territorio delle emissioni di questo macrosettore potrebbe non rispondere completamente alla realtà perché non è stato possibile

dettagliare le emissioni dovute al transito sulle arterie stradali principali e quelle dovute al traffico nelle aree urbane principali.

MACROSETTORE 08

Emissioni [Mg]	Inventario Regionale	APAT
SOx	233,55	564,93
NOx	3.094,71	6.244,09
COVNM	17.600,74	5.261,57
CH4	322,31	78,85
CO	91.426,16	14.123,95
CO2	345.005,43	623.576,77
N2O	7,00	136,83
PM10	713,53	703,33
Metalli	1,42	1,68
Benzene	14,72	65,45

Tabella 144: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 08.

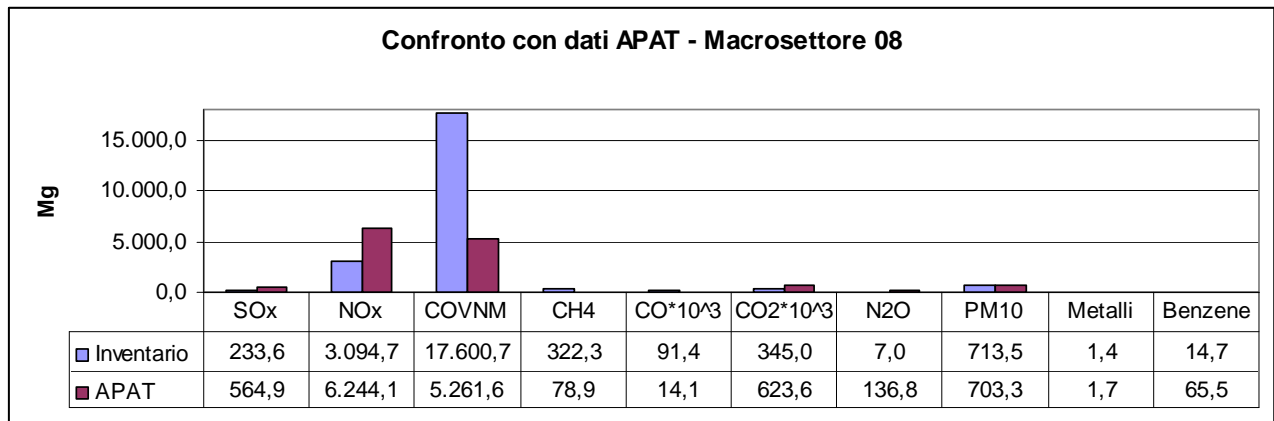


Figura 63 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 08.

In questo macrosettore vi sono notevoli differenze tra i valori emissivi proposti dall'APAT e quelli calcolati per l'Inventario. Poiché i secondi dati sono stati valutati a seguito di un'attenta ricerca di tutti gli indicatori di attività a livello locale, quasi certamente le differenze sono dovute al tipo di variabili proxy utilizzate dall'APAT per il calcolo dei dati a livello locale (lunghezza tratti ferroviari, arrivi di navi ecc.).

Si deve, inoltre, tenere in considerazione che le emissioni di questo macrosettore rappresentano una frazione decisamente piccola di quelle totali regionali.



MACROSETTORE 09

Emissioni [Mg]	APAT	Inventario Regionale
SOx	267,92	468,79
NOx	176,48	27,89
COVNM	509,17	270,46
CH4	25.049,93	20.449,23
CO	3.889,99	1,34
CO2	6.805,46	47.441,53
N2O	171,30	32,50
NH3	245,63	205,98
PM10	203,22	0,88
IPA [kg]	528,36	0,96
Metalli	n.d.	0,38

Tabella 145: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 09.

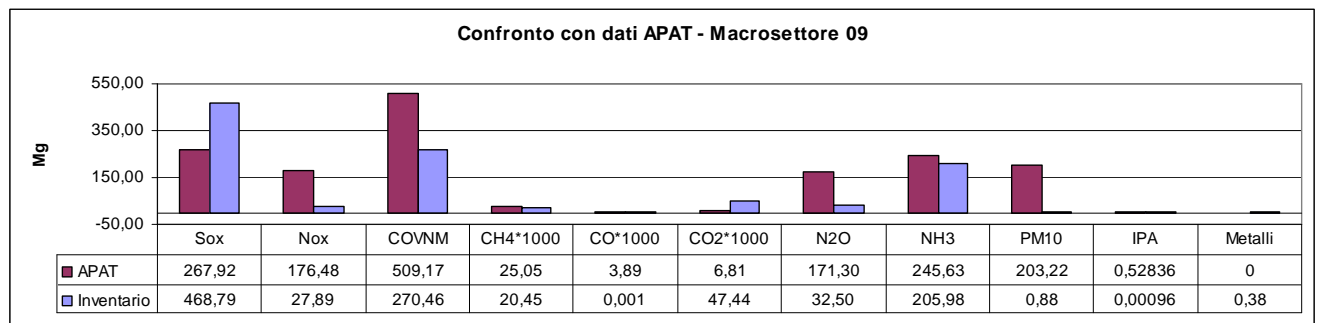


Figura 64 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 09.

Tutte le differenze tra i valori proposti dall'APAT e quelli proposti dall'Inventario sono riconducibili alla scarsa quantità di rifiuti inceneriti mediante termovalorizzatori nella regione Marche. Poiché l'APAT utilizza variabili proxy che non tengono conto completamente delle modalità di smaltimento dei rifiuti, essa ci attribuisce emissioni piuttosto differenti. Andranno discusse le differenze nelle emissioni di CO e CO2 per valutare il perché di una vera e propria discrasia.

MACROSETTORE 10

Emissioni [Mg]	Inventario Regionale	APAT
NOx	50,36	23,86
COVNM	74,87	43,17
CH4	9.501,02	8.929,71
CO	1.371,69	699,62
N2O	1.700,36	1.939,34
NH3	9.810,58	8.465,82
PM10	99,06	557,54

Tabella 146: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosetto 10.

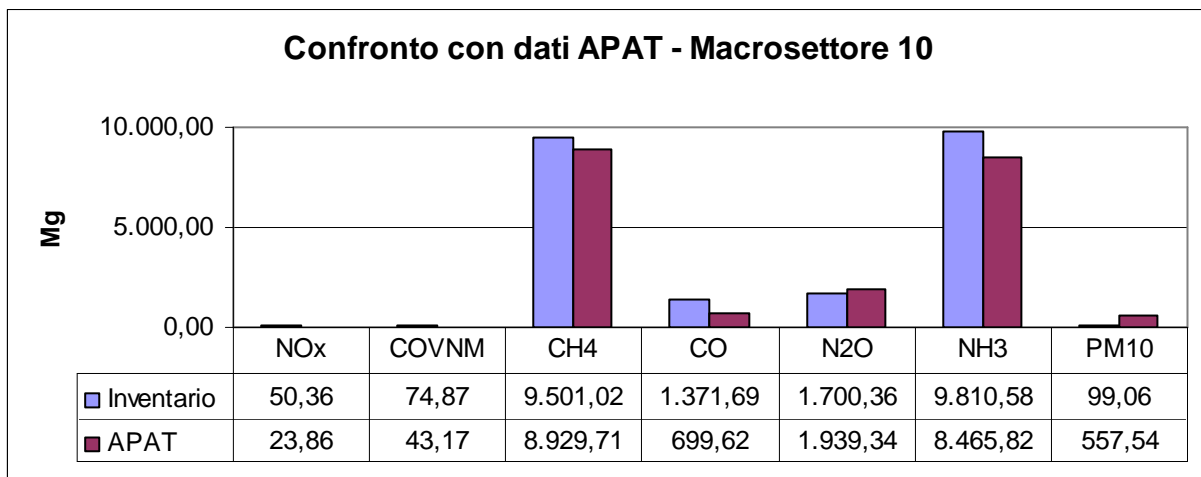


Figura 65 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosetto 10.

I risultati del confronto del macrosetto 10 sono decisamente confortanti poiché tutti i valori sono in linea. Questo dimostra che, quando le variabili proxy consentono una statistica accurata (in questo caso numero di capi e superfici coltivate) la metodologia top-down e quella bottom-up propongono risultati quasi sovrapponibili.

MACROSETTORE 11

Emissioni [Mg]	APAT	Inventario Regionale
SOx	0,19	0,74
NOx	0,48	3,75
COVNM	1.824,52	9,84
COV	5.201,02	5.164,22
CO	17,03	107,70
N2O	0,01	0,19
NH3	0,22	0,85
PM10	3,52	n.d.

Tabella 147: Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 11.

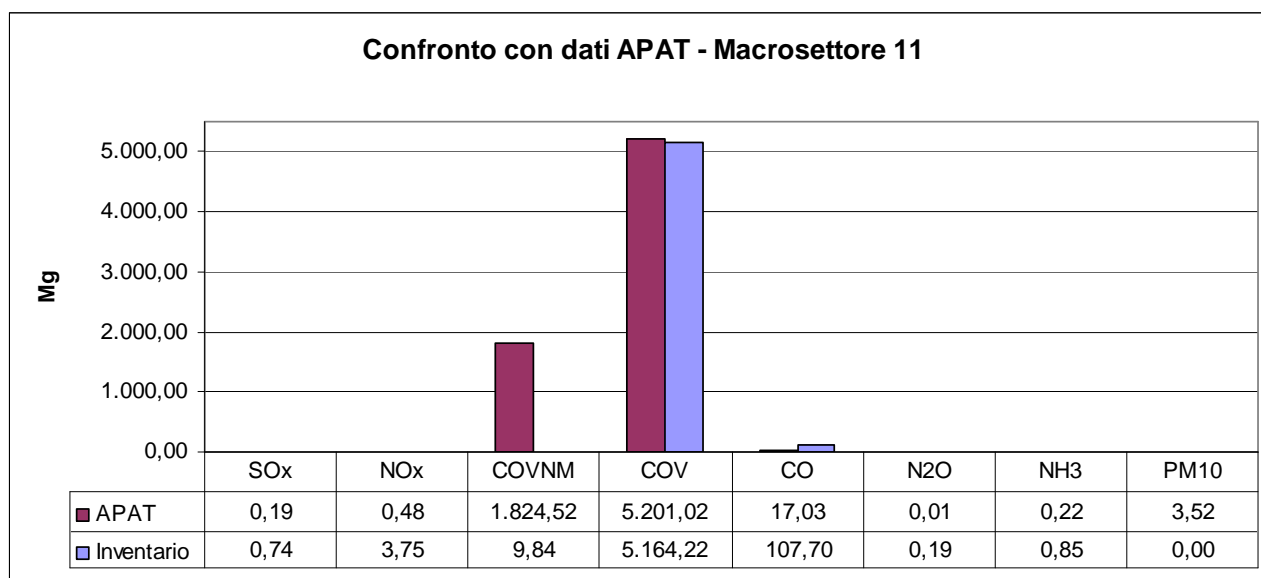


Figura 66 Confronto dei dati Inventario con dati APAT per il Macrosettore 11.

Anche in questo caso abbiamo una buona rispondenza dei valori per l'inquinante più importante del macrosettore ovvero per i composti organici volatili. Per quanto riguarda la frazione non metanica, andrà indagato il perché della grande differenza.



Acquisizione dei dati

MACROSETTORE 1

FONTI DI DATI

- AIA (dati puntuali)
- Registro (dati puntuali)
- Dati Societari delle aziende considerate (dati puntuali)
- Rapporti ambientali delle aziende considerate (dati puntuali)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

N/A

FATTORI DI EMISSIONE

N/A

VARIABILI PROXY

N/A

MACROSETTORE 2

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ministero Sviluppo Economico (dettaglio provinciale)
- PEAR (dettaglio provinciale)
- CFS (dettaglio provinciale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Consumi di combustibile per riscaldamento

FATTORI DI EMISSIONE

- Manuale ANPA Fattori di Emissione

VARIABILI PROXY

- Popolazione residente a livello comunale
- Superfici abitative a livello comunale

MACROSETTORE 3

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ministero Sviluppo Economico (dettaglio provinciale)
- PEAR (dettaglio provinciale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Consumi di combustibile nel settore industriale

FATTORI DI EMISSIONE

- Manuale ANPA Fattori di Emissione

VARIABILI PROXY

- Addetti nell'industria



MACROSETTORE 4

- AIA (dati puntuali)
- Autorizzazioni Ambientali Provinciali (dati puntuali)
- Annuario ISTAT (dati puntuali)
- Ufficio Regionale ISTAT (dati puntuali)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

N/A

FATTORI DI EMISSIONE

N/A

VARIABILI PROXY

N/A

MACROSETTORE 5

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)
- Agenzia delle Dogane (dettaglio puntuale)
- Ministero Sviluppo Economico (dettaglio provinciale)
- PEAR (dettaglio provinciale)
- Rapporti ambientali delle aziende considerate (dettaglio puntuale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Masse di idrocarburi estratte
- Masse di idrocarburi stoccate
- Masse di idrocarburi processate
- Masse di idrocarburi movimentate
- Masse di idrocarburi distribuite

FATTORI DI EMISSIONE

- Manuale ANPA Fattori di Emissione

VARIABILI PROXY

- Popolazione residente a livello comunale
- Depositi di combustibile

MACROSETTORE 6

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)
- Sito ISPRA (ex APAT) (dettaglio provinciale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

N/A

FATTORI DI EMISSIONE

N/A

VARIABILI PROXY

- Addetti nel settore verniciatura



MACROSETTORE 7

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio comunale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio comunale)
- Agenzia delle Dogane (dettaglio comunale)
- Ministero Sviluppo Economico (dettaglio provinciale)
- PEAR (dettaglio provinciale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Parco veicolare
- Consumi di combustibile nel settore trasporto su gomma

FATTORI DI EMISSIONE

- Metodologia COPERT

VARIABILI PROXY

- Parco veicolare a livello comunale

MACROSETTORE 8

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)
- Trenitalia (dettaglio provinciale)
- Autorità Portuale di Ancona (dettaglio puntuale)
- Regione Marche – Settore Mare (dettaglio puntuale)
- Aerdorica (dettaglio puntuale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Consumi di combustibile nel settore marittimo
- Flussi di traffico nel settore marittimo
- Consumi di combustibile nel settore ferroviario
- Consumi di combustibile nel settore agricoltura
- Cicli LTO

FATTORI DI EMISSIONE

- Manuale ANPA Fattori di Emissione
- Manuale TECNE

VARIABILI PROXY

N/A

MACROSETTORE 9

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)
- Sito ISPRA (ex APAT) (dettaglio provinciale)
- Rapporti ambientali delle aziende considerate (dettaglio puntuale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Quantità smaltite in discarica



- Quantità incenerita di rifiuti
- Quantità trattata di reflui
- Quantità di rifiuti in compost
- Numero di abitanti serviti
- Emissioni da torcia acida

FATTORI DI EMISSIONE

- Manuale ANPA Fattori di Emissione
- Manuale TECNE

VARIABILI PROXY

- Popolazione residente a livello comunale

MACROSETTORE 10

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Superfici agricole
- Capi di allevamento
- Quantità di fertilizzante

FATTORI DI EMISSIONE

- Manuale ANPA Fattori di Emissione

VARIABILI PROXY

- Superfici agricole a livello comunale

MACROSETTORE 11

FONTI DI DATI

- Annuario ISTAT (dettaglio provinciale)
- Ufficio Regionale ISTAT (dettaglio provinciale)
- CFS (dettaglio provinciale)
- Ufficio Cartografico Regionale (dettaglio puntuale)

INDICATORI DI ATTIVITÀ

- Superfici forestali per tipologia
- Superfici forestali colpite da incendio

FATTORI DI EMISSIONE

- Manuale ANPA Fattori di Emissione

VARIABILI PROXY

N/A

TUTTI I MACROSETTORI

Per quanto riguarda la redazione di schede informatiche, questa è risultata inutile poiché tutti i dati sono stati stimati con metodologie basate su fattori emissivi. I dati raccolti, riferiti ai vari indicatori di attività, alle variabili proxy ed ai fattori di emissione, sono stati già forniti in formato elettronico e non è stato ritenuto utile procedere ad una seconda trasposizione.



I dati raccolti e le stime calcolate sono stati restituiti sotto forma di database di fogli elettronici.

I dati sono stati elaborati in modo esatto ovvero senza perdita di precisione. L'intervallo di confidenza coincide, pertanto con quello dei relativi fattori di emissione e/o indicatori di attività.

La scelta delle variabili proxy e dei fattori di emissione è stata effettuata considerando le "Linee guida agli inventari locali di emissioni in atmosfera" e il "Manuale dei fattori di emissione nazionali" dell'ANPA, nonché pubblicazioni dell'APAT (oggi ISPRA) aggiornate al 2006 come: "Guida operativa per la realizzazione di un Inventario Locale delle Emissioni" e "La disaggregazione spaziale dell'Inventario Nazionale delle Emissioni".

Anche per quanto riguarda gli indicatori di attività si è fatto riferimento alle sopracitate fonti, scegliendo sempre tra gli indicatori consigliati dall'ISPRA e dall'ANPA; quando ciò non è stato possibile per evidenti problemi di reperibilità, si è optato per indicatori ugualmente ragionevoli e rappresentativi.

Peculiarità delle sorgenti lineari e areali

Il contributo delle sorgenti emissive lineari viene quantificato mediante valori misurati in [kg/s*m]. Il computo delle emissioni può essere sufficientemente accurato come pure può essere accurata la georeferenziazione. Le sorgenti lineari sono quasi sempre dovute ad emissioni da mezzi mobili, in particolare e nella stragrande maggioranza dei casi, emissioni da traffico su gomma. Per gestire le relative informazioni all'interno di un database si raccomanda di suddividere preliminarmente le sorgenti in tratti aventi caratteristiche omologhe. A titolo di esempio, un tratto stradale potrà essere diviso in base all'omogeneità di flussi, di pendenza, di quota ecc. Una volta operata questa prima suddivisione, i tratti omologhi andranno ulteriormente suddivisi in modo tale da rappresentarli mediante spezzate. I vertici dei segmenti saranno, quindi, memorizzati insieme al valore emissivo da attribuire loro.

Per quanto riguarda le emissioni areali, la situazione è più complessa e variegata. In questo caso le emissioni vengono quantificate come [kg/s*mq]. Quasi tutte le emissioni considerate in un inventario sono areali oppure come tali vanno considerate. Tra quelle effettivamente areali sono comprese tutte le emissioni di tipo "landfill": agricoltura, foreste, discariche ecc.. Molte altre emissioni, pur essendo in linea di principio puntuali, vengono "trasformate" in areali previo accorpamento e rimodulazione delle emissioni originali. Ad esempio, le emissioni da riscaldamento domestico non possono essere georeferenziate a livello di singola caldaia ma saranno accorpate, di solito a livello comunale, e "spalmate" su aree opportune. Una procedura molto simile andrà attuata per le emissioni da combustione industriale e, più in generale, per quasi tutte le emissioni industriali.

Per gestire questo tipo di informazioni a livello database, si consiglia di determinare, comune per comune, le aree emissive principali sulla base dell'utilizzo del suolo e/o dei regolamenti comunali. Andranno determinate e circoscritte aree residenziali, aree industriali, aree commerciali ecc.. Per evitare problemi queste aree dovranno essere, da un punto di vista geometrico, semplicemente connesse. Le aree omologhe semplicemente connesse saranno rappresentate dal relativo perimetro discretizzato come sequenza di vertici. Le altre aree dovranno essere suddivise, preventivamente in sotto-aree semplicemente connesse. In entrambi i casi, a ciascuna area (sequenza di vertici) andrà associato il relativo contributo emissivo.



REGIONE MARCHE
Giunta Regionale
Servizio Ambiente e Paesaggio

*Piano di Risanamento e Mantenimento della
Qualità dell'Aria Ambiente- Inventario
Emissioni in Atmosfera - **ALLEGATO 1***



INTEGRAZIONE CON MODELLI AMBIENTALI

Emission Explorer

Package cartografico interattivo in ambiente Windows per la distribuzione, esplorazione ed analisi di inventari di emissione di inquinanti atmosferici:

- distribuzione dell'inventario regionale e suoi aggiornamenti
- ricerca e presentazione cartografica dei dati di inventario
- feed-back su aspetti temporali
- integrazione con i modelli di qualità dell'aria

Emission Explorer consente l'accesso guidato e la visualizzazione su base cartografica dei dati di inventario relativamente a porzioni di territorio e ad insiemi selezionati di attività, è in grado di trattare le basi dati emissive e cartografiche in tutte le loro articolazioni e complessità: specie inquinanti, attività, confini amministrativi, distribuzione sul territorio in maglie di 500 metri, ecc.; consentendo ricerche, visualizzazioni ed esportazione di dati e mappe.

Basi di dati:

- strumenti per la gestione delle basi dati (creazione, modifica..)
- importazione di dati emissivi, cartografici e tematici in diversi formati
- sorgenti diffuse e puntuali

Ricerca:

- ricerca per criterio geografico, categoria emissiva, specie chimica

Tipologie di rappresentazione:

- Mappe tematiche per comune
- Su grigliato

A.P.E.X.

Sistema informativo creato da Techne s.r.l , per la realizzazione e la gestione dell'inventario delle sorgenti di emissione denominato; presenta un'architettura tipo client-server ed è costituito da tre componenti principali:

- la base dati disponibile in ambiente ORACLE sul server del sistema;
- l'interfaccia per l'interrogazione e l'aggiornamento sviluppata in ambiente orientato agli oggetti (Visual Basic Professional 4) per Windows su PC;
- un'interfaccia per la realizzazione di mappe tematiche, disponibile in ambiente MapInfo su PC.

Al sistema **A.P.E.X.** afferiscono, mediante specifiche interfacce di trasferimento, anche i risultati delle elaborazioni ottenute con i modelli di calcolo delle emissioni prodotte da sorgenti complesse.

Il sistema **A.P.E.X.** permette di trasferire i risultati delle stime delle emissioni ai modelli diffusionali di simulazione delle concentrazioni di inquinanti nell'aria, implementati nel



sistema informativo, che richiedono tali informazioni come input di calcolo, grazie a specifiche interfacce.

Il sistema permette la generazione grafica, cartografica e tabellare delle informazioni ottenute dalle stime effettuate relative ai livelli di attività ed alle emissioni prodotte dalle diverse sorgenti con la disaggregazione socio-economica, territoriale e temporale richiesta, come successivamente specificato.

P.R.E.M.

Software per la proiezione delle emissioni di inquinanti dell'aria (Techne s.r.l.) in grado di effettuare previsioni in specifici scenari futuri, per un periodo di 5-15 anni, appositamente costruiti.

Ad ogni scenario sono associate delle variabili (driver socio-economici e tecnologici normativi) che contengono le informazioni necessarie alla proiezione dei livelli di attività e delle emissioni quali, ad esempio:

- crescita della popolazione;
- prodotto interno lordo;
- applicazioni norme sulla qualità combustibili e dei carburanti;
- applicazioni norme sulle emissioni;
- modifiche al parco veicolare circolante.

In tal modo il sistema previsionale permette, ad esempio, di:

- simulare l'andamento della domanda di energia;
- simulare l'andamento delle produzioni industriali;
- simulare l'andamento delle emissioni in funzione dell'evoluzione delle tecnologie di riduzione;
- simulare l'andamento delle emissioni in funzione dell'evoluzione normativa;
- simulare l'andamento delle emissioni in funzione dell'evoluzione del parco veicolare circolante, dei consumi e delle percorrenze.

Il software **P.R.E.M.** presenta un'architettura analoga ad **A.P.E.X.** ed è in grado di produrre output tabellari, grafici e cartografici con la stessa disaggregazione.

SETS

Modello di calcolo (Techne s.r.l.) per la stima delle emissioni da traffico stradale. Si basa sulla metodologia **CORINAIR** (EMEP/CORINAIR 1996) sviluppata dalla **European Topic Centre on Air Emission** e finanziato dalla **EEA** (European Environment Agency).

Il modello richiede come dati di input:



- informazioni specifiche sui flussi veicolari (n°veicoli/h),
- composizione del parco circolante (in funzione delle normative di riferimento, della portata, della cilindrata)
- velocità di percorrenza nei singoli tratti,
- caratteristiche dei combustibili,
- carico dei veicoli,
- pendenza dei singoli tratti stradali

Il modello fornisce stime molto dettagliate delle emissioni dei principali inquinanti su una strada o su un'area e dei relativi consumi di carburanti. Le emissioni tipiche da traffico stradale sono definite come

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evaporative}$$

A titolo esemplificativo di seguito si riporta la formula di base per la stima delle sole emissioni a caldo:

$$E = F * m$$

AIR SHIPS

Specifico modello di calcolo (Techne s.r.l.) per stimare le emissioni provenienti dal traffico portuale. Segue la metodologia sviluppata nell'ambito del progetto **MEET** (Methodology for Estimate Air Pollutant Emissions from Transport, finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma Trasporti del 4° Programma quadro di ricerca, sviluppo tecnologico e dimostrazione).

Le emissioni sono genericamente ottenute come $E = S \cdot F$

AIR AIR

Specifico modello di calcolo (Techne s.r.l.) per la stima delle emissioni da aeroporti. Si basa sulle metodologie sviluppate dall'EPA (Environmental Protection Agency), dalla FAA (Federal Aviation Administration) e dalla Unione Europea nell'ambito del progetto **CORINAIR**, opportunamente modificate ed integrate.

L'emissione di ogni singolo inquinante è calcolata in base al modello di aereo e al ciclo **LTO** (Landing-Takeoff) utilizzando opportuni fattori di emissione.

Per ciclo LTO si intendono tutte le operazioni effettuate dagli aerei in volo e a terra raggruppate in 4 fasi: approccio, rullaggio e sosta in arrivo e partenza, decollo e salita.

Le emissioni sono genericamente ottenute come:

$$E = S * F$$

AIR FOREST

Il calcolo delle emissioni di **COV** (Composti Organici Volatili, in particolare isoprene) da superfici boschive; basato sulla metodologia sviluppata nell'ambito del progetto **CORINAIR** dell'Unione Europea.



Le emissioni sono genericamente ottenute come:

$$E = F(T) \cdot B \cdot S \cdot \square t * 1000$$

AirFire

Modello di calcolo (Techne s.r.l.) per le emissioni da incendi forestali ; si basa sulla metodologia sviluppata in ambito Internation Panel on Climate Change nel 1991 integrata con la metodologia dell'USEPA con riferimento al PM₁₀.

La stima è effettuata sulla base del Carbonio contenuto per ha di superficie considerata 133 t C/ha per le sempreverdi e 112 t C/ha per le decidue e da specifici fattori d'emissione per CO, CO₂, NO_x e PM₁₀.

INEMAR

INEMAR (INventario EMISSIONI ARia), è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera, ovvero stimare le emissioni a livello comunale dei diversi inquinanti, per ogni attività della classificazione Corinair e tipo di combustibile.

L'inventario regionale delle emissioni in Lombardia è basato sul database INEMAR (INventario EMISSIONI in ARia), un archivio che permette di stimare le emissioni a livello comunale per diversi inquinanti, attività e combustibili.

Le informazioni raccolte in questo archivio informatico sono tutte le variabili necessarie per la stima delle emissioni: gli indicatori di attività (ad esempio consumo di combustibili, consumo di vernici, quantità di rifiuti incenerita, ed in generale qualsiasi parametro che traccia l'attività dell'emissione), i fattori di emissione (ovvero la quantità in massa di inquinante emesso per unità di prodotto o di consumo), i dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni (come la popolazione residente, il numero di addetti per una specifica attività produttiva, ecc.), e le procedure di calcolo definite nelle diverse metodologie per stimare le emissioni. Dopo la stima iniziale delle emissioni dei principali inquinanti per gli anni 1997 e 2001, che ha costituito una delle basi per lo sviluppo del Piano Regionale Qualità dell'Aria (PRQA), il sistema INEMAR è stato aggiornato per l'inventario dell'anno 2003.

Le emissioni considerate per l'inventario 2003 riguardano i principali macroinquinanti (SO₂, NO_x, CO, COVNM, CH₄, CO₂, N₂O, NH₃), le polveri totali, il PM₁₀, il PM_{2.5} ed infine alcuni microinquinanti (diossine e metalli pesanti).

Le informazioni raccolte nel sistema INEMAR sono le variabili necessarie per la stima delle emissioni:

- indicatori di attività (consumo di combustibili, consumo di vernici, quantità incenerita, ed in generale qualsiasi parametro che traccia l'attività dell'emissione),
- fattori di emissione,
- dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni.

INEMAR contiene, inoltre, le procedure e gli algoritmi utilizzati per la stima delle emissioni secondo le diverse metodologie sotto illustrate, nonché i valori di emissione stimati.



Il sistema, nell'ultima versione 4.0, è formato da diversi moduli:

- PUNTUALI
- DIFFUSE
- TRAFFICO
- BIOGENICHE
- RISCALDAMENTO
- GESTIONE TABELLE GENERALI
- DISCARICHE
- SERBATOI
- AEROPORTI
- AGRICOLTURA
- LANCIO PROCEDURE
- POLVERI FINI
- EMISSIONI AGGREGATE.

Dopo essere stato utilizzato nella versione 3.0 per l'inventario emissioni dell'anno 2001, INEMAR è stato applicato per l'anno 2003 alla stima dei macroinquinanti (SO₂, NO_x, COVNM, CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃, PM_{2.5}, PM₁₀ e PTS), delle diossine e degli inquinanti aggregati (CO₂eq, precursori dell'ozono, acidificanti).

Il database è accessibile, da qualsiasi PC utente connesso in rete, per scaricare i risultati in revisione pubblica delle emissioni stimate relative all'anno 2003.

FAAED (FAA Aircraft Emissions Database)

Programma di calcolo per la stima delle emissioni da traffico aereo, messo a punto dall'Office Of Environment della Federal Aviation Administration e distribuito dall'EPA (Environmental Protection Agency). Tale programma implementa gli algoritmi di calcolo delle emissioni prodotte da specifiche flotte di aerei definite dall'utente e contiene un database con fattori di emissione per diversi tipi di motori di aerei e le necessarie informazioni sul tipo di vettori sui quali i motori vengono montati.

L'approccio metodologico seguito permette di prendere in considerazione tutti i diversi elementi significativi per il calcolo delle emissioni:

- modello di vettore;
- modello e n° di motori montati su ciascun vettore;
- tempo impiegato in ciascuna delle fasi che costituiscono il ciclo di volo.

AERMOD

AERMOD è un modello diffusivo gaussiano applicabile in aree ad orografia complessa urbane e rurali. Il modello si avvale dell'utilizzo di due preprocessori per elaborare i dati di input: il processore meteorologico AERMET, e quello orografico AERMAP necessario per inserire le caratteristiche del territorio e generare una griglia di recettori.



AERMOD è uno “steady-state plume-model”, ovvero un modello che considera le emissioni come se fossero stazionarie in un intervallo temporale di un’ora. La distribuzione di concentrazione, nello Stable Boundary Layer (SBL) segue la curva Gaussiana sia verticalmente che orizzontalmente. Nel Convective Boundary Layer (CBL) invece la distribuzione verticale è descritta da una funzione di densità di probabilità bi-gaussiana quella orizzontale da una semplice curva gaussiana. Inoltre, nel CBL, AERMOD tratta quello che si chiama “Plume Lofting”, per il quale una porzione di massa del pennacchio, rilasciata da una sorgente “sospesa”, sale e rimane nella parte superiore del Boundary Layer prima di essere mescolata dalla turbolenza del CBL.

Una delle più grandi novità introdotte dal modello per caratterizzare la dispersione nel PBL è la sua capacità di ricostruire i profili verticali delle variabili meteorologiche utilizzate come, ad esempio, vento, temperatura, turbolenza ecc., utilizzando dati rilevati al suolo e in quota. I dati di superficie si riferiscono a misure effettuate ad una altezza di circa 10 metri per il vento (direzione e velocità) temperatura e copertura nuvolosa che rappresentano i dati essenziali. Oltre a questi s’introducono parametri riguardanti l’uso del suolo nella zona d’interesse: albedo, bowen-ratio, rugosità superficiale. Per quanto riguarda le misure in quota, queste riguarderanno dati di vento, temperatura e copertura nuvolosa. Con tutti questi input AERMET calcola tutti quei parametri necessari ad AERMOD per estrapolare i profili verticali delle variabili meteorologiche più importanti.

Il programma AERMAP, attraverso l’uso di un grigliato suddivide il territorio e si calcola un’altezza di influenza h_c (Terrain Height Scale) definita per ciascun recettore. Le informazioni che poi saranno fornite ad AERMOD saranno la posizione di ciascun recettore, la sua altezza rispetto al livello del mare e l’altezza di scala h_c . In sostanza si inserisce una morfologia iniziale che verrà poi trasformata in una efficace dipendente dall’altitudine e dalla distanza dal recettore.

Il preprocessore AERMET

Il preprocessore AERMET elabora i dati meteorologici, rappresentativi della zona studiata, al fine di parametrizzare il PBL ed estrapolare i profili verticali delle variabili meteorologiche.

I dati di input sono raccolti e immagazzinati in file con formati particolari per consentirne una facile estrapolazione da parte dei modelli di origine soprattutto americana. Infatti, il National Weather Service (NWS) ha raccolto, per molte località rappresentative degli Stati Uniti d’America questi dati, in tre principali categorie:

- dati orari di superficie (vento, temperatura, copertura nuvolosa più ulteriori dati opzionali);
- rilevamenti in quota effettuati alle dodici e a mezzanotte ora locale con misure di temperatura, vento e punto di rugiada;
- dati on-site opzionali con informazioni su turbolenza, pressione atmosferica e misura della radiazione solare.

E’ importante notare che il processo si divide in due sezioni distinte per la trattazione delle condizioni nel ‘Convective Boundary Layer’ (CBL) e nello ‘Stable Boundary Layer’ (SBL). Noto il flusso di calore sensibile sarà possibile determinare la lunghezza di MoninObukhov



e la velocità di attrito. Da tali valori è possibile, quindi, ricavarsi l'altezza del CBL e la velocità di scala convettiva.

L'output di AERMET rappresenta l'input per il modulo AERMOD:

- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** flusso di calore sensibile;
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** lunghezza di Monin-Obukhov per tutte le ore disponibili;
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** velocità di attrito;
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** altezza di rimescolamento meccanico per tutte le ore;
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** altezza di rimescolamento convettivo (solo per le ore in cui si ha turbolenza di origine convettiva);
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** velocità di scala turbolenta (solo per le ore in cui si ha turbolenza di origine convettiva);
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** Albedo;
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** Bowenratio;
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** velocità del vento alla quota di riferimento **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.;**
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** temperatura ambiente alla quota di riferimento **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.;**
- **Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.:** gradiente di temperatura potenziale.

Inoltre AERMOD usufruirà anche di alcuni dati misurati che costituivano gli input anche per AERMET:

- tutte le osservazioni di velocità e direzione del vento;
- tutte le misurazioni sulla temperatura;
- tutte le misurazioni di turbolenza verticale e laterale.

Ovviamente tutte queste osservazioni dovranno essere riferite alla quota in cui sono state effettuate.

Il preprocessore AERMAP

AERMAP è il preprocessore utilizzato da AERMOD per fornire gli input relativi all'orografia del territorio. Questo programma consentirà di inserire la morfologia dell'area studiata rendendo così AERMOD un modello capace di analizzare situazioni sia ad orografia complessa sia pianeggianti.

Il processo di inserimento dei dati relativi all'altimetria della zona non è semplice poiché prima di tutto le mappe che devono essere codificate da AERMAP hanno un formato molto



particolare: lo USGS Digital Elevation Map (DEM) file. Purtroppo le mappe digitalizzate in tale formato non sono molto diffuse né in Italia né in Europa, mentre si ha una vasta raccolta, messa a disposizione dallo United States Geological Survey (USGS), per gli Stati Uniti d'America.

Le operazioni svolte da AERMAP nella rielaborazione dei dati sul territorio rendono necessario l'utilizzo del formato digitalizzato, infatti, ci si avvale del concetto del "Dividing Streamline" cioè un'altezza caratteristica H_c che divide il flusso di inquinante in due parti. Nota questa altezza il territorio verrà caratterizzato per ciascun recettore in maniera differente rielaborando i dati dal punto di vista del singolo recettore: ad ogni recettore verrà associato una morfologia differente. Il formato digitale ci aiuta perché per ogni punto dell'area considerata mette a disposizione un vettore che sarà riempito di volta in volta con le altezze riferite a tutti i recettori.

AERMAP fornisce l'algoritmo per calcolare H_c l'altezza del "Dividing Streamline". Inizialmente si definisce una 'altezza di scala' h_c che rappresenta l'altezza del territorio circostante al recettore con più influenza nel trasporto e dispersione degli inquinanti, questa altezza però non è detto che coincida con il valore più alto nell'area considerata.

L'utilizzo di H_c e h_c consentirà poi di definire un fattore peso f utilizzato per il calcolo della concentrazione.

Pertanto ad ogni recettore verrà associata una nuova superficie idealizzata. Per questo motivo è preferibile utilizzare come input per i dati relativi alle altezze un formato che contenga informazioni digitalizzate del territorio (DEM).

Struttura di AERMOD

Con un flusso stabile si sviluppa una struttura formata da due strati di cui il più basso rimane pressoché orizzontale mentre quello superiore tende a salire. Concettualmente i due strati sono divisi da H_c (Dividing Streamline). In condizioni neutre o instabili lo strato inferiore scompare e tutto il flusso tende a risalire.

Un pennacchio al di sotto di H_c rimane orizzontale e se incontra un ostacolo (collina) può fermarsi nel punto di impatto o aggirarlo, inoltre tenderà ad abbassarsi verso la superficie. Il flusso invece tenderà a risalire e ad incrementare la turbolenza verticale.

AERMOD, per mantenere una certa semplicità nella formulazione, considera gli effetti di turbolenza verticale sul pennacchio ma trascura quelli dovuti al flusso che devia lateralmente.

La concentrazione di un recettore posto ad una certa altezza (z_r , altezza sul livello del mare, z_p , altezza del recettore da terra) si calcola come somma di due combinazioni pesate di casi limite. Nel primo caso il pennacchio è orizzontale a causa delle condizioni di stabilità atmosferica così che il flusso aggira l'ostacolo mentre nel secondo caso il pennacchio segue la morfologia del territorio verticalmente in maniera tale che l'altezza dal suolo della linea centrale del pennacchio rimanga costante.

La reale situazione oscillerà tra questi due estremi in dipendenza di queste caratteristiche:



- stabilità atmosferica;
- velocità del vento;
- altezza relativa del pennacchio da terra.

In condizioni stabili si avrà una situazione più vicina al caso del pennacchio orizzontale mentre in condizioni neutre o instabili il pennacchio tende maggiormente a seguire la superficie.

In presenza di una collina la concentrazione si esprime come

$$C_T \{x_r, y_r, z_r\} = f \cdot C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\} + (1-f) \cdot C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$$

Nella quale $C_T \{x_r, y_r, z_r\}$ è la concentrazione totale; $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_r\}$ è la concentrazione del pennacchio orizzontale; $C_{c,s} \{x_r, y_r, z_p\}$ è la concentrazione del pennacchio che segue la superficie; f è una funzione peso del pennacchio; z_p è l'altezza del recettore.

I pedici 'c' e 's' stanno ad indicare le condizioni atmosferiche convettive o stabili. E' importante notare come tutte le altezze sono sempre riferite all'altezza della base del camino.

Il fattore f dipende strettamente dal valore H_c secondo l'equazione

$$1/2 \cdot u^2 \{H_c\} = \int_{H_c}^{h_c} N^2 (h_c - z) dz$$

$$\text{dove } N = \left[\frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right]^{1/2}$$

Poi si definisce Φ_p come la frazione di inquinante che sta sotto H_c :

$$\Phi_p = \int_0^{H_c} C_T \{x_r, y_r, z_r\} dz / \int_0^{\infty} C_T \{x_r, y_r, z_r\} dz$$

dove C_T è riferito alla situazione in assenza di ostacolo.

Noto Φ_p si può ricavare f come $f = 0.5 \cdot (1 + \Phi_p)$

Quando il pennacchio è completamente sotto H_c , $\Phi_p = 1$ e $f = 1$ dunque nel calcolo della concentrazione abbiamo solo il contributo del pennacchio orizzontale. Se il pennacchio è invece sopra H_c allora $\Phi_p = 0$ e $f = 0.5$; cioè in ogni caso il pennacchio non seguirà mai del tutto la forma della superficie, una parte di esso tende sempre ad abbassarsi, il pennacchio si dividerà precisamente a metà in condizioni neutre o instabili.

L'espressione generale per il calcolo di una concentrazione sia nel CBL, che nello SBL è:



$$C\{x, y, z\} = (Q/\underline{u}) p_y\{y; x\} p_z\{z; x\}$$

dove Q è la portata di emissione, \underline{u} è la velocità effettiva, p_y e p_z sono delle funzioni di densità di probabilità che descrivono la dispersione laterale e verticale.

AERMOD utilizza queste funzioni gaussiane in condizioni stabili, in condizioni convettive vengono utilizzate solo per descrivere la distribuzione laterale, per la distribuzione verticale la funzione gaussiana non va più bene perché bisogna considerare la distribuzione di velocità nel CBL. Si definiscono diverse tipologie di sorgenti a seconda delle condizioni di stabilità atmosferica e della posizione interna o esterna al PBL. Se si hanno condizioni di stabilità il pennacchio viene schematizzato orizzontalmente e la funzione di densità di probabilità utilizzata per descrivere la dispersione è di tipo gaussiano. In condizioni convettive la distribuzione orizzontale rimane gaussiana mentre verticalmente la concentrazione scaturisce dalla combinazione di tre tipi di sorgenti: diretta dove le emissioni all'interno del PBL non raggiungono il limite superiore dello strato, indiretta quando l'inquinante all'interno del CBL tende a salire verso il limite superiore dello strato per la spinta idrostatica e 'penetrated' (l'emissione rilasciata nel CBL entra nello SBL superiore). Si ha anche un ulteriore caso non molto frequente rappresentato dalla sorgente 'injected' con emissione sopra il CBL che viene modellizzato come un pennacchio in condizioni stabili e comunque risente dell'influenza della turbolenza e dei venti.

CAMx

CAMx (Comprehensive Air quality Model with eXtensions, versione 4.40, sviluppato da ENVIRON International Corporation, Settembre 2006) è un modello di trasporto, dispersione e trasformazione di inquinanti atmosferici, fotochimico euleriano a griglia (3D). CAMx è un modello: fotochimico poiché implementa meccanismi semplificati di fotochimica atmosferica, centrati sul ciclo NOx-O3 con intervento di VOC e radicali liberi; inoltre è dotato di un modulo per la chimica del particolato; euleriano poiché risolve l'equazione generale di trasporto e trasformazione riferendosi ad un sistema fisso di coordinate (equazione di continuità); a griglia poiché suddivide il dominio spaziale della simulazione in una griglia tridimensionale.

L'equazione istantanea di bilancio della massa alla base di CAMx, così come di tutti gli altri modelli euleriani, è la seguente:

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} + \frac{\partial(uc_i)}{\partial x} + \frac{\partial(vc_i)}{\partial y} + \frac{\partial(wc_i)}{\partial z} = D_i \left[\frac{\partial^2 c_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_i}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c_i}{\partial z^2} \right] + \frac{\partial c_i}{\partial t} \Big|_{chimica} + \frac{\partial c_i}{\partial t} \Big|_{emissioni} + \frac{\partial c_i}{\partial t} \Big|_{rimozioni}$$

in cui c_i indica la concentrazione istantanea dell'inquinante i -esimo nel punto $P(x,y,z)$ al tempo t , mentre D_i rappresenta la diffusività molecolare della *specie* i -esima. Le coordinate spaziali cui si riferisce tale equazione sono quelle di un normale sistema di riferimento ortogonale fisso rispetto al suolo ed il tempo è relativo ad un generico istante iniziale t_0 , definito arbitrariamente. In sostanza questa equazione afferma che la variazione euleriana nel tempo della concentrazione istantanea dipende:



- dal trasporto istantaneo operato dal campo di vento istantaneo, di cui u , v e w sono le componenti cartesiane;
- dalla diffusione molecolare, rappresentata dal primo addendo del secondo membro;
- dalla reattività chimica della specie i -esima rispetto alle altre sostanze presenti in aria;
- dal tasso di produzione e dal tasso di distruzione della specie i nel punto P al tempo t .

Questa equazione è valida per un singolo inquinante, ma all'interno del modello saranno presenti tante equazioni di bilanciamento quanti sono gli inquinanti in esame. Perché sia possibile che questo sistema costituisca un modello matematico per la dispersione degli inquinanti, è necessario che sia completato con le equazioni di conservazione della quantità di moto, con l'equazione di conservazione dell'entalpia dell'umidità e della massa complessiva e con l'equazione di stato dei gas.

Il sistema di equazioni differenziali viene risolto con un metodo numerico che, separando i termini dell'equazione in moduli, ne computa in serie il contributo (tecnica di *splitting*). Ad ogni passo temporale il modello opera nel seguente modo, risolvendo ciascun algoritmo:

- iniezione delle emissioni (da tutte le sorgenti);
- trasporto orizzontale (alternando ad ogni passo l'ordine tra x e y per prevenire divergenze numeriche);
- trasporto verticale;
- diffusione verticale;
- diffusione orizzontale;
- deposizione umida;
- chimica.

La deposizione secca non è trattata esplicitamente come un processo separato, bensì se ne tiene conto calcolando per ogni *specie* una velocità di deposizione che viene posta come condizione al limite inferiore del dominio, in modo da considerare la rimozione abbinandola al miscelamento verticale. Quello che si ottiene ad ogni passo temporale è la concentrazione di ogni *specie* in ogni punto della griglia, rappresentative delle concentrazioni medie all'interno delle singole celle.

Il modello calcola sia le concentrazioni istantanee, ad ogni passo d'integrazione, che quelle medie, in un periodo definito dall'utente, in genere un'ora.



MODELLI DI VALUTAZIONE INTEGRATA DI IMPATTO E DI COSTI

Un sistema di valutazione integrata di impatto e di costi consiste, fondamentalmente in una catena modellistica in grado di simulare, su lungo periodo (tipicamente un anno), le concentrazioni e le deposizioni (secche e umide) dei principali inquinanti atmosferici. Il modello, tramite l'integrazione di diversi schemi chimici, consente di trattare sia inquinanti primari che secondari, sia in fase gassosa che particellare. Inoltre tramite operazioni di associazione politiche di intervento-costi è anche in grado di valutare gli interventi al minor costo possibile.

L'utilizzo di sistemi di Valutazione Integrata (*Integrated Assessment Modelling, IAM*) a supporto delle politiche di riduzione delle emissioni è ormai ampiamente diffuso e consolidato in ambito internazionale: l'approccio metodologico IAM è utilizzato attualmente nelle sedi UNECE (Nazioni Unite - Commissione Economica per l'Europa) per la revisione del protocollo di Göteborg e dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma CAFE (*Clean Air For Europe*)

Tali sistemi sono fondati su catene modellistiche atte a simulare tutti i fenomeni fisici al variare delle condizioni al contorno coinvolti nella complessa problematica delle immissioni inquinanti in atmosfera.

La catena modellistica è ingenerale concepita come composta da alcuni elementi fondamentale ed irrinunciabili che riguardano:

- Simulazione della dinamica della bassa atmosfera
- Elaborazione degli scenari emissivi (tenendo conto della variabilità temporale e delle politiche di intervento)
- Simulazione delle dispersioni per ogni tipologia di inquinante considerata
- Simulazione dell'efficacia e dell'incidenza economica degli interventi simulati

Ad ognuna di queste fasi della simulazione generale corrisponde uno o più modelli matematici di validità comprovata dalla comunità scientifica internazionale.

Per quanto riguarda i modelli euleriani di simulazione di dinamica atmosferica possiamo citare

- RAMS (Regional Atmospheric Modeling System). Sviluppato alla Colorado State University e distribuito dalla ATMET (www.atmet.com)
- MM5 è il modello sviluppato dalla Pennsylvania State University e dall'NCAR (National Center for Environmental Research, www.mmm.ucar.edu/mm5)
- WRF (Weather Research and Forecasting) è il modello a mesoscala di ultima generazione sviluppato dalla collaborazione di molti enti governativi statunitensi (National Center for Atmospheric Research (NCAR), National Oceanic and Atmospheric Administration (the National Centers for Environmental Prediction (NCEP), Forecast Systems Laboratory (FSL), Air Force Weather Agency (AFWA), Naval Research Laboratory, Oklahoma University, Federal Aviation Administration (FAA)

Tutti sono indicati per la valutazione delle dinamiche atmosferiche a scala regionale finalizzate alla valutazione della dispersione degli inquinanti.



Per quanto riguarda l'elaborazione degli scenari emissivi dobbiamo distinguere tra modelli emissivi e pre-processor emissivi. Attualmente i termini vengono utilizzati indifferentemente ma alcune differenze esistono. I pre-processor emissivi utilizzano programmi di speciazione spaziale e temporale al fine di modificare stime pre-esistenti per generare dataset di emissioni da utilizzare in modelli di dispersione e/o di trasporto fotochimico. I modelli emissivi generano nuove stime basate su diversi fattori di input.

Tra i modelli citiamo:

- SMOKE (MCNC company)
- EMS (California Air Resource Board (CARB) and The Lake Michigan Air Directors Consortium (LADCO))

Tra i preprocessor

- MOBILE 6 (emissioni da traffico veicolare)
- NONROAD (emissioni off-road)
- BIOME (emissioni biogeniche)
- Manager (ARIANET)

Per quanto riguarda la valutazione della dispersione degli inquinanti si ribadisce la necessità di modelli in grado di gestire la complessità della chimica atmosferica necessaria per la stima degli inquinanti secondari (ozono, polveri secondarie). Inoltre sono necessari modelli in grado di sfruttare la mole di dati calcolati dai processor meteorologici e quindi bisogna orientarsi sui cosiddetti grid-model. Fra questi citiamo:

- CMAQ (NCAR)
- CAMx (environ)
- FARM (ARIANET)

Il sistema MINNI

Attualmente è in corso un progetto nazionale relativo ad un sistema di valutazione intergrata, nato nell'ambito dell'Accordo di programma ENEA-Ministero dell'Ambiente in collaborazione con ARIANET Srl e IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis, Laxemburg) denominato MINNI.

L'ENEA, ha sviluppato il Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale (MINNI) per analizzare la diffusione e l'impatto dell'inquinamento atmosferico sul territorio nazionale sia attuale che futuro, e valutare l'efficacia ed i costi delle misure di riduzione dell'inquinamento atmosferico in l'Italia.

Il progetto ha realizzato un sistema modellistico nazionale in grado di elaborare scenari di emissione, deposizione e concentrazione in aria a livello del suolo di inquinanti atmosferici quali SO₂, NO_x, NH₃ (ammoniaca), COV (Composti Organici Volatili), O₃ (ozono), PM₁₀ e PM_{2.5}, nonché calcolare i flussi degli inquinanti tra diverse aree geografiche. Il sistema è anche in grado di valutare i costi e l'efficacia di scenari emissivi alternativi per gli inquinanti considerati.

La necessità di un tale modello è derivata anche dal fatto che il territorio nazionale, sia per la posizione geografica sia per le caratteristiche morfologiche, evidenzia alcuni limiti dei modelli utilizzati a scala continentale. A sud delle Alpi, ad esempio, la formazione



dell'inquinamento da ozono e talune caratteristiche spazio temporali del fenomeno non sono assimilabili a ciò che accade nel Nord Europa. Inoltre, la complessità topografica e la presenza di regimi circolatori locali costituiscono elementi di singolarità che possono essere descritti solo da modelli ad elevata risoluzione spaziale. Questo ultimo aspetto risulta poi particolarmente significativo anche per la corretta valutazione del particolato atmosferico. Lo schema modellistico replica le caratteristiche e le peculiarità dei modelli su scala continentali utilizzati sia dall'UNECE che dalla Commissione Europea per definire strategie di controllo dell'inquinamento atmosferico, rappresentandone una versione su scala nazionale degli stessi.

Il sistema modellistico considera la meteorologia e la chimica dell'atmosfera attraverso un modello dinamico (RAMS) in grado di riprodurre le concentrazioni degli inquinanti (FARM) a partire dalla distribuzione ed intensità delle sorgenti emissive (Emission Processor).

MINNI, fornendo una relazione fra sorgenti e concentrazioni/deposizioni anche nel caso di inquinanti chimicamente non inerti, è uno strumento per valutare l'efficacia ed i costi economici connessi alle politiche di riduzione delle emissioni sia a livello nazionale sia a livello regionale.

Una parte del sistema modellistico, analogamente al suo omologo continentale usato dalla Commissione Europea, consente anche di valutare l'impatto sulla popolazione dell'esposizione alle polveri e all'ozono, utilizzando gli indicatori di impatto sulla salute e le correlazioni dose/risposta sviluppate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, con la quale hanno collaborato per l'Italia gli esperti di epidemiologia e l'Istituto Superiore di Sanità.

Una ulteriore evoluzione del modello e' in corso al fine di effettuare delle analisi ad un maggiore livello di dettaglio sul territorio, tale da evidenziare situazioni locali particolarmente critiche.

L'altra parte del progetto si basa sul modello RAINS-Italy, un modello di valutazione integrata di impatto e costi. RAINS-Italy, sviluppato in collaborazione tra ENEA e IIASA. Esso è la versione su scala nazionale di RAINS (Amman et al., 1999; IIASA web site), modello attualmente utilizzato sia in sede UNECE che in sede UE per elaborare scenari alternativi di riduzione delle emissioni al minor costo possibile.

E' strutturato secondo moduli.

Il modulo emissione-costi (EMCO). Sulla base di statistiche nazionali e di proiezioni che descrivono l'intensità produttiva, i consumi energetici, le caratteristiche dei combustibili,(ecc.), stima i livelli emissivi degli inquinanti considerati e i costi delle relative misure di abbattimento. Per l'analisi di scenario vengono considerati gli scenari relativi a due particolari tipi di Strategie di Controllo: scenario CLE (*Current LEGislation*, basato sulla legislazione attuale) e scenario MTR (*Maximum Technical Feasible Reduction*, Massima Riduzione Tecnicamente Realizzabile). Tra questi due limiti si collocano tutti gli altri possibili scenari emissivi. Tramite il modulo EMCO si elabora la curva dei costi, attraverso la quale si descrivono i costi minimi associati agli interventi di riduzione delle emissioni.

Il modulo di valutazione delle deposizioni e dei carichi/livelli critici (DEP). Utilizza gli scenari di emissione prodotti dal modulo EMCO e, attraverso le matrici di trasferimento, elaborate dal modello atmosferico, produce mappe di concentrazione e deposizione. Tali mappe vengono poi confrontate con quelle dei carichi/livelli critici (massimi livelli di deposizione o concentrazione al suolo che possono essere tollerati senza danno) per il calcolo delle eccedenze e la definizione di target di deposizione/concentrazione.



Suggerimenti sui modelli di dispersione degli inquinanti e di valutazione delle ipotesi di risanamento

Tra gli sviluppi naturali di un inventario delle emissioni in atmosfera vi è il suo interfacciamento con i modelli diffusivi. In tal modo sarebbe possibile valutare i reali effetti in termini di impatto sul territorio ovvero le concentrazioni e le deposizioni (ovvero le "immissioni") di sostanze inquinanti. Pure, questo passaggio può essere decisamente complesso. Pertanto si consiglia di agire su più fronti.

Andrebbe predisposto un modello di tipo "regulatory" per consentire analisi diffuse con risultati "certificati". Questi modelli consentono un notevole dettaglio ma sono applicabili su aree piuttosto limitate (poche decine di chilometri quadrati). Andranno, perciò predisposti diversi scenari territoriali. I modelli oggi di riferimento sono Aermot e Calpuff.

Per operare un'analisi a livello regionale, tenendo anche conto degli inquinanti secondari, si consiglia l'applicazione di un modello di ultima generazione. La scelta più ovvia è predisporre il modello CAMx per questo scopo.

L'interfacciamento con i modelli ed il follow-up dell'inventario potrebbero essere semplificati dall'adesione, da parte della Regione Marche, al progetto INEMAR. La comunità scientifica, infatti, sta predisponendo opportune interfacce specifiche per semplificare il trasferimento delle informazioni dall'inventario INEMAR ai modelli di stima ed analisi di emissioni ed immissioni.

L'adesione, da parte della Regione Marche, al progetto MINNI avrebbe certamente dei vantaggi residenti nel fatto che il sistema impiegato si è dimostrato efficiente, è stato perfezionato e validato nel corso degli anni e che i modelli sono stati modificati e specializzati per le specifiche applicazioni richieste da MINNI. Inoltre la regione si inserirebbe in un sistema modellistico già attivo sul territorio nazionale con evidenti vantaggi in termini di feedback e validazione dei dati. Riteniamo inoltre che i tempi di messa a punto del sistema per la regione sarebbero contenuti date le esperienze già esistenti.

Sull'altro piatto della bilancia peserebbe proprio il fatto di inserirsi in un progetto già avviato che comporta procedure e protocolli già stabiliti. Sarebbe quindi l'ente ad adattarsi allo strumento e non il contrario.

L'alternativa a questo sarebbe quello di sviluppare autonomamente un proprio sistema integrato di valutazione che quindi risponda ad ogni specifica esigenza del committente e consentirebbe un supporto, soprattutto nella fase di avvio certamente maggiore. In questa seconda ipotesi, la contropartita sarebbe costituita da costi certamente più alti e tempi di messa a regime del sistema sicuramente più lunghi.



BIBLIOGRAFIA

- 1) Aalst RM van, Leeuw FAAM de, "National Ozone Forecasting Systems and International Data Exchange in Northwest Europe", *Report of the Technical Working Group on Data Exchange and Forecasting for Ozone Episodes in Northwest Europe* (TWGDFO). . European Topic Centre on Air Quality (RIVM, NILU, NOAA, DNMI), 1997.
- 2) Allen and D.T., Price J., "Accelerated Science Evaluation of Ozone Formation in the Houston-Galveston Area: Atmospheric Chemistry" Draft, Work in progress, 2002.
- 3) Allen D., "The Effect of Mixing Phenomena on Ozone", Project UTA0027A, Texas Air Research Center, 2002.
- 4) Allen D.T., Rosselot k.S., "Pollution Prevention for Chemical Processes" (Chapter 5, "Waste Audits and Emission Inventories", and Chapter 7, "Preventing fugitive and secondary emissions), Wiley, New York, 1997.
- 5) Altensted J., "High and Low NOx chemistry in the troposphere", Report B-1301, IVL Swedish Environmental Research Institute, Göteborg, 1998.
- 6) Ambientitalia, "Prima relazione sullo Stato dell'Ambiente della Regione Marche", 2001
- 7) ANPA, "Emissioni in atmosfera e qualità dell'aria in italia. Primo rapporto sugli indicatori di pressioni e di stato dell'ambiente atmosferico", Roma, Dicembre, 1999.
- 8) ANPA, "Manuale dei fattori di emissione nazionale", ANPA CTN-ACE (Agenzia Nazionale per la Protezione dell' Ambiente - Centro Tematico Nazionale – Aria Clima Emissioni), Gennaio 2002
- 9) ANPA, "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale", Serie Stato dell'Ambiente n. 12/2000.
- 10) ANPA, "Inventari locali di emissioni in atmosfera-prima indagine conoscitiva", Rti Ctn_Ace I/2000.
- 11) ARPA Lombardia, ARPAT, 2006
- 12) ARPAM Servizio Aria del Dipartimento di Ancona - Dott. Walter Vignaroli, "Protocollo Ozono Estate 2002", 2002.
- 13) ARPAM, "Supporto tecnico per gli adempimenti tecnici relativi alla predisposizione del piano di risanamento ambientale dell'area ad elevato rischio di crisi ambientale di ancona, falconara e bassa valle dell'Esino", relazione conclusiva, 2002
- 14) ARPAM "Jesi Energia Spa "Dati emissivi e di processo – Anno 2002", ARPAM, Giugno 2003
- 15) APAT, "La disaggregazione spaziale dell'Inventario Nazionale delle Emissioni", APAT, ARPA Umbria, ARPA Lombardia, ARPAT, 2006
- 16) ARPAM "API Raffineria di Ancona Spa. Report sui dati emissivi e di processo ANNO 2006". ARPAM
- 17) ARPAM "Valutazione dati emissivi della Raffineria API di Falconara", ARPAM
- 18) APAT, "Guida operativa per la realizzazione di un Inventario Locale delle Emissioni", APAT, ARPA Umbria, APAT "Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2005 - National Inventory Report 2007", APAT, 2007
- 19) APAT "Rapporto Rifiuti 2006", Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici – ONR (Osservatorio Nazionale sui Rifiuti), dicembre 2006
- 20) APAT "Rapporto tecnico sull'applicazione del bacino padano adriatico", APAT, 2005
- 21) api Raffineria di Ancona, "Riepilogo dati ambientali anno 2001 e primi dati 2002 (gennaio - giugno)", 2002



- 22) api Raffineria di Ancona Spa "Raffineria di Falconara Marittima. Rapporto Ambientale 2005", API Raffineria di Ancona
- 23) Baldoni A., Biondi E., "La vegetazione del medio e basso corso del fiume Esino (Marche-Italia centrale)", *Studia Botanica*, 11: 209-257 – 1993
- 24) Banta R.M., Senff C.J., Darby L.S., Ryerson T.B., Trainer M. and Alvarez R.J., "3-D distribution of ozone during the major pollution event of 30 august 2000 during TEXASQ". 2000.
- 25) Banta R.M., Senff C.J., White A.B., Trainer M., McNider R.T., Valente R.J., Mayor S.D., Alvarez R.J., Hardesty R.M., Parish D.D. and Fehsenfeld F.C., "Daytime buildup and nighttime transport of urban ozone in the boundary layer during a stagnation episode" *Journal of Geophys. Res.*, 103, 22,519-22,544, 1998.
- 26) Barning F J M, *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*, vol. 17, pp. 22-28, 1963.
- 27) Bartolini C. M., Levy A., Urbani O., "Rapporto sulle attività svolte prima dell'avvio della turbogas", Comune di Jesi, 2001.
- 28) Becker k.H, "Ozone Spikes and Weekend effect", *Seventh-German Workshop on Photochemical Ozone Problem and Its Control*, October 9-11, 2002 Bad Breisig, Germany, 2002.
- 29) Bel L., Bellanger L., Bobbia M., Ciuperca G., Dacunha-Castelle D., Gilibert E., Jakubowicz P., Oppenheim G., Tomassone R., "On forecasting ozone episodes in the Paris area", *Biometrical Letters* 35(1), pp. 37-66, 1998.
- 30) Benjamin M.T., M. Sudol, D. Vorsatz and Winer A.M., "A spatially and temporally resolved biogenic hydrocarbon emissions inventory for the California South Coast Air Basin", *Atmospheric Environment*, 31, pp. 3087-3100, 1997.
- 31) Bianco P.G. " Sui pesci d'acqua dolce del fiume Esino (Marche, Italia centrale)" Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Storia nat., 132 (5): 49-60 -1991
- 32) Biondi E., Allegrezza M. "Il paesaggio vegetale del territorio collinare anconetano". *Giornale Botanico Italiano*, 130(1): 117-125 - 1996
- 33) Biondi, Brugiapaglia, Allegrezza, Balzelli , "La vegetazione del litorale marchigiano (Adriatico centro-settentrionale)" – 1989
- 34) Biondi, Brilli-Cattarini, Brugiapaglia, Gubellini, "Segnalazioni floristiche italiane" – 1995
- 35) Blasi C., Carranza M.L., Ercole S., Frondoni R., di Marzio P., "Classificazione gerarchica del territorio e definizione della qualità ambientale" - 2000
- 36) Bonanni P., "Inventari Integrati e Registro delle emissioni", Enea Dipartimento ambiente Sezione Inquinamento Atmosferico, 2002.
- 37) Borrell P., Borrell P.M., Cvitas T, Kelly k., and Seiler W. "Transport and Chemical Transformation of Pollutants in the Troposphere", Springer Verlag, Heidelberg, 1997.
- 38) Boulton J.W., k.A. Siriunas, M. Lepage, S. Schill, "Developing Spatial Surrogates for Modelling Applications", 2005
- 39) Bronniman S., and Neu U., "Week-end-weekday differences of nearsurface ozone concentrations in Switzerland for different meteorological conditions", *Atmospheric Environment*, 31, 1997.
- 40) Brugiapaglia, F., "Flora e vegetazione litoranea nelle Marche centro-settentrionali (da Ancona a Gabicce)", 1989
- 41) B.U.R.M. n. 32 del 24 marzo 2000, Deliberazione Amm. Del Consiglio Regionale n. 305/2000: Individuazione area ai sensi del D. Lgs. 112/98 art. 74 comma 2. Dichiarazione dell'area di Ancona Falconara e bassa Valle dell'Esino, come area ad elevato rischio di crisi ambientale. Approvazione delle prime linee del Piano.
- 42) Chameides, W.L., Fehsenfeld, F., Rodgers, M.O., Cardelino, C., Martinez, J., Parrish, D., Lonneman, W., Lawson, D.R., Rasmussen, R.A., Zimmerman, P., Greenberg, J., Middleton, P. and Wang, T. "Ozone Precursor Relationships in the Ambient Atmosphere", *J. Geophys. Res.*, 97, No. D5, pp. 6037-6055, 1992.



- 43) Cocci Grifoni R., L. Magnaterra, G. Passerini, S. Tascini, "Importance of local meteorology in coastal ozone dynamics: a case study", in *Air Pollution XI*, WIT Press, Southampton (GB), pp. 95-104, 2003.
- 44) Cocci Grifoni R., G. Passerini, S. Tascini, "An assessment of the sea/valley breeze and its impact on ozone behaviour" in *Coastal Environment V*, WIT Press, Southampton (GB), pp. 257-267, 2004.
- 45) Cocci Grifoni R., G. Passerini, S. Tascini, "The evaluation of Representative Day and Least Representative Day in a complex coastal area" in *Coastal Environment V*, WIT Press, Southampton (GB), pp. 279-289, 2004.
- 46) Cocci Grifoni R., T. Tirabassi, G. Passerini, "The Representative Day Technique in Study of Photochemical Smog Pollution in Falconara Industrial Area, *Water, Air, and Soil Pollution*, kluwer academic Publishers, Volume 166, 1-4, pp.65-81, 2005.
- 47) Colosi L. "Studio delle caratteristiche paesaggistiche-ambientali dell'area franosa di Posatora in comune di Ancona finalizzata alla progettazione dell'orto botanico dell'Università.", 1993-1994
- 48) Comune di Ancona , "Variante generale al PRG" – 1988
- 49) Comune di Camerata Picena "Progetto di sistemazione idraulica straordinaria del fiume Esino in località Piane di Camerata Picena. Relazione botanico-vegetazionale e faunistica" – 1999
- 50) Comune di Montemarciano , "Relazione botanico-agronomica sullo stato delle aree interessate. Variante parziale comparto D Via S. Pietro" – 2002
- 51) Comune di Montemarciano , "Disciplina botanico-vegetazionale. Analisi delle caratteristiche botanico-vegetazionali. Carta botanico-vegetazionale" – 1998
- 52) Comune di Montemarciano, " Disciplina botanico-vegetazionale. Indicazioni sulle norme tecniche di attuazione" – 1998
- 53) Comune di Chiaravalle "Variante generale 1989 al PRG vigente in adeguamento al PPAR. Sottosistema botanico-vegetazionale. Carta della vegetazione 1:5000" – 1989
- 54) Comune di Chiaravalle "Variante generale 1989 al PRG vigente in adeguamento al PPAR. Sottosistema botanico-vegetazionale. Carta dei suoli 1:10000" – 1989
- 55) Comune di Monsano "Relazione illustrativa delle caratteristiche vegetazionali del Comune di Monsano" – 1994
- 56) Comune di Monsano "Carta della vegetazione del centro storico e delle aree urbane. Scala 1:2000" – 1994
- 57) Comune di Monsano "Carta dell'uso del suolo . Scala 1:5000" – 1994
- 58) Comune di Monsano "Zonizzazione territorio agricolo. Scala 1:5000" – 2002
- 59) Comune di Camerata Picena "Norme per la tutela del patrimonio botanico-vegetazionale" -1997
- 60) Comune di Camerata Picena "Valori paesistico-ambientali presenti nel territorio comunale" – 1997
- 61) Comune di Agugliano "Indagine botanico-vegetazionale", 1996
- 62) Comune di Falconara "Relazione sulle caratteristiche agronomiche ", 1998.
- 63) Comune di Falconara "Linee guida relative al sottosistema botanico-vegetazionale ed agronomico", 1999.
- 64) Cooley, J. W. and Tukey, J. W., "An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series", *Mathematics of Computation*, 19-90, pp. 297-301, 1965.
- 65) Corpo Forestale dello Stato "Il bosco e la selvicoltura nelle Marche - Analisi di settore - Stagione silvana 2000-2001" Corpo Forestale dello Stato
- 66) Corpo Forestale dello Stato "Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio", INFC - Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale , 2005
- 67) Regione Marche – Settore Agricoltura "Inventario e tipi forestali delle Marche", 2000



- 68) Crutzen P.J. "A discussion of the chemistry of some minor constituents in the stratosphere and troposphere", *Pure Appl. Geophys.*, 106-108, pp. 1385-1399(1973).
- 69) Crutzen P.J., "Ozone in the troposphere, in *Composition Chemistry and Climate of the Atmosphere*", H.B. Singh Ed., Van Nostrand Reinhold, pp. 349-393, 1995.
- 70) Darby L.S., Banta R.M., Marchbanks R., Senff C.J. and Williams E., "Relationship between mean wind direction and ozone trends at LaPorte, Texas", *Proceedings of the Fourth Conf. on Atmospheric Chemistry: Urban, Regional, and Global Scale Impacts of Air Pollutants*, 13-18 January 2002, Orlando, FL.
- 71) Daum et al., "Comparison of ozone production rates and efficiencies in Nashville and Phoenix", *Presentation at AGU Fall Meeting 2000*, A71E-03, 2000(a).
- 72) Daum et al., "Analysis of ozone formation during a stagnation episode in central Tennessee in summer 1995", *J. Geophys. Res.*, Vol. 105(D7), pp. 9107-9119, 2000(b).
- 73) Daum et al., "Analysis of the processing of Nashville urban emissions on July 3 and July 18, 1995", *J. Geophys. Res.*, Vol. 105(D7), pp. 9155-9164, 2000(c).
- 74) Daum et al., Oral Presentation at TexAQS Data Workshop, Austin, 2001.
- 75) Davis J.M., Eder B.k., Nychka D., Yang Q., "Modeling the effects of meteorology on ozone in Houston using cluster analysis and generalised models", *Atmospheric Environment*, Vol. 32(14/15), pp. 2505-2520, 1998.
- 76) Draxler R.R., "Meteorological Factors of Ozone Predictability at Houston, Texas", *Journal of the Air and Waste Management Association*, Vol. 50, pp. 259-271, 2000.
- 77) Eder B.k., Davis J.M., Bloomfield P., "An automated classification scheme designed to better elucidate the dependence of ozone on meteorology", *Journal of Applied Meteorology*, 1182-1199, 1994.
- 78) Edison, "Dichiarazione Ambientale EMAS. Scheda della centrale di Jesi. Anno 2002" Edison Spa.
- 79) Edison, "Dichiarazione Ambientale EMAS. Centrale di Jesi. Aggiornamento delle informazioni. Anno 2003", Edison Spa
- 80) Edison, "Dichiarazione Ambientale EMAS. Centrale di Jesi. Aggiornamento delle informazioni. Anno 2004", Edison Spa
- 81) Edison, "Dichiarazione Ambientale EMAS. Centrale di Jesi. Aggiornamento delle informazioni. Anno 2005", Edison Spa
- 82) Edison, "Dichiarazione Ambientale EMAS. Centrale di Jesi. Aggiornamento delle informazioni. Anno 2006", Edison Spa
- 83) EEA, "Atmospheric Emission Inventory Guidebook", EMEP-CORINAIR - EEA, 3rd Edition, 2003
- 84) EEA, "Atmospheric Emission Inventory Guidebook", EMEP/CORINAIR, 4th Edition, 2006
- 85) ENEA, "Attività di supporto tecnico per gli adempimenti tecnici relativi alla predisposizione del piano di risanamento ambientale dell'area ad elevato rischio di crisi ambientale di Ancona, Falconara e bassa valle dell'Esino, di cui alla Delibera Amministrativa del Consiglio Regionale n. 305 dell' 1.3.2000", 2002
- 86) ENVIRON International Corporation, 101 Rowland Way, Suite 220 Novato, CA - Users Guide CAMx vers: 4.40
- 87) ENVIRON International Corporation, 773 San Marin Drive, Suite 2115 Novato, CA - User Guide EPS3 10-07
- 88) ENVIRON International Corporation, 101 Rowland Way, Suite 220, Novato, CA - CAMx_CB4 Update_Final_3-05
- 89) European Commission Directorate-General JRC, "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries", 2001
- 90) European Topic Centre on Air Emission. "CORINAIR 1990 Summary Report No. 1", European Environment Agency, Copenhagen, 1995.



- 91) European Topic Centre on Air Emission. "CORINAIR 1990 Summary Report No. 2", European Environment Agency, Copenhagen, 1996.
- 92) European Topic Centre on Air Emission. "CORINAIR 1990 Summary Report No. 3", European Environment Agency, Copenhagen, 1997.
- 93) Facchini U., L. Sesana, E M. Milesi, "Radon as a tracer of atmospheric turbulence: measurements in Milan and in Prealps region", *Atti del Convegno Ossidanti Fotochimici e aerosoli in Lombardia*, 21-22 giugno 1999, Fast editrice, 1999.
- 94) Flaum J.B., Rao S..T, Zurbenko I.G., "Moderating the influence of meteorological conditions on ambient ozone concentrations", *Journal of the Air and Waste Management Association*. Vol. 46, pp. 35-46, 1996.
- 95) Fondazione Lombardia per l'Ambiente, "Le Emissioni Industriali In Atmosfera: Inventario e Trattamento", 1998
- 96) Frontini R. "Pianificazione e gestione dell'area fluviale del tratto terminale dell'Esino (Comuni di Falconara M.ma e Chiaravalle)" - 1998-1999
- 97) Gaudioso D., C. Napolitano, W. Boccola, C. Trozzi, "Guida Ai Fattori Di Emissione Degli Inquinanti Atmosferici", 1990.
- 98) Ghim Y.S., Oh H.S., Chang Y.S., Meteorological effects on the evolution of high ozone episodes in the greater Seoul area, *Journal of the Air and Waste Management Association* 51(2), 185-202, 2001.
- 99) Guenther A., "Global Model of natural volatile compounds emission", *J. Geophys. Research*, Vol.10, pp. 8883-8892, 1995.
- 100) Horne J H, Baliunas S L, *Astrophysical Journal*, vol.302, pp. 757-763, 1986.
- 101) Hubler et al., "An overview of the airborne activities during the Southern Oxidants Study (SOS) 1995 Nashville/Middle Tennessee Ozone Study", *J. Geophys. Res.*, Vol.103(D17): 22,245-22,260, 1998.
- 102) Hurley P.J., Manins P.C., 1995. Meteorological modeling on high ozone days in Perth, Western Australia. *Journal of Applied Meteorology*, 34, 1643-1652.
- 103) IMPEL, "Diffuse VOC Emission, European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law", 2000
- 104) ISTAT, "4° Censimento Generale Dell'agricoltura - Caratteri stiche strutturali delle aziende agricole (21 ottobre 1990-22 febbraio 1991): Fascicolo nazionale Italia".
- 105) ISTAT, "4° Censimento Generale Dell'agricoltura- Caratteris tiche strutturali delle aziende agricole (21 ottobre 1990-22 febbraio 1991): Fascicolo provincia di Ancona".
- 106) ISTAT, "7° Censimento Generale dell'Industria e dei Servizi -Imprese, Istituzioni e Unità Locali. (21 ottobre 1991): Fascicolo nazionale".
- 107) ISTAT, "7° Censimento Generale dell'Industria e dei Servizi -Imprese, Istituzioni e Unità Locali. (21 ottobre 1991): Fascicolo provincia di Ancona".
- 108) ISTAT, "13° Censimento Generale della Popolazione e delle A bitazioni-Popolazione e Abitazioni (20 ottobre 1991): Fascicolo nazionale Italia".
- 109) ISTAT, "13° Censimento Generale della Popolazione e delle A bitazioni-Popolazione e Abitazioni (20 ottobre 1991): Fascicolo provincia di Ancona".
- 110) ISTAT, "14° Censimento Generale della Popolazione e delle A bitazioni-Popolazione e Abitazioni 2001", ISTAT
- 111) ISTAT, "8° Censimento Generale dell'Industria e dei Servizi -Imprese, Istituzioni e Unità Locali 2001", ISTAT, 2001
- 112) ISTAT "La distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti. Anno 2006", ISTAT, luglio 2007
- 113) ISTAT "Indagine sulla struttura e le produzioni delle aziende agricole (SPA) Anno 2005", giugno 2007
- 114) ISTAT "Dati annuali sulle coltivazioni. Anno 2005, Regione MARCHE",



- 115) ISTAT 5° Censimento dell'Agricoltura (2000)
- 116) Jeon B., "On Development of the Forecasting Method of Surface Ozone Episode Day and Numerical Simulation of Ozone Concentration in Pusan Coastal Area", Korea, 1997.
- 117) Jimenez Pedro, Jose M. Baldasano, Donald Dabdub Comparison of photochemical mechanisms for air quality modelling, *Atmospheric Environment*, Volume 37, Issue 30, September 2003, Pages 4179-4194
- 118) Kitada T., Kitagawa E., "Numerical analysis of the role of sea breeze fronts on air quality in coastal and inland polluted areas", *Atmospheric Environment*, Vol.24A, pp. 1545-1559, 1990.
- 119) Kleinman et al., "Trace gas concentrations and emissions in downtown Nashville during the 1995 Southern Oxidants Study / Nashville intensive", *J. Geophys. Res.*, Vol. 103(D17): 22,545-22,554, 1998.
- 120) Latini, G., Cocchi Grifoni, R., Passerini, G. and Fava, G., "Applicability of a Photochemical Box Model over Complex Coastal Areas", *Air Pollution 99*, eds. C.A. Brebbia, M. Jacobson, H. Power, Wit Press: Southampton and Boston, pp.697-706, 1999.
- 121) Latini, G., Cocchi Grifoni, R., Passerini, "Influence of meteorological parameters on urban and suburban air pollution", *Air Pollution X*, eds. C.A. Brebbia, J.F. Martin-Duque, Wit Press: Southampton and Boston, pp.753-762, 2002.
- 122) Latini, G., G. Passerini, "Handling Missing Data: Applications to Environmental Analysis", WIT Press, Southampton (GB), 2003
- 123) ISBN 1-85312-992-5 Lazutin L., Bezerra P C et al., "Surface Ozone Study in Campinas, Sao Paul, Brazil", *Atmospheric Environment*, vol. 30, No. 15, pp. 2729-2738, 1996.
- 124) Latini, G., R. Cocchi Grifoni, G. Passerini, "The Optimal Choice of AERMOD Input Data in Complex Areas", in *Air Pollution Modeling and its Applications*, Kluwer Academic/Plenum pp. 513-514, 2002.
- 125) Latini, G., R. Cocchi Grifoni, L. Magnaterra, G. Passerini, "Comparing neural networks and transfer function models for ozone forecasting", in *Air Pollution XI*, WIT Press, Southampton (GB), pp. 213-222, 2003.
- 126) Latini, G., R. Cocchi Grifoni, G. Passerini, "Sustainability of transportation systems: air pollution scenarios", in *Sustainable Planning and Development*, WIT Press, Southampton (GB), pp. 213-222, 2003.
- 127) Latini, G., R. Cocchi Grifoni, G. Passerini, S. Tascini, "Applications of Rams and AERMOD models to evaluate pollution dispersion in a coastal valley", in *Air Pollution Modelling and its Applications*, Kluwer Academic/Plenum, pp. 627-631, 2004.
- 128) Latini, G., R. Cocchi Grifoni, G. Passerini, S. Tascini, "A neuro-fuzzy model for ozone forecasting", in *Air Pollution XIII*, WIT Press, Southampton (GB), 2005.
- 129) Latini, G., R. Cocchi Grifoni, G. Passerini and S. Tascini, "A preliminary evaluation of unexpected ozone levels measured in Falconara, Italy", in *Coastal Environment VI*, WIT Press, Southampton (GB), pp. 409-518, 2006.
- 130) Lee et al., "Atmospheric chemistry and distribution of formaldehyde and several multioxygenated carbonyl compounds during the 1995 Nashville Middle Tennessee ozone study", *J. Geophys. Res.*, Vol. 103(D17): 22,449-22,462, 1998.
- 131) Legambiente "Dossier Incendi e legalità" - Legambiente - Corpo forestale dello Stato, Luglio 2007
- 132) Liu K.Y., Wang Z., Tseng H.Y., Hsiao L.F., "Study of the distribution and reduction process of ozone and other pollutants in Taiwan", EPA-88-FA32-03-2114, Taiwan Environmental Protection Agency, Taipei, Taiwan, 1999.
- 133) Liu K.-Y., Wang Z. and Hsiao L.-F., "A modeling of the sea breeze and its impacts on the ozone distribution in Northern Taiwan", *Environmental Modelling and Software*, Vol. 17, pp. 21-27, 2002.
- 134) Lomb N R, "Least-squares frequency analysis of unequally spaced data" *Astrophysics and Space Science*, vol. 39, pp. 447-462, 1976.



- 135) LOOP (*Limitation Of Oxidant Production*) Database (1999), Institute of Environmental Protection and Agriculture, Berna, 2000
- 136) McNider R.T., Norris W.B. and Song J.A., "Regional meteorological characteristics during ozone episodes in the southeastern United States. Transactions, Regional Photochemical Measurement and Modeling Studies", *Air and Waste Management Association Specialty Conf.*, San Diego CA, 8-12 Nov 1993.
- 137) Ministero dello Sviluppo Economico "Attività di ricerca e coltivazione di idrocarburi in Italia, Rapporto annuale 2005", Ministero dello Sviluppo Economico - Direzione Generale per l'Energia e le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia, Maggio 2006
- 138) Moussiopoulos N., "SATURN Project Description", EUROTRAC-2 ISS, München, 1999.
- 139) Neftel A., "LOOP Project Description", EUROTRAC-2 ISS, München, 1999.
- 140) Ponzetti M., "Analisi e stima delle emissioni inquinanti da impianti termici ad uso civile: procedure di ottimizzazione", Tesi di Laurea in Ingegneria Meccanica, Università di Ancona, (2002).
- 141) Peretini N., "Il Giorno Rappresentativo in Ambiente Vallivo costiero", Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, Università di Ancona, (2001).
- 142) Press W H, Flannery B P, Teukolsky S A, Vetterling W T, *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing*, New York: Cambridge University Press, 1988-1992.
- 143) Press W H, Rybicki G B, "Fast algorithm for spectral analysis of unevenly sampled data", *Astrophysical Journal*, vol. 338, pp. 227-280, 1989.
- 144) Provincia di Milano, "Studio modellistico sull'inquinamento da traffico e da riscaldamento nell'area metropolitana milanese", 1992.
- 145) Provincia di Torino, ENEL Ricerca, "Disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni corinair 1990-applicazione alla provincia di torino", 1998
- 146) Regione Marche "Piano faunistico-venatorio" – 2003
- 147) Regione Marche "Piano Energetico Ambientale Regionale", Regione Marche, approvato con Deliberazione n. 175 del 16/02/2005
- 148) Rindone B., "Introduzione alla chimica ambientale", Edizioni Città Studi, 1996.
- 149) Runnion T., "Air Quality In Perth 1992–1999", Department of Environmental Protection Technical Report 109, May 2001
- 150) Ryerson and Trainer, "Ozone formation in petrochemical, power plant and urban plumes: preliminary analyses of TexAQS 2000 aircraft data", Draft version submitted to NARSTO newsletter, 2001.
- 151) Ryerson et al., "Emissions lifetimes and ozone formation in power plant plumes", *J. Geophys. Res.*, Vol. 103(D17): 22, 569-22,583, 1998.
- 152) Ryerson et al., "Production rates and yields of ozone in refinery, urban and power plant plumes", *Presentated at AGU Fall Meeting 2000*, A71E-02, 2000.
- 153) Ryerson et al., "Observations of ozone formation in the power plant plumes and implications for ozone control strategies", *Science*, Vol. 292: 719-723, 2001.
- 154) Sandroni, S. and D. Anfossi, "Trend of ozone in the free troposphere above Europe", *Il Nuovo Cimento*, Vol. 18, pp. 497-503, 1995.
- 155) Santoni A. "Indagini geobotaniche per la progettazione degli interventi di recupero della frana del Montagnolo (Ancona)." - 1997-1998
- 156) Scargle J D, "Studies in astronomical time series analysis II. Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data", *Astrophysical Journal*, vol. 263, pp. 835-853, 1982.
- 157) Seinfeld J. H. and R. N. Pandis, "Atmospheric Chemistry and Physics", J. Wiley & Sons, 1998.
- 158) Senff C.J. et al., Presentation at TexAQS Data Workshop, Austin, 2001, 2001.



- 159) Senff, C.J., Banta R.M., Darby L.S., Alvarez R.J., Sandberg S.P., Hardesty R.M., Angevine W.M., Ryerson T.B. and Wert B.P., Horizontal and vertical distribution of ozone in the Houston area during the 8/29 - 9/6/2000 pollution episode. *Fourth Conf. On Atmospheric Chemistry: Urban, Regional, and Global Scale Impacts of Air Pollutants*, 13-18 January 2002, Orlando, FL.
- 160) Silibello C., G. Calori, G. Brusasca, G. Catenacci e G. Finzi, *Atmospheric Environment*, 32, pp. 2025-2038, 1998.
- 161) Sillman S., "The use of NO_y, H₂O₂ and HNO₃ as indicators for ozone-NO_x-hydrocarbon sensitivity in urban locations", *J. Geophys. Res.*, Vol. 100, No. D7, pp 14175-14188, 1995.
- 162) Sillman S., Oral Communication at Department of Atmospheric, Oceanic, and Space Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, USA, 1997.
- 163) Sillman S. and Samson P. J., "Nitrogen oxides, regional transport, and ozone air quality: results of a regional-scale model for the midwestern United States", *Wat. Air Soil Pollut*, Vol. 67, pp. 117-132, 1993.
- 164) Sillman S., Logan J.A. and Wofsy S.C., "The Sensitivity of Ozone to Nitrogen Oxides and Hydrocarbons in Regional Ozone Episodes", *J. Geophys. Res.*, Vol. 95, No. D2, pp 1837-1851. 1990.
- 165) Società Progettazione Servizi " Sistemazione idraulica straordinaria dei fossi circostanti la zona aeroportuale e raffineria API. Relazione vegetazionale e faunistica". – 1999
- 166) Spirig C., G. Favaro and A. Neftel "The LOOP project: results and future aims", *Atti del Convegno Ossidanti Fotochimici e aerosoli in Lombardia*, 21-22 giugno 1999, Fast-Editrice, pp. 29-35, 1999.
- 167) Staehelin, J. et al., "Trend in ozone concentration at Arosa (Switzerland)", *Atmospheric Environment*, Vol. 28, pp. 75-87, 1994.
- 168) Stull B. R., "An Introduction to Boundary Layer Meteorology", kluwer Academic Publishers, 1994.
- 169) UPM, "Preparation of emission data for modeling with CMAQ from Spanish emission inventories and emission projections", Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Madrid (UPM) Madrid. Spain.
- 170) Vaníček P., *Astrophysics and Space Science*, vol. 12, pp. 10-33, 1971.
- 171) Vecchi, R. and G. Valli, "Ozone assessment in the Southern part of the Alps", *Atmospheric Environment*, Vol. 33, pp. 97-109, 1999.
- 172) Volz, A. and D. Kley, "Evaluation of the Montsouris series of ozone measurements made in the nineteenth century", *Nature*, Vol. 332, pp. 240-242, 1988.
- 173) Wakamatsu S., Ohara T., Uno I., "Springtime photochemical air pollution in Osaka. Model analysis", *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 37, pp. 1107-1116. 1998.
- 174) Wang, S. W. and Georgopoulos, P. G., "Observational and Mechanist Studies of Tropospheric Ozone/Precursors Relationships", Ozone Research Center, Piscataway, NJ, USA, 1998.
- 175) WHO (1999) "Update and revision of the WHO air quality guidelines for Europe. Classical air pollutants, ozone and other photochemical oxidants" in "Air Quality Guidelines for Europe, second edition", Copenhagen.

Altre fonti

- 1) Autorizzazioni Integrate Ambientali, Regione Marche.
- 2) CAMx User's Guide
- 3) Emission Processing System User's Guide
- 4) Consumo di gas metano, Multiservizi regionali



- 5) Data Warehouse DATASTATM, SISTAR Marche (Regione Marche-Servizio Sistema Informativo Statistico)
- 6) Dati sulle vendite di benzina senza piombo negli impianti di distribuzione carburanti, Ufficio delle Dogane di Ancona
- 7) Regione Marche.
- 8) Registro INES, sito dell'APAT
- 9) Vendite combustibili , sito del Ministero dello Sviluppo Economico

Sitografia

- 1) http://www.apioil.com/ita/api_ambiente.asp
- 2) http://www.sinanet.apat.it/it/inventaria/disaggregazione_prov2005/
- 3) <http://www.molecularmodels.ca/>
- 4) <http://web.jjay.cuny.edu/~acarp/NSC/10-organic.htm>
- 5) <http://reports.eea.europa.eu/>
- 6) <http://www.epa.gov/>
- 7) <http://www.ccl.rutgers.edu/~ssi/thesis/thesis-node1.html>
- 8) <http://www.camx.com>
- 9) <http://www.environcorp.com>
- 10) <http://www.ambiente.regione.marche.it/sito/cra/AERCA/tabid/285//Default.aspx>
- 11) <http://reports.eea.europa.eu/EMEP CORIN AIR5/en/page002.html>
EEA-technical report no 16/2007
- 12) <http://www.epa.gov/ttn/chief/emch/speciation>.
EPA, 2002 EPA, Speciation Profile Usage Memorandum (3/8/2002)
- 13) <http://www.ccl.rutgers.edu/~ssi/thesis/thesis-node57.html>
Sastry S. Isukapalli 1999-01-19 , Carbon Bond Mechanism (CB-IV)