



**Comune di
AREZZO**

PAC - Piano d'Azione Comunale



RELAZIONE

Committente	Comune di Arezzo
Indirizzo	P.zza della Libertà 1, 52100 Arezzo
Tipo Documento	Piano d'Azione Comunale

La Società
AzzeroCO₂ S.r.l.

Il Responsabile Tecnico
Ing. Annalisa Corrado

Documento a cura di
Ing. Rocco Antonio Iannotti
Dott.ssa Lisa Suanno
Ing. Cosimo D'Andrea

AzzeroCO₂ srl - via Genova 23, 00184 Roma
tel 06 489 009 48 / 06 489 065 65 / 06 489 126 14 fax 06 489 870 86
www.azzero2.it ~ info@azzero2.it

PI/CF 04445650965 Registro Imprese Roma 1137033 Capitale sociale: 119.000 euro



REVISIONE	DATA EMISSIONE	MODIFICHE	REDATTO DA	VERIFICATO DA	AUTORIZZATO PER L'EMISSIONE
0	05/08/2016	Prima emissione	CDA	LS, IRA	AC
1	10/10/2016	Seconda emissione	CDA	LS, IRA	AC
2	14/10/2016	Terza emissione	CDA	LS, IRA	AC

AzzerCO₂ srl - via Genova 23, 00184 Roma
 tel 06 489 009 48 / 06 489 065 65 / 06 489 126 14 fax 06 489 870 86
 www.azzeroco2.it ~ info@azzeroco2.it

PI/CF 04445650965 Registro Imprese Roma 1137033 Capitale sociale: 119.000 euro



INDICE

QUADRO GENERALE	1
CONTESTO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	1
CENNI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO	3
QUADRO CONOSCITIVO	9
INQUADRAMENTO GENERALE	9
LA PROVINCIA E IL COMUNE DI AREZZO	9
DEMOGRAFIA	11
URBANISTICA E OROGRAFIA DEL TERRITORIO	14
INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	18
PRECIPITAZIONI	18
TEMPERATURA	20
UMIDITÀ RELATIVA	21
VENTOSITÀ	22
INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO	24
IMPRESE E AGRICOLTURA	24
ENERGIA E RISCALDAMENTO DEL SETTORE EDILIZIO	29
TRASPORTI E PARCO VEICOLARE	31
STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA	35
DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA RILEVATI DALLE CENTRALINE	35
EMISSIONI INQUINANTI	40
EMISSIONI DI NO _x , PM10 E PM2,5 DOVUTE AL RISCALDAMENTO DOMESTICO E AL TRAFFICO LOCALE	43
INTERVENTI STRUTTURALI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	47
M – SETTORE MOBILITÀ	47
M1 – PROMOZIONE MOBILITÀ ELETTRICA SOSTENIBILE	47
M2 – PROMOZIONE ALL'USO DI CARBURANTI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE	49
M3 – PROMOZIONE DELLA MOBILITÀ PEDONALE E CICLABILE	50
M4 – PROMOZIONE TRASPORTO PUBBLICO	52
M5 – MISURE DI LIMITAZIONE DEL TRAFFICO	54
E – SETTORE DEL CONDIZIONAMENTO DEGLI EDIFICI E DEL RISPARMIO ENERGETICO	56
E1 – INTERVENTI SUGLI IMPIANTI TERMICI E RISPARMIO ENERGETICO	56
E2 – INTERVENTI PER L'IMPIEGO DI FONTI RINNOVABILI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE	60
I – SETTORE EDUCAZIONE AMBIENTALE E INFORMAZIONE AL PUBBLICO	66

TABELLA RIASSUNTIVA DEGLI INTERVENTI _____ **70**

BIBLIOGRAFIE E RIFERIMENTI WEB _____ **72**

APPENDICE A _____ **73**

APPENDICE B _____ **89**

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – SCHEMATIZZAZIONE DELL’INQUINAMENTO ATMOSFERICO “STRATEGIC PLAN FOR THE U.S. CLIMATE CHANGE SCIENCE PROGRAM”	3
FIGURA 2 - LE VALLI DELLA PROVINCIA DI AREZZO.	9
FIGURA 3 - I COMUNI DELLA PROVINCIA DI AREZZO.	9
FIGURA 4 - LIMITI AMMINISTRATIVI PROVINCIALI E COMUNALI (ELABORAZIONI DI AZZEROCO ₂ SU CARTOGRAFIA ISTAT).	10
FIGURA 5 - VISTA AEREA DEL COMUNE DI AREZZO (FONTE GOOGLE MAPS).	11
FIGURA 6 – VISTA 3D DELLA ZONA SUD DEL COMUNE DI AREZZO (GOOGLE EARTH)	15
FIGURA 7 - VISTA 3D DELLA ZONA CENTRO STORICO DEL COMUNE DI AREZZO (GOOGLE EARTH)	15
FIGURA 8 - VISTA 3D DELLA ZONA NORD DEL COMUNE DI AREZZO (GOOGLE EARTH)	16
FIGURA 9 - INQUADRAMENTO OROGRAFICO PARTICOLARE DEL COMUNE DI AREZZO (GOOGLE EARTH)	17
FIGURA 10 – LOCALIZZAZIONE CENTRALINE ARPAT NEL COMUNE DI AREZZO	35
FIGURA 11 – IMMAGINI CENTRALINE ARPAT NEL COMUNE DI AREZZO (SX: AR-REPUBBLICA, DX: AR-ACROPOLI).	36
FIGURA 12 – RENAULT TWIZY (FONTE PUMS).	48
FIGURA 13 – RENAULT KANGOO (FONTE PUMS).	48
FIGURA 14 – STAZIONE ARBIKE DI VIALE MECENATE (FONTE PUMS).....	51
FIGURA 15 - SISTEMA DI PARCHEGGI DI CINTURA PRESENTI NEL TERRITORIO COMUNALE DI AREZZO (FONTE PUMS).....	53
FIGURA 16 – Z.T.L. A E B E PERCORSI PEDONALI (FONTE PUMS).....	55
FIGURA 17 – IMPIANTO SOLARE TERMICO SCUOLA MEDIA RIGUTINO (FONTE: GOOGLE MAPS).	60
FIGURA 18 – IMPIANTO FOTOVOLTAICO CAMPO DA RUGBY (FONTE: GOOGLE MAPS).	62
FIGURA 19 – LAVORO REALIZZATO DAI RAGAZZI DURANTE GLI INCONTRI DI FORMAZIONE.	69

INDICE DEI GRAFICI

GRAFICO 1 - ANDAMENTO DEMOGRAFICO STORICO DEL COMUNE DI AREZZO (FONTE: ISTAT).....	11
GRAFICO 2- ANDAMENTO DEMOGRAFICO DEL COMUNE DI AREZZO 2008-2014 (FONTE: ISTAT).....	12
GRAFICO 3 – ANDAMENTO DEL NUMERO DELLE FAMIGLIE AD AREZZO DAL 2008 AL 2014 (FONTE: ISTAT).....	12
GRAFICO 4 – VARIAZIONE PERCENTUALE DELLA POPOLAZIONE DEL COMUNE DI AREZZO, PROVINCIA E REGIONE (ISTAT).	13
GRAFICO 5 – ANALISI DELLA STRUTTURA PER ETÀ DELLA POPOLAZIONE DAL 2008 AL 2015 (FONTE: ISTAT).	13
GRAFICO 6 – EDIFICI PER NUMERO DI PIANI FUORI TERRA DEL COMUNE DI AREZZO (CENSIMENTO ISTAT 2011)	14
GRAFICO 7 – ANDAMENTO PRECIPITAZIONI CUMULATE (2001-2015) [ISPRA]	18
GRAFICO 8 – ANDAMENTO PRECIPITAZIONI CUMULATE MENSILI (2010-2015) [ISPRA].....	19
GRAFICO 9 - ANDAMENTO PRECIPITAZIONI CUMULATE MENSILI (2010-2015) [ISPRA].....	19
GRAFICO 10 – ANDAMENTO TEMPERATURA MEDIA (°C) (2001-2015) [ISPRA].....	20
GRAFICO 11 – ANDAMENTO TEMPERATURE MEDIE MENSILI (2010-2015) [ISPRA].....	20
GRAFICO 12 – UMIDITÀ RELATIVA MEDIA % (2001-2015) [ISPRA]	21
GRAFICO 13 – ANDAMENTO MENSILE DELL’UMIDITÀ MEDIA MENSILE % (2010-2015) [ISPRA].....	21
GRAFICO 14 – VENTO MEDIO ANNUO [M/S] (2001-2015) [ISPRA].....	22
GRAFICO 15 – VENTO MEDIO MENSILE (2010-2015) [ISPRA]	22
GRAFICO 16 – VENTOSITÀ MEDIA PER DECADE (2015) [ISPRA].....	23
GRAFICO 17 – ANDAMENTO DEL NUMERO DI IMPRESE PRESENTI SUL TERRITORIO DEL COMUNE DI AREZZO NEL PERIODO 2009 – 2015 (FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI AREZZO)	24
GRAFICO 18 – ANDAMENTO DEL NUMERO DI ADDETTI ALLE UNITÀ LOCALI DEL COMUNE DI AREZZO NEL PERIODO 2009 - 2015.....	25
GRAFICO 19 - ANDAMENTO DEL NUMERO DI ADDETTI E DI IMPRESE NEL SETTORE “AGRICOLTURA, SILVICOLTURA, PESCA” PERIODO 2009-2015 [FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI AREZZO]	26
GRAFICO 20 - ANDAMENTO DEL NUMERO DI ADDETTI E DI IMPRESE NEL SETTORE “ATTIVITÀ MANIFATTURIERE” PERIODO 2009-2015 [FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI AREZZO]	27
GRAFICO 21 - ANDAMENTO DEL NUMERO DI ADDETTI E DI IMPRESE NEL SETTORE “COSTRUZIONI” PERIODO 2009-2015 [FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI AREZZO]	27
GRAFICO 22 – ANDAMENTO DEL NUMERO DI ADDETTI E DI IMPRESE NEL SETTORE “COMMERCIO ALL’INGROSSO E AL DETTAGLIO” PERIODO 2009-2015 [FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI AREZZO]	28
GRAFICO 23 – NUMERO DI ABITAZIONI PER IMPIANTO DI RISCALDAMENTO DEL COMUNE DI AREZZO (FONTE: ISTAT 2011).....	29
GRAFICO 24 – NUMERO DI ABITAZIONI CON IMPIANTO DI RISCALDAMENTO PER COMBUSTIBILE UTILIZZATO PROVINCIA DI AREZZO (FONTE: ISTAT 2011).....	30
GRAFICO 25 – RAPPRESENTAZIONE GRAFICA INDICATORI DI MOBILITÀ DEL COMUNE DI AREZZO (8MILA CENSUS ISTAT).....	32
GRAFICO 26 – ANDAMENTO DOMANDA DI TRASPORTO PUBBLICO PRO-CAPITE DEL COMUNE DI AREZZO (ISTAT)	32
GRAFICO 27 – ANDAMENTO DEL PARCO VEICOLARE 2008-2014 (FONTE: ACI)	33
GRAFICO 28 - ANDAMENTO NUMERO AUTOVETTURE 2008-2014 (FONTE: ACI)	33
GRAFICO 29 – DISTRIBUZIONE DELLE AUTOVETTURE PER CATEGORIA EMISSIVA (FONTE: ACI).....	34
GRAFICO 30 – CONSISTENZA PARCO VEICOLARE DEL COMUNE DI AREZZO ANNO 2014 (FONTE: ACI)	34

GRAFICO 31 - EMISSIONI TOTALI INQUINANTI PRINCIPALI NEL COMUNE DI AREZZO (1995-2010) [FONTE: IRSE]	40
GRAFICO 32 - EMISSIONI TOTALI INQUINANTI PRINCIPALI NEL COMUNE DI AREZZO (1995-2010) [FONTE: IRSE]	40
GRAFICO 33 – EMISSIONE CO, COVM PER MACROSETTORE (1995-2010) [FONTE: IRSE]	41
GRAFICO 34 – EMISSIONE NH ₃ E NOX PER MACROSETTORE (1995-2010) [FONTE: IRSE]	42
GRAFICO 35 – EMISSIONE SOX PER MACROSETTORE (1995-2010) [FONTE: IRSE]	42
GRAFICO 36 – EMISSIONE PM10 E PM2,5 PER MACROSETTORE (1995-2010) [FONTE: IRSE]	42
GRAFICO 37 – RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DOVUTE ALLE CALDAIE UTILIZZATE NEL SETTORE TERZIARIO E DOMESTICO (2010) [FONTE: IRSE]	43
GRAFICO 38 - RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DOVUTE ALLE STUFE TRADIZIONALI UTILIZZATE NEL RISCALDAMENTO DOMESTICO (2010) [FONTE: IRSE]	44
GRAFICO 39 - RIPARTIZIONE DELLE EMISSIONI DOVUTE ALLE STUFE A PELLETS E AI CAMINETTI UTILIZZATE NEL RISCALDAMENTO DOMESTICO (2010) [FONTE: IRSE]	44
GRAFICO 40 – EMISSIONI TOTALI PER CATEGORIA DI VEICOLO (2010) [FONTE: IRSE]	46

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 - LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI AREZZO.	10
TABELLA 2. FAMIGLIE PRESENTI AD AREZZO DAL 2003 AL 2014 (FONTE: ISTAT).	12
TABELLA 3 – NUMERO DI IMPRESE PER SETTORE ECONOMICO DEL COMUNE DI AREZZO (FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI AREZZO)	25
TABELLA 4 - NUMERO DI ADDETTI PER SETTORE ECONOMICO DEL COMUNE DI AREZZO (FONTE: CAMERA DI COMMERCIO DI AREZZO)	26
TABELLA 5 - ABITAZIONI PER DISPONIBILITÀ DI SERVIZI OCCUPATE DA PERSONE RESIDENTI DEL COMUNE DI AREZZO (FONTE ISTAT 2011)	29
TABELLA 6 – INDICATORI DI MOBILITÀ PER IL COMUNE DI AREZZO (8MILA CENSUS ISTAT)	31
TABELLA 7 – DATI GEOGRAFICI DELLE CENTRALINE ARPAT	35
TABELLA 8 – VALORI LIMITE ALLEGATO XI, DLGS 155/2010	36
TABELLA 9 - VALORI MEDI ANNUALI DI CONCENTRAZIONE DI PM10 (FONTE: ARPAT)	37
TABELLA 10 - VALORI MEDI ANNUALI DI CONCENTRAZIONE DI PM2,5 (FONTE: ARPAT)	37
TABELLA 11 - VALORI MEDI ANNUALI DI CONCENTRAZIONE DI NO ₂ (FONTE: ARPAT)	37
TABELLA 12 –NUMERO DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE MEDIO GIORNALIERO (FONTE: ARPAT)	38
TABELLA 13 – GIORNI DI SUPERAMENTO DEL VALORE LIMITE GIORNALIERO PER IL PM10 (FONTE: ARPAT).....	39
TABELLA 14 – EMISSIONI INQUINANTI NO _x , PM10, PM2,5 DOVUTE AL RISCALDAMENTO DOMESTICO (2010) [FONTE: IRSE]	43
TABELLA 15 – EMISSIONI NO _x , PM10, PM2,5 PER CATEGORIE DI VEICOLO (2010) [FONTE: IRSE]	46
TABELLA 16 – IMMOBILI OGGETTO DI SOSTITUZIONE DEL GENERATORE DI CALORE.....	56
TABELLA 17 –IMPIANTI FOTOVOLTAICI INSTALLATI SU IMMOBILI COMUNALI.	61
TABELLA 18 – RIEPILOGO DEGLI INTERVENTI.....	71



QUADRO GENERALE

Contesto normativo di riferimento

A livello nazionale il Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155 “Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa” stabilisce che le Regioni, in relazione agli specifici inquinanti, devono elaborare piani o programmi per il risanamento ed il mantenimento della qualità dell’aria ambiente ed assicurare, in coerenza con i rispettivi ordinamenti, il coordinamento di tali piani e degli obiettivi stabiliti dagli stessi con gli altri strumenti di pianificazione settoriale e con gli strumenti di pianificazione degli enti locali.

La Legge della Regione Toscana 11 febbraio 2010 n. 9 “Norme per la tutela della qualità dell’aria ambiente”, in attuazione della normativa nazionale e comunitaria, ha dato indirizzi per la gestione della qualità dell’aria ambiente a livello regionale e per la lotta ai cambiamenti climatici ed individuato l’assetto delle competenze degli enti territoriali.

Successivamente, con deliberazione di Consiglio Regionale n. 44 del 25 giugno 2008, è stato approvato il Piano Regionale per il Risanamento e Mantenimento della qualità dell’aria ambiente 2008-2010 nel quale vengono dati indirizzi per l’individuazione ed attuazione delle azioni e misure volte al risanamento, miglioramento, mantenimento della qualità dell’aria ambiente.

Con deliberazione di Giunta Regionale n. 1182 del 9 dicembre 2015, la Regione ha individuato i Comuni tenuti all’elaborazione ed all’adozione del Piano di Azione Comunale (PAC), tra cui compare il comune di Arezzo. Con nuova deliberazione di Giunta Regionale n. 814 del 1 agosto 2016, sono state aggiornate le linee guida per la redazione del PAC, alle quale i Comuni sono tenuti ad attenersi.

L’analisi sullo stato della qualità dell’aria deve basarsi sulle seguenti informazioni:

- misurazioni delle centraline della rete regionale di rilevamento e riportate da ARPAT nelle relazioni annuali pubblicate sul proprio sito web;
- analisi delle principali fonti di emissione delle varie sostanze inquinanti così come riportate nel database IRSE – Inventario Regionale delle Sorgenti Emissive e pubblicato a cura della Giunta regionale sul proprio sito internet.

Gli interventi contenuti nel Piano si devono concentrare sostanzialmente in 3 settori: mobilità; condizionamento degli edifici e risparmio energetico, educazione ambientale e miglioramento dell’informazione al pubblico.

Gli interventi, inoltre, sono distinguibili in strutturali e contingibili, questi ultimi da porre in essere nelle situazioni a rischio di superamento dei valori limite. Nel caso del Comune di Arezzo, non è prevista la definizione degli interventi contingibili in quanto, così come stabilito dalla DGR 22/2011 e così come riportato nell’Allegato 3 del DGR 1182/2015, Arezzo non rientra tra i comuni che presenta situazioni a rischio di superamento dei valori limite.

Il Comune di Arezzo, così come previsto dall’Accordo 2007-2010 per il miglioramento della qualità dell’aria sottoscritto con la Regione Toscana ed altri Comuni, ha approvato il primo Piano di Azione Comunale con atto di Giunta Comunale n.518 del 17/07/2007 e successivamente, con atto di Giunta Comunale n.399 del 29/06/2011, ha approvato il PAC 2011-2013.



Il presente **Piano di Azione Comunale** conferma i principi sui quali era improntato il precedente piano, persegue il medesimo obiettivo di ridurre le concentrazioni degli inquinanti atmosferici ed individua specifiche politiche e azioni applicabili nel breve e medio periodo, privilegiando quelle in grado di essere efficaci nella riduzione delle emissioni di più sostanze inquinanti e su più tipologie di sorgenti (mobilità, impianti termici, attività produttive).



Cenni sull'inquinamento atmosferico

La concentrazione elevata di inquinanti nell'atmosfera ha forti ripercussioni sul clima, sugli ecosistemi e sulla salute umana.

Gli inquinanti vengono emessi in atmosfera sia da fenomeni di natura antropica che da sorgenti naturali e possono essere emessi sia direttamente da sorgenti puntuali o diffuse, sia formarsi nell'aria combinandosi con altre sostanze. L'inquinamento atmosferico ha importanti impatti sulla salute dell'uomo, sugli ecosistemi, l'ambiente costruito e il clima.

Nell'immagine seguente, pubblicata nel documento "Strategic Plan for the U.S. Climate Change Science Program" del U.S. Global Climate Change Research, sono schematizzati i processi di formazione degli inquinanti e la naturale interazione dell'atmosfera con le componenti del sistema Terra, quali gli oceani, il suolo, la flora e la fauna marine e terrestri.

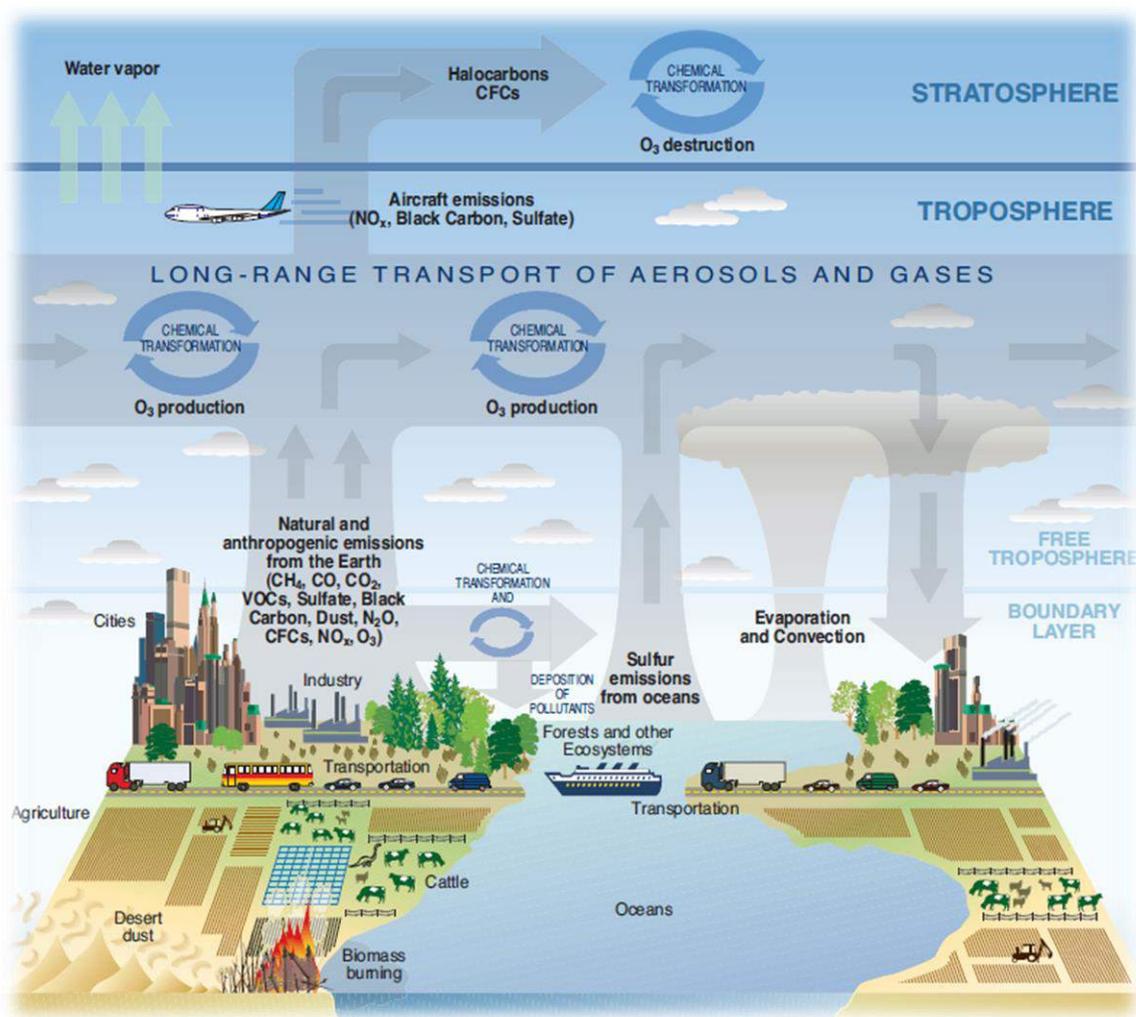


Figura 1 - Schematizzazione dell'inquinamento atmosferico "Strategic Plan for the U.S. Climate Change Science Program"



Si possono individuare come principali inquinanti atmosferici:

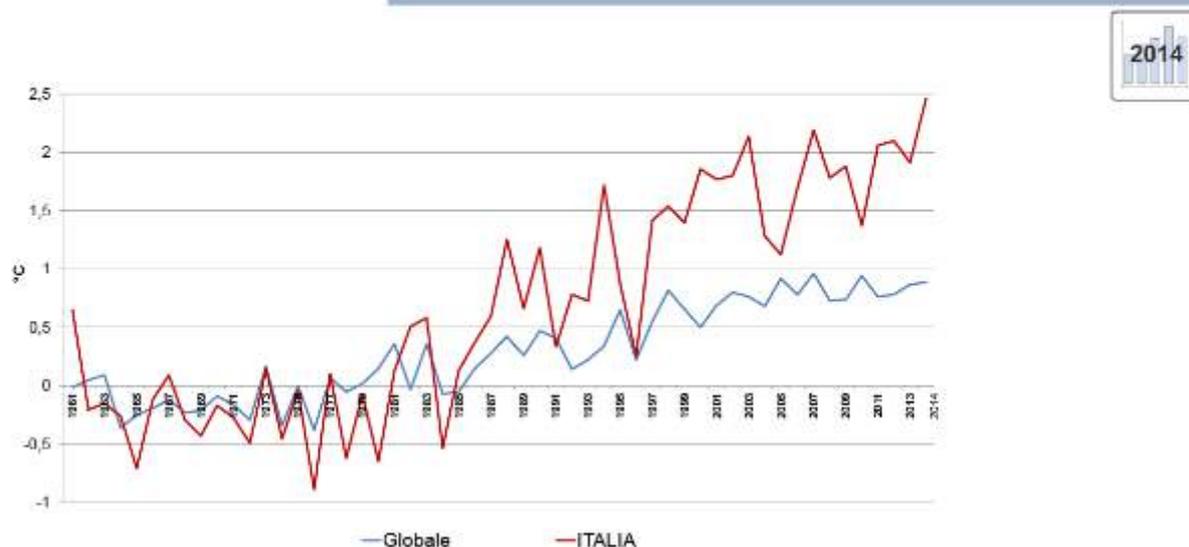
- Ossidi di zolfo (SO_x)
- Ossidi di azoto (NO_x)
- Monossido di carbonio (CO)
- Ozono (O₃)
- Particolato atmosferico (PM)
- Benzene (C₆H₆)
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- Elementi in tracce (As, Cd, Ni)
- Piombo (Pb)

di cui, in *Appendice A*, si riportano le schede descrittive con le caratteristiche, gli effetti sulla salute e i valori normativi da rispettare (Fonte: ISPRA).

Per avere un quadro generale sulla qualità dell'aria e sullo stato di inquinamento atmosferico in Italia, è possibile consultare i dati pubblicati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) nel documento *"Annuario dei dati ambientali 2014-2015"*. L'elaborazione grafica di tali dati permette di osservare e di comprendere facilmente l'andamento dei valori di emissione in atmosfera dei principali inquinanti nell'ultimo ventennio.

Serie temporali delle anomalie di temperatura media globale e in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990

Il riscaldamento del sistema climatico globale è oggi indiscutibile. L'aumento della temperatura media registrato in Italia negli ultimi trent'anni è stato quasi sempre superiore a quello medio globale sulla terraferma. Nel 2014 l'anomalia della temperatura media in Italia (+1,57 °C) è stata superiore a quella globale sulla terraferma (+0,89 °C). Il 2014 è stato per l'Italia il ventitreesimo valore annuale positivo consecutivo e si colloca al primo posto nel periodo che va dal 1961 al 2014.

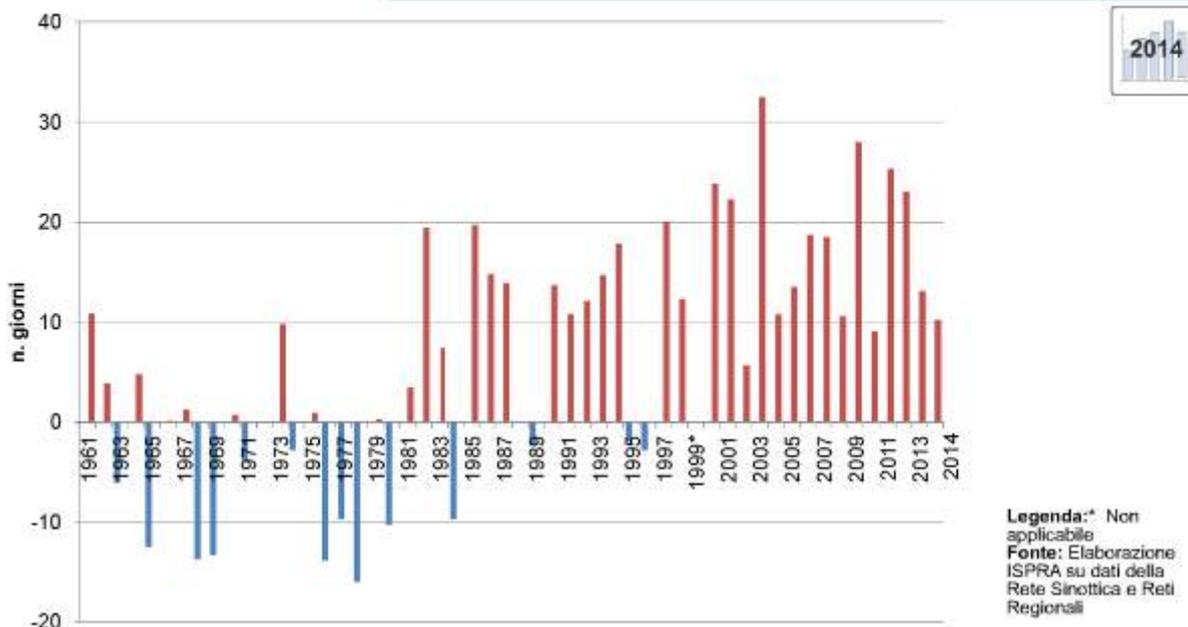


Fonte: ISPRA e
NCDC/NOAA



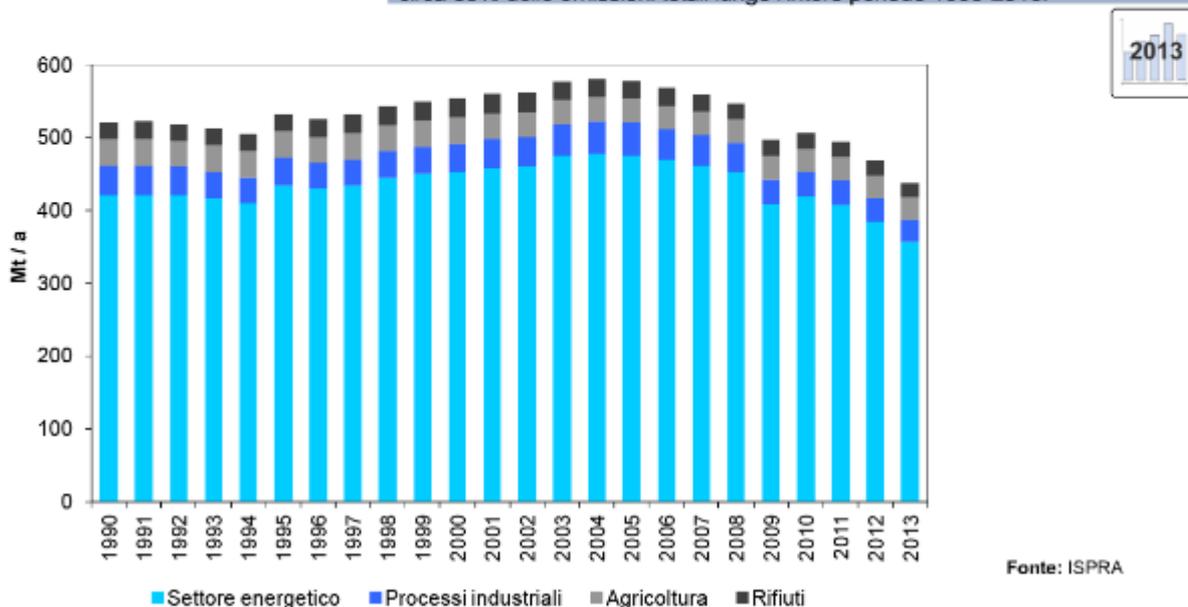
Serie delle anomalie medie annuali del numero di giorni estivi in Italia, rispetto al valore normale 1961-1990

Nel 2014 il numero medio di notti tropicali, cioè con temperatura minima maggiore di 20°C è stato superiore al valore normale come sempre negli ultimi 14 anni: in media, circa 2 giorni in più nell'anno. Il numero medio di giorni estivi, cioè con temperatura massima maggiore di 25 °C, è stato anch'esso superiore alla media climatologica: in media, circa 10 giorni in più nell'anno, con il 2014 15° anno consecutivo con valore superiore alla norma 1961-1990.



Emissioni nazionali complessive di gas serra

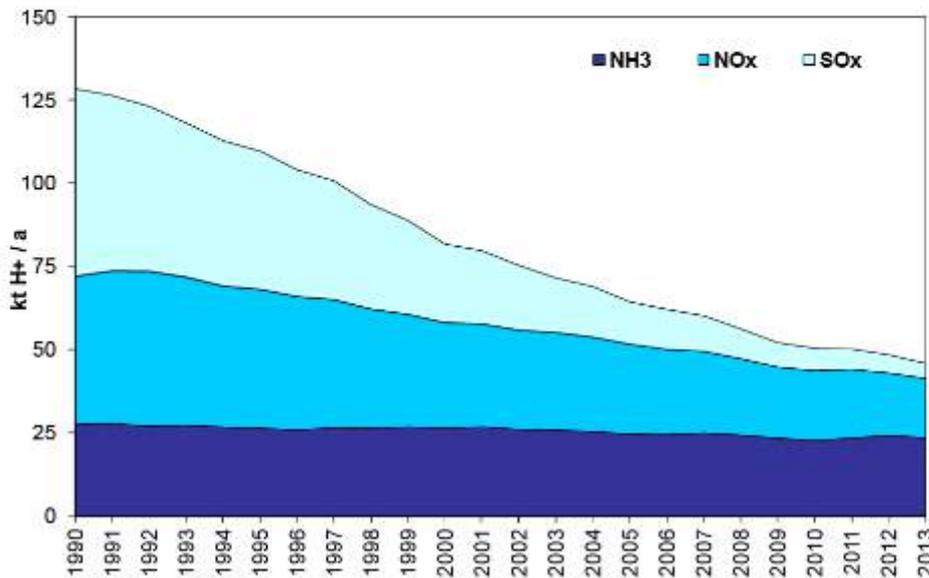
Le emissioni totali di gas a effetto serra si riducono nel periodo 1990-2013 del 16,1%, passando da 521,1 a 437,3 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente. Per adempiere agli obiettivi contenuti nel Protocollo di Kyoto e relativi alle emissioni del periodo 2008-2012 l'Italia deve acquisire crediti di CO₂ pari a circa 23Mt complessivi. L'andamento complessivo dei gas serra è determinato principalmente dal settore energetico - e quindi dalle emissioni di CO₂ - che rappresenta circa 80% delle emissioni totali lungo l'intero periodo 1990-2013.





Emissioni nazionali complessive di ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x) e ammoniacia (NH_3)

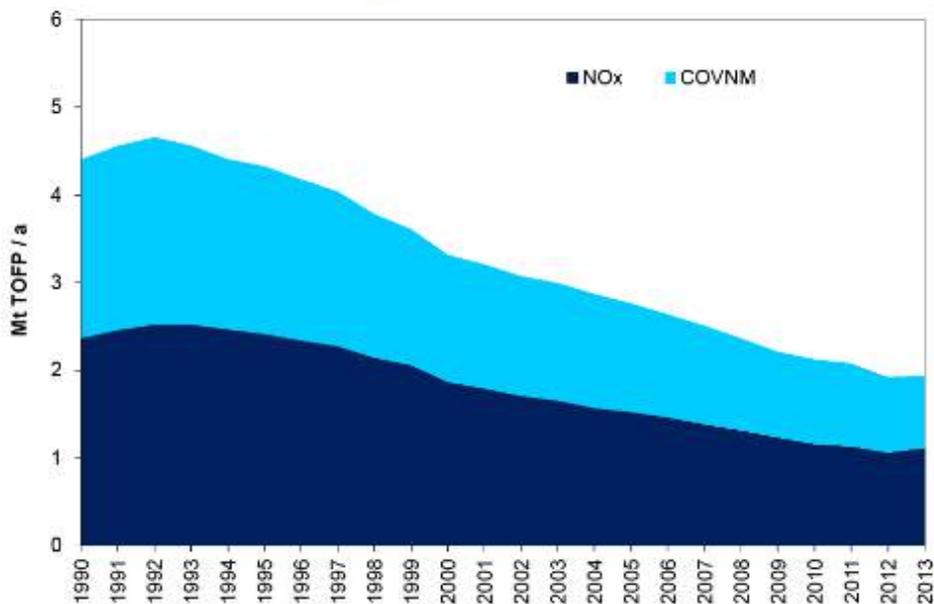
Complessivamente le emissioni delle tre sostanze acidificanti (SO_x , NO_x e NH_3) sono in costante diminuzione dal 1990 al 2013 (-64,2%). In riferimento alla normativa nazionale, che recepisce quella comunitaria, gli ossidi di azoto hanno raggiunto il limite imposto per il 2010 già nel 2009; gli ossidi di zolfo nel 2005; l'ammoniaca dal 2008.



Fonte: ISPRA

Emissioni nazionali complessive di ossidi di azoto e composti organici volatili non metanici

Le emissioni di NO_x e di COVNM diminuiscono costantemente dall'inizio degli anni '90. In particolare tra il 1992 e il 2013 si riducono di quasi il 60%, soprattutto grazie alla forte diminuzione delle emissioni nei due settori dei trasporti, *road* e *off-road*, che rappresentano circa la metà delle emissioni di ossidi di azoto. Tale decremento permette ai due composti di essere in linea con gli obiettivi di emissione stabiliti dalla normativa europea sin dal 2007 (COVNM) e dal 2009 (NO_x).

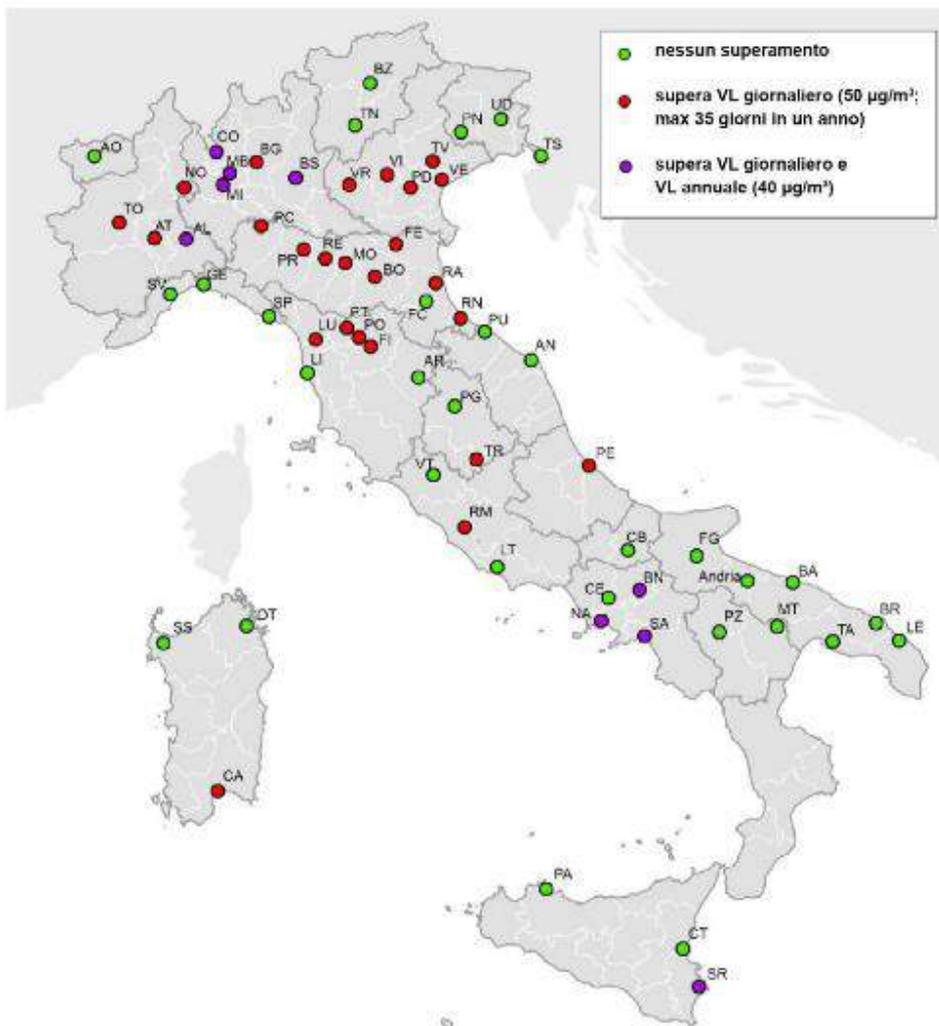


Fonte: ISPRA



PM10: Superamenti del valore limite giornaliero e del valore limite annuale nelle aree urbane

In Italia, nel 2013, il particolato atmosferico, l'ozono troposferico, il biossido di azoto e il benzo(a)pirene sono gli inquinanti per i quali si continuano a registrare livelli atmosferici superiori agli standard normativi (D.Lgs. 155/2010) soprattutto nel bacino padano e nelle grandi aree urbane. Nel 2013, il valore limite giornaliero del PM10 è stato superato nella metà circa delle aree urbane indagate (totale aree urbane: 63); i valori più elevati sono stati registrati nel bacino padano e in alcune città del Centro, del Sud Italia e Isole. Per il PM2.5, nel 2013, è emersa una situazione di maggior rispetto dello standard normativo; infatti in 40 aree urbane delle 48 indagate sono stati registrati livelli inferiori al valore obiettivo.



Le emissioni dei principali inquinanti continuano a diminuire, così come i livelli atmosferici mostrano trend decrescenti. Questi segnali positivi sono però insufficienti e la situazione della qualità dell'aria permane critica: per il particolato atmosferico, il biossido di azoto e l'ozono troposferico, in particolare, si continuano a registrare livelli elevati, che troppo spesso superano gli standard normativi in aree molto vaste.



Nel quadro europeo, l'Italia con il bacino padano, rappresenta una delle aree di maggiori criticità. Nel 2013 il valore limite giornaliero del PM10 è stato superato in circa la metà delle aree urbane (totale aree urbane: 63); i valori più elevati sono stati registrati nel bacino padano e in alcune città del Centro, del Sud Italia e delle isole.

Per il PM2,5, nel 2013, in 40 aree urbane delle 48 indagate sono stati registrati livelli inferiori al valore obiettivo. Per l'ozono, l'Obiettivo a Lungo Termine (OLT) per la protezione della salute umana è stato superato nella gran parte delle aree urbane.

Per il biossido di azoto, il valore limite annuale per la protezione della salute umana è stato superato nel 45% delle 65 aree urbane indagate. I superamenti hanno riguardato molte aree urbane del bacino padano e alcune del Centro, del Sud e delle isole.

Complessivamente dal 1990 al 2013 le emissioni di ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x) e ammoniaca (NH₃) sono diminuite del 64,2%.

In riferimento alla normativa nazionale, che recepisce quella comunitaria, gli ossidi di azoto hanno raggiunto l'obiettivo fissato per il 2010 già nel 2009; gli ossidi di zolfo nel 2005; l'ammoniaca nel 2008.

Le emissioni nazionali di PM10 si riducono tra il 1990 e il 2013 del 17%.

Il settore del trasporto stradale, che nel 2013 contribuisce alle emissioni totali del PM10 con una quota emissiva del 12,2% presenta una riduzione nell'intero periodo pari al 55,7%.

Il rischio collegato all'inquinamento atmosferico è ben presente nella consapevolezza individuale dei cittadini europei, come risulta dall'Eurobarometro del 2014, dal quale emerge che la maggiore preoccupazione dei cittadini (56%) è relativa proprio all'inquinamento atmosferico.



QUADRO CONOSCITIVO

Inquadramento generale

La provincia e il comune di Arezzo

La provincia di Arezzo è caratterizzata dalla presenza di numerosi sistemi morfologico-territoriali corrispondenti alle valli che ne costituiscono il territorio: il **Casentino**, il **Valdarno**, la **Val di Chiana** e la **Valtiberina**.



Figura 2 - Le Valli della provincia di Arezzo.



Figura 3 - I comuni della provincia di Arezzo.

La Valle del Casentino è situata a nord della provincia di Arezzo e racchiude al suo interno il primo tratto del fiume Arno la cui sorgente “Capo d'Arno” si trova sul monte Falterona. La valle racchiude al suo interno testimonianze storiche risalenti al periodo medioevale che la rendono un interessante meta turistica. Di notevole importanza anche l'aspetto naturalistico, una buona porzione del territorio della valle è infatti parte del “Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi del Monte Falterona e di Campigna”, che comprende le provincie di Arezzo Firenze e Forlì.

Il Valdarno corrisponde in parte al percorso del fiume Arno e comprende il territorio delle provincie di Arezzo e Firenze; il suo territorio un tempo interessato dalla presenza di specchi d'acqua oggi prosciugati, presenta le caratteristiche formazioni note come “balze” che ne caratterizzano il territorio.

La Val di Chiana è un'ampia valle di origine alluvionale delimitata da zone collinari e da increspature montuose; il suo territorio è caratterizzato dalla presenza dell'antica lucumonia di Cortona e del suo patrimonio archeologico che la rendono una meta turistica per gli appassionati di etruscologia.

La Valtiberina, che deve il suo nome alla presenza del fiume Tevere, è un'ampia vallata che si estende tra la Toscana e l'Umbria e corre parallela alla valle del Casentino; la Valle, delimitata



dall'Alpe di Catenaia e dall'Alpe della Luna, si colloca a cavallo tra il bacino Tirrenico e l'Adriatico e rappresenta un'importante snodo tra Toscana, Marche, Romagna e Umbria.

La città di Arezzo si trova in una posizione pressoché baricentrica rispetto al suolo provinciale; il suo territorio si estende su una superficie di circa 385 km² ed è la seconda città della Toscana per estensione dopo Grosseto. Il territorio comunale risulta essere in parte di tipo collinare ed in parte montuoso; le zone più elevate si trovano a ridosso della dorsale appenninica nel punto in cui il tratto tosco-emiliano si collega con quello umbro-marchigiano.

Comune	Provincia	Estensione	Densità	Zona climatica	Coordinate
Arezzo	Arezzo	384,70 km ²	258,47 ab/km ²	E	43° 28' 23,88" N 11° 52' 12,00" E

Tabella 1 - Localizzazione e caratteristiche del territorio del comune di Arezzo.

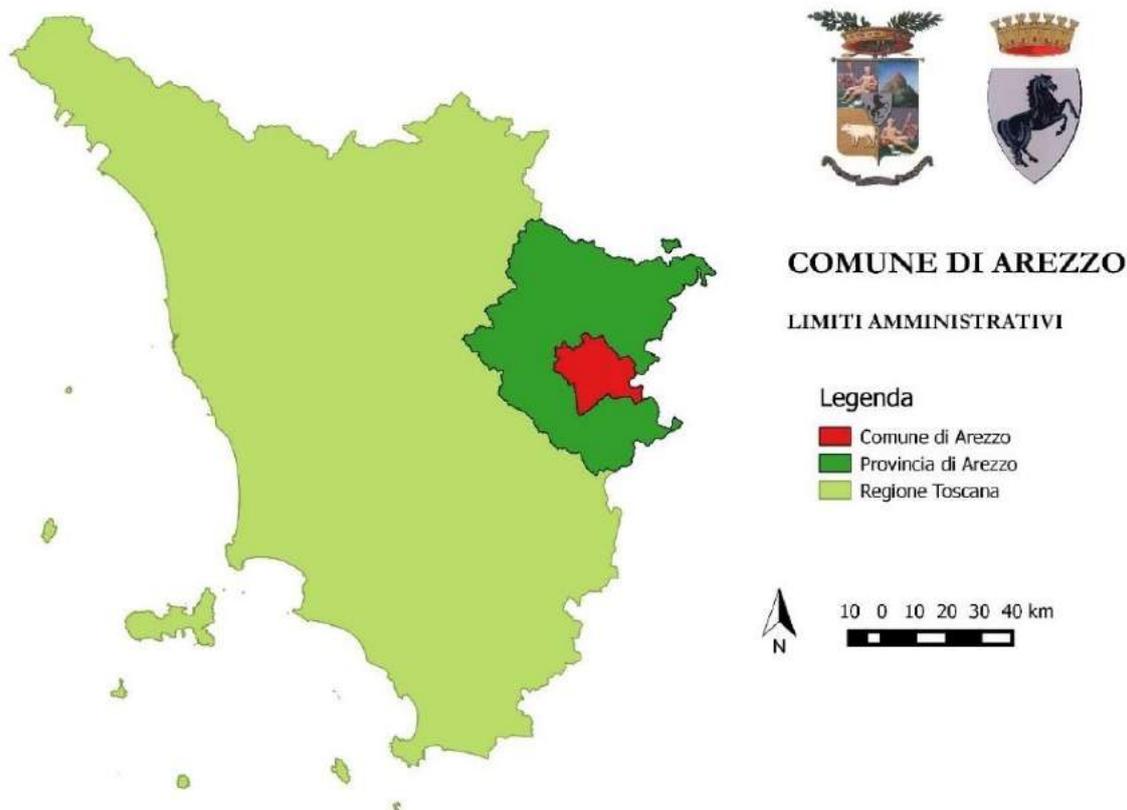


Figura 4 - Limiti amministrativi provinciali e comunali (Elaborazioni di Azzeroco2 su cartografia ISTAT).

Il comune di Arezzo, nonostante il rango di città possiede i caratteri tipici di un "piccolo centro urbano"; il tessuto insediativo a bassa densità è pari a circa il 78% del totale delle superfici urbanizzate. Il capoluogo si sviluppa a semicerchio lungo un pendio collinare che culmina con la Cattedrale e la Fortezza Medicea che dominano l'abitato. Il centro storico della città, in parte di origine medioevale ed in parte costruito in epoca ottocentesca, si sviluppa all'interno della cinta muraria cinquecentesca che si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 3.600 metri; gli insediamenti più recenti si sviluppano a valle del centro storico lungo le direttrici sud ed ovest.

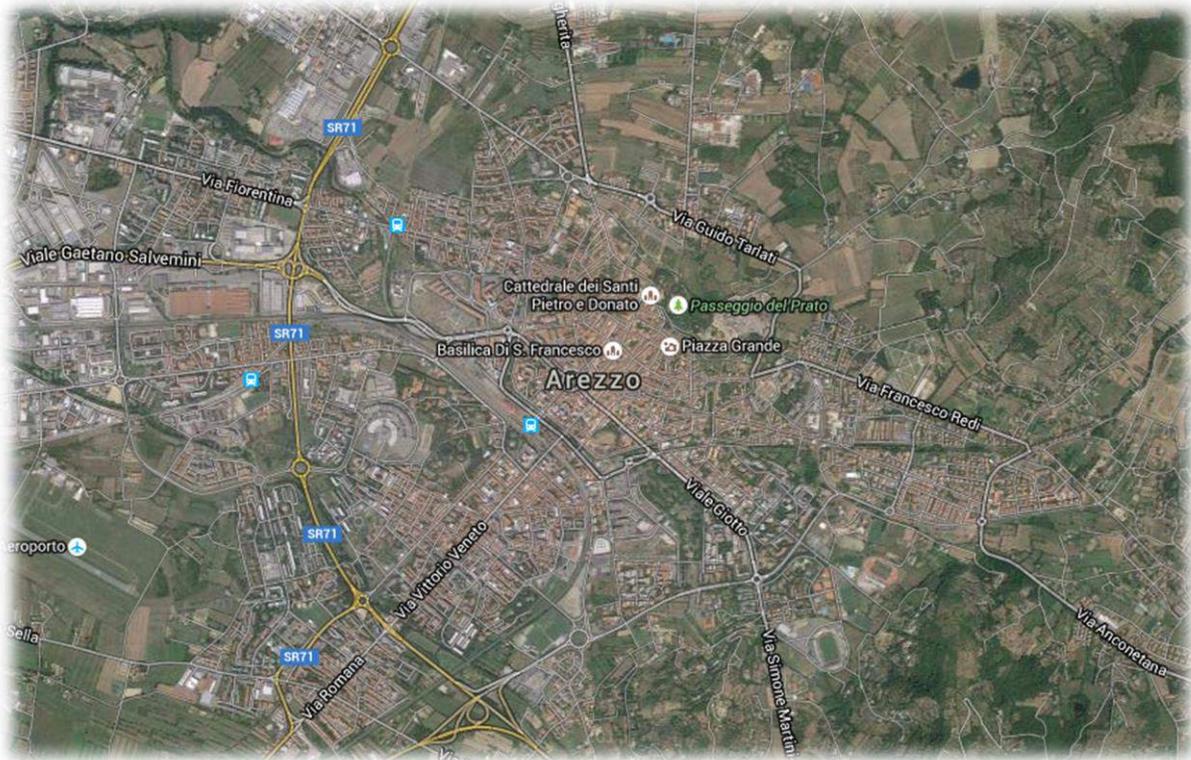


Figura 5 - Vista aerea del comune di Arezzo (Fonte Google Maps).

Demografia

Arezzo è un comune di 99.434 abitanti (al 31 dicembre 2014) con una densità abitativa di 258,47 ab/km².

Nel corso degli anni la città ha subito un processo di crescita demografica. Nell'immediato dopoguerra gli aretini erano circa 66.551 e solo nel 1961 la popolazione è aumentata con 74.992 residenti censiti; il balzo maggiore è avvenuto nel decennio successivo, con un aumento del 16,5% che nel 1971 ha portato gli abitanti a 87.330 unità. In diminuzione nel periodo 1981-1991 poi stabile nel decennio intercensuario 1991-2001, la dinamica demografica dal 2001 al 2011 è tornata a segnare un aumento del 7% grazie al saldo migratorio che compensa il saldo naturale.



Grafico 1 - Andamento demografico storico del comune di Arezzo (Fonte: ISTAT)



Entrando più nel dettaglio delle variazioni demografiche successive al 2008, anno di riferimento individuato per la presente analisi, si evince che la popolazione di Arezzo ha registrato un costante aumento tra il 2008 al 2010 per poi invertire la tendenza nell'anno 2011. Negli anni successivi al 2011 si è registrata una lieve ripresa nella crescita demografica che si è protratta con andamento pressoché costante fino al 2014.

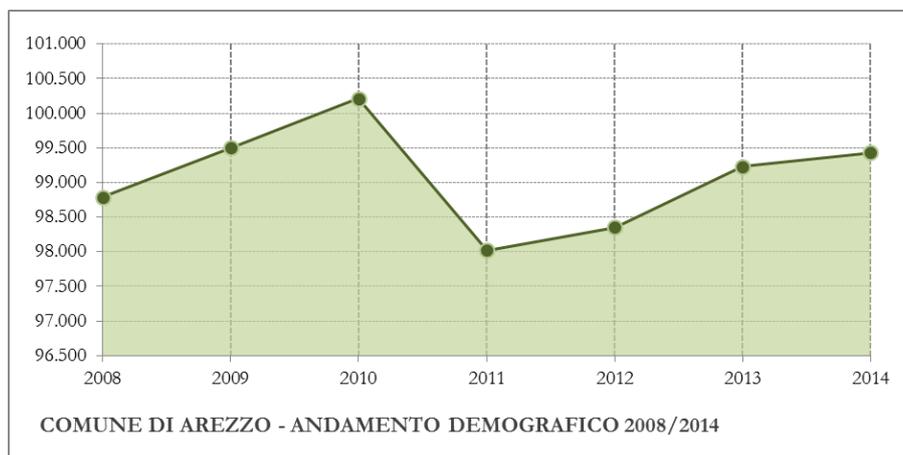


Grafico 2- Andamento demografico del comune di Arezzo 2008-2014 (Fonte: ISTAT).

La tabella di seguito mostra l'andamento del numero di famiglie e del numero medio dei componenti nel periodo compreso tra il 2008 e il 2014.

Anno	Numero famiglie	Media componenti per famiglia
2008	42.450	2,32
2009	43.086	2,3
2010	43.628	2,29
2011	43.984	2,22
2012	44.425	2,21
2013	43.544	2,27
2014	43.781	2,26

Tabella 2. Famiglie presenti ad Arezzo dal 2003 al 2014 (Fonte: ISTAT).

A fronte di un aumento del numero di famiglie di circa il 3% il numero medio di componenti è diminuito, passando da 2,32 a 2,26 unità.

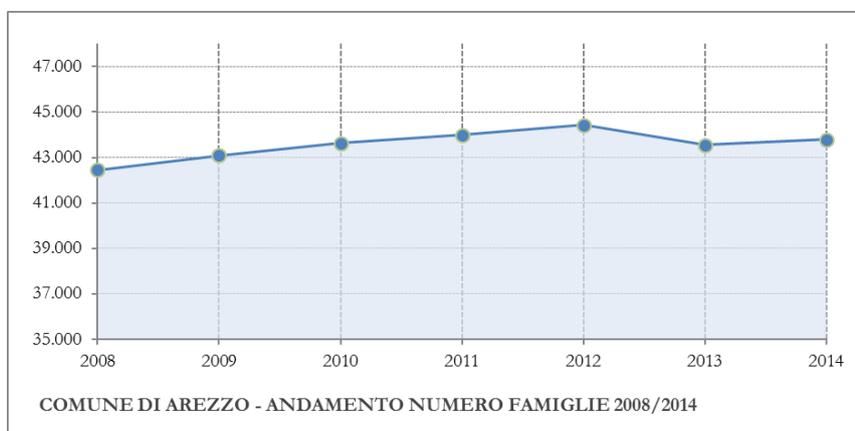


Grafico 3 - Andamento del numero delle famiglie ad Arezzo dal 2008 al 2014 (Fonte: ISTAT).



Contestualizzando i dati comunali con quelli provinciali e regionali si riscontra in generale un sostanziale parallelismo tra i valori graficizzati eccetto che per l'anno 2014 periodo durante a livello comunale si sono registrati valori positivi a livello comunale in controtendenza con la situazione provinciale e regionale.

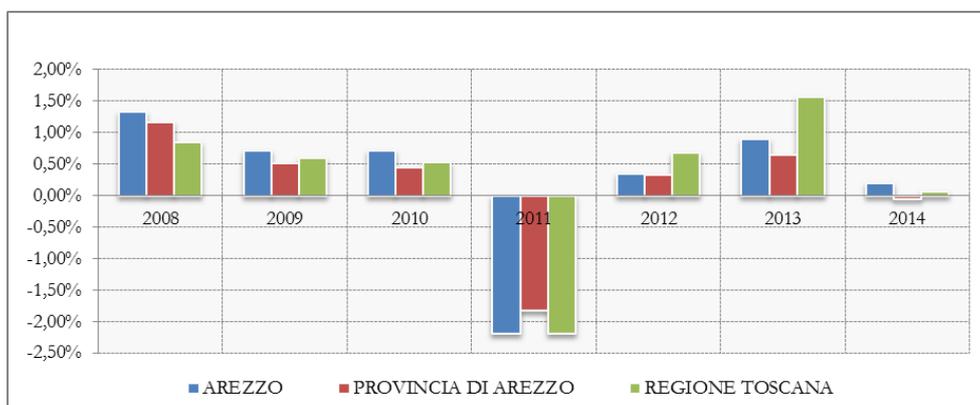


Grafico 4 - Variazione percentuale della popolazione del comune di Arezzo, Provincia e Regione (ISTAT).

L'analisi della struttura per età della popolazione considera tre fasce: giovani 0-14 anni, adulti 15-64 anni e anziani 65 anni ed oltre. In base alle diverse proporzioni fra tali fasce, la struttura di una popolazione viene definita di tipo progressiva, stazionaria o regressiva a seconda che la popolazione giovane sia maggiore, equivalente o minore di quella anziana.

Nel caso del Comune di Arezzo la popolazione al 2014 è stata di tipo regressivo, in quanto la percentuale di giovani (13,0%) è minore della percentuale di anziani (24,9%).



Grafico 5 - Analisi della struttura per età della popolazione dal 2008 al 2015 (Fonte: ISTAT).



Urbanistica e orografia del territorio

L'urbanistica delle zone abitate è un fattore che incide sulla qualità dell'aria. Infatti la disposizione degli edifici, la loro altezza, le strade comprese tra loro, possono comportare la formazione di corridoi e vicoli ciechi, permettendo l'incanalamento dell'aria che rimane imprigionata, determinando un forte accumulo di sostanze inquinanti che non hanno possibilità di dissolversi nell'ambiente circostante.

La superficie del Comune risulta pari a 384.718.110 m²; l'area classificata come urbanizzata è di 16.127.065 m² (escluse le strade che complessivamente coprono 9.146.401 m²), con una superficie occupata da edifici e fabbricati in genere di 4.977.250 m²; i boschi ammontano complessivamente a 176.803.985 m², gli oliveti a 15.590.095 m², i vigneti a 8.407.269 m² e i frutteti a 1.355.967 m².

Sulla Carta di Uso del suolo eseguita in alta definizione nel 2012, ISPRA ha individuato le aree propriamente costruite all'interno dei perimetri urbanizzati e distinto l'edificato sparso in ambiti agricoli e/o naturali (tra 0% e 8% di edificato), le forme di urbanizzazione a bassa densità (tra 8% e 35%), e quelle prevalentemente o completamente artificiali (oltre il 35% del totale); come già nei confronti nazionali, Arezzo presenta, nonostante il rango di città, i caratteri di un "piccolo centro": il 78% del tessuto a bassa densità e appena il 27% di superfici costruite entro il perimetro urbanizzato.

Il tessuto residenziale interno alla tangenziale della prima periferia ha una densità edilizia piuttosto bassa; i tipi edilizi vanno dal villino monofamiliare isolato al condominio su tre/quattro piani. Lungo le strade di penetrazione verso il centro sono presenti case di maggiore dimensione, con attività commerciali al piano terra.

La zona esterna alla tangenziale risulta invece formata prevalentemente da quartieri morfologicamente più caratterizzati e distinti; i tipi edilizi più usati sono case in linea e a schiera su altezze da 3 a 6 piani ma assai diffuso è il tipo di casa isolata alta 4-5 piani.

Il centro storico, che si sviluppa nella zona collinare, presenta caratteristiche tipiche della sua epoca, con vicoli e stradine che si diramano tra edifici storici di due, tre o al massimo quattro piani.

Della conformazione urbanistica del territorio aretino, si trova conferma nei numeri del censimento ISTAT 2011. La maggior parte degli edifici che compongono il tessuto urbano della città, sono composti da 2 piani per il 44% o 3 piani per il 35%; solo il 15%, invece, ha un numero di piani uguale o superiore a 4, mentre il restante 6% sono abitazioni con un solo piano fuori terra.

Edifici per numero di piani fuori terra

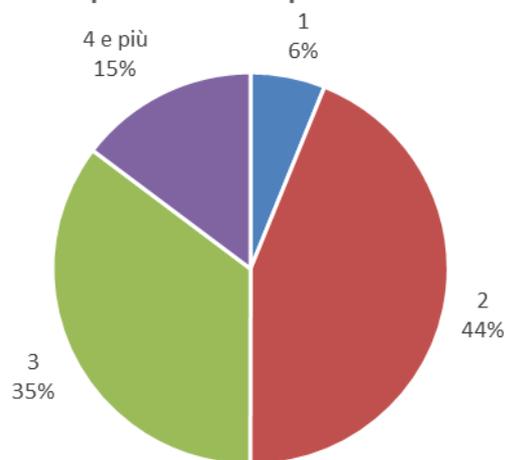


Grafico 6 - Edifici per numero di piani fuori terra del Comune di Arezzo (Censimento ISTAT 2011)



Utilizzando gli strumenti informatici oggi a disposizione (Google Earth), si riportano le visuali tridimensionali di alcune zone della città. Dalle immagini è possibile osservare come, da un punto di vista urbanistico, il territorio aretino non presenti particolari vincoli agli spostamenti delle masse d'aria inquinate che, invece, potrebbero trovare dei canali preferenziali, nelle strade principali che attraversano il centro abitato.



Figura 6 - Vista 3D della zona sud del Comune di Arezzo (Google Earth)



Figura 7 - Vista 3D della zona centro storico del Comune di Arezzo (Google Earth)



Figura 8 - Vista 3D della zona nord del Comune di Arezzo (Google Earth)

L'orografia del territorio è un altro fattore importante. La conformazione del territorio considerando i monti, le valli, le pianure, ecc., può creare degli ostacoli al flusso di massa d'aria e impedirne la diffusione oppure, in caso di valli strette, dove il sole penetra difficilmente, si possono creare condizioni di inversioni termica, provocando un ristagno degli inquinanti.

16

La relazione geologia per il Piano Strutturale del Comune di Arezzo, descrive come *“il territorio comunale sia suddiviso in due aree morfologicamente distinte, di cui quella orientale prevalentemente montuosa e collinare, mentre la restante parte del comune è occupata in parte dalla “Piana di Arezzo” a Nord e dalla “Piana della Chiana aretina” a Sud.*

La Piana di Arezzo è impostata altimetricamente ad una quota compresa tra i 250 m. e i 260 m.s.l.m.; si apre ad Ovest verso il Valdarno Superiore e a sud-ovest verso la Valdichiana; a nord riceve lo sbocco del Casentino, mentre ad est un modesto diaframma montuoso la divide dal tratto superiore della Valtiberina. Sovrastano la conca aretina, delimitandone il perimetro, una serie di vette collinari e montuose appartenenti ai primi contrafforti della dorsale dell'Appennino toscano: ad ovest i modesti rilievi che preludono al Chianti, a nord-ovest la dorsale del Pratomagno, a nord-est l'Alpe di Catenaia, ad est l'Alpe di Poti, a sud il monte Lignano, che attraverso le ultimi propaggini della collina di Agazzi delimita la pianura a sud-ovest. La Piana è attraversata dal Fiume Arno, che disegna una grande ansa 7 km a nord-ovest della Città di Arezzo, prima di ricevere le acque del Canale Maestro della Chiana e di formare il bacino artificiale della Penna.



Il centro Abitato della città di Arezzo è percorso da due torrenti principali: il Castro, che a più riprese è stato oggetto di tombamenti fino al raggiungimento dell'attuale conformazione, ed il Vingone che lambisce i quartieri della periferia sud - sud-ovest.

Nella parte a sud del territorio comunale si sviluppa la "Piana della Chiana aretina" impostata ad una quota di 240-250 m s.l.m.; in questa parte di territorio sono presenti una serie di opere idrauliche che sono state realizzate in tempi storici e che sono da ricondursi a tutti gli interventi che hanno portato alla bonifica dell'area che si è conclusa con la realizzazione del Canale Maestro della Chiana che convoglia tutte le acque drenate verso il bacino del fiume Arno".

La città di Arezzo si sviluppa in una valle circondata da zone collinari con alle spalle il rilievo montuoso dell'appenino toscano-romagnolo. La conformazione orografica unita alle condizioni del vento che si manifestano durante l'anno, può condizionare il movimento delle masse d'aria inquinate sia in positivo che in negativo.

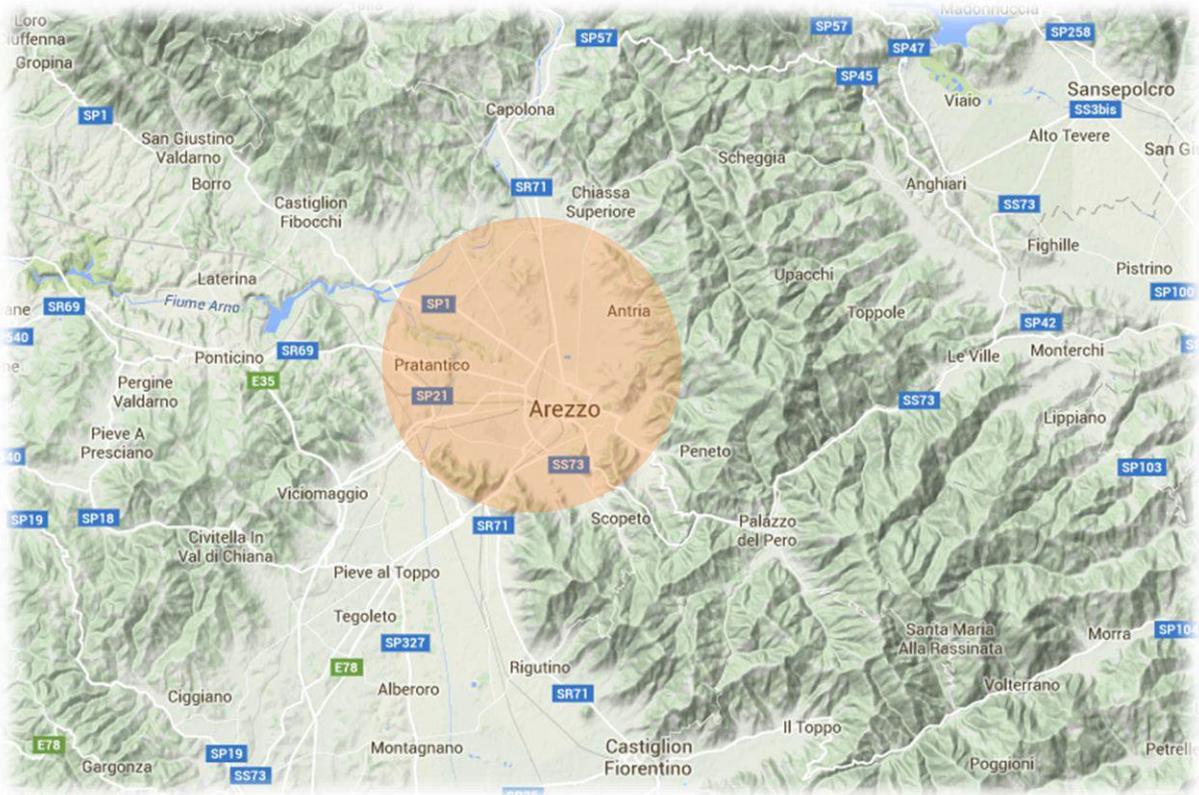


Figura 9 - Inquadramento orografico particolare del Comune di Arezzo (Google Earth)



Inquadramento meteoclimatico

Gli agenti atmosferici come pioggia e vento e parametri quali la temperatura, incidono in maniera importante sulla diffusione degli inquinanti in atmosfera. Attraverso l'elaborazione dei dati disponibili sul portale SCIA di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), è stato possibile ricostruirne l'andamento nel periodo 2001-2015.

Precipitazioni

Le precipitazioni hanno un ruolo molto importante per la qualità dell'aria, infatti riescono a intrappolare gli inquinanti dispersi in atmosfera e portarli al suolo ripulendo in questo modo l'aria.

L'analisi dei dati sulle precipitazioni cumulate annuali [mm], permette di individuare nel 2004, 2010 e 2013, gli anni con piovosità massima, con altezze d'acqua di oltre 1000 mm in un anno; nel 2007 e 2011, al contrario, è stato registrato il valore di pioggia minimo, con poco più di 400 mm.

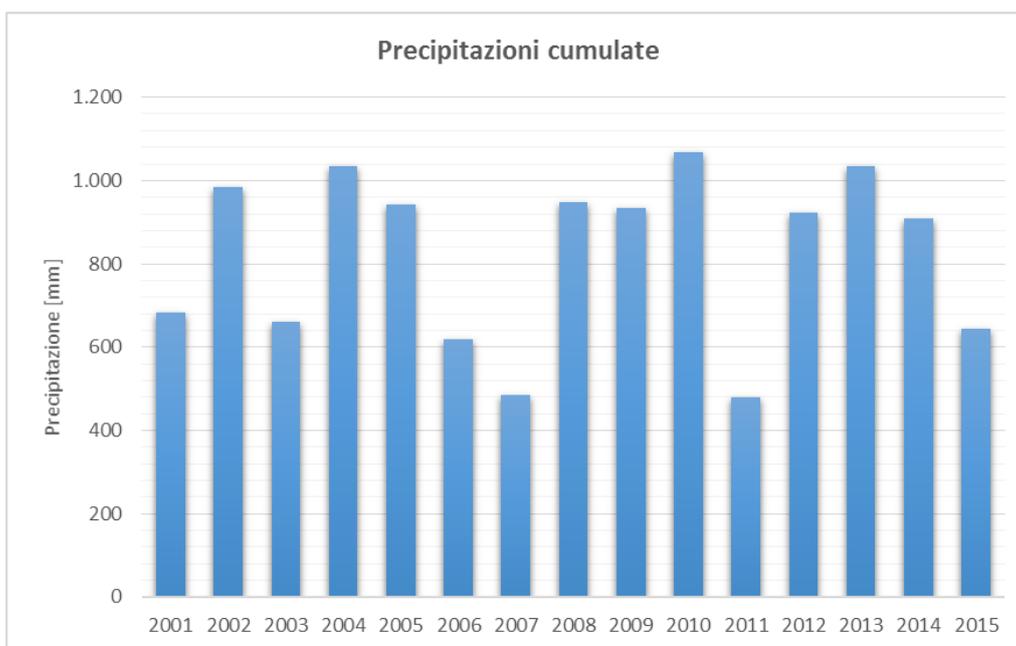


Grafico 7 - Andamento precipitazioni cumulate (2001-2015) [ISPRA]

Disaggregando i dati annuali in valori mensili per gli ultimi sei anni (2010-2015), si possono osservare gli andamenti delle precipitazioni cumulate mensili. Dal grafico non si evincono tendenze simili, ma si possono osservare notevoli differenze anche per gli stessi mesi nei diversi anni. Il mese con piovosità massima risulta quello di novembre, dovuto in particolare al contributo delle annualità 2010 e 2012 che raggiunge i 250 mm; il periodo di maggiore scarsità di pioggia, invece, risulta ovviamente quello estivo (giugno, luglio, agosto). Dai grafici seguenti, infine, si può notare come il mese di dicembre sia un periodo dell'anno in cui la piovosità è minima.

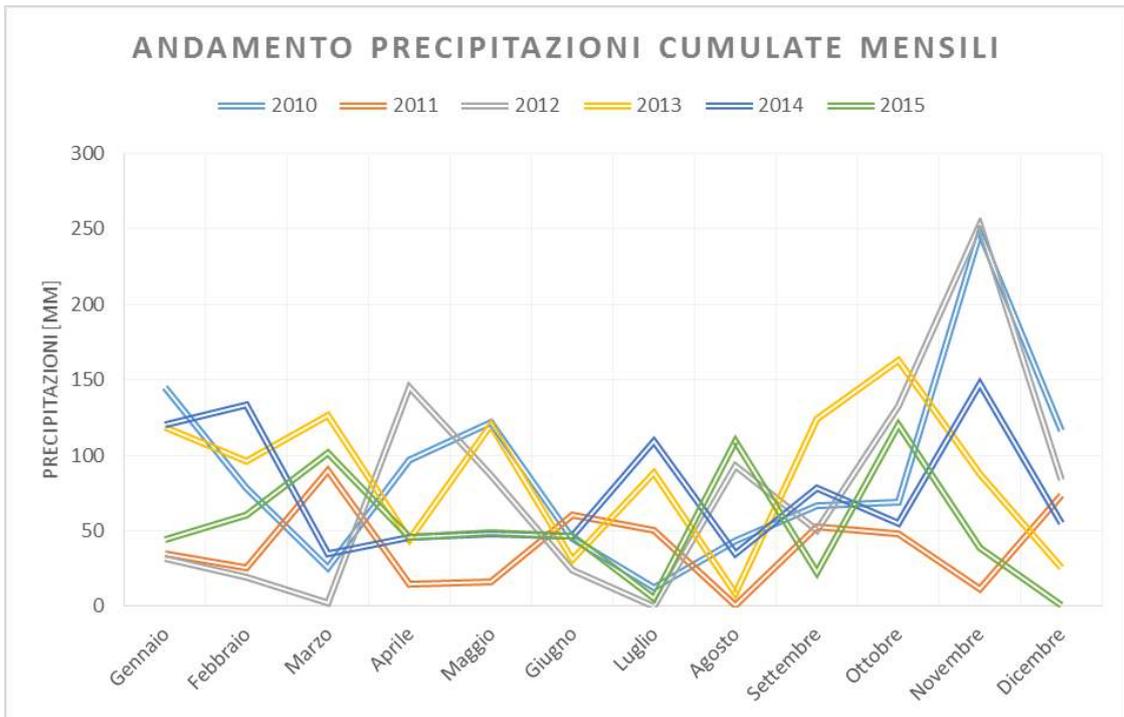


Grafico 8 - Andamento precipitazioni cumulate mensili (2010-2015) [ISPRA]

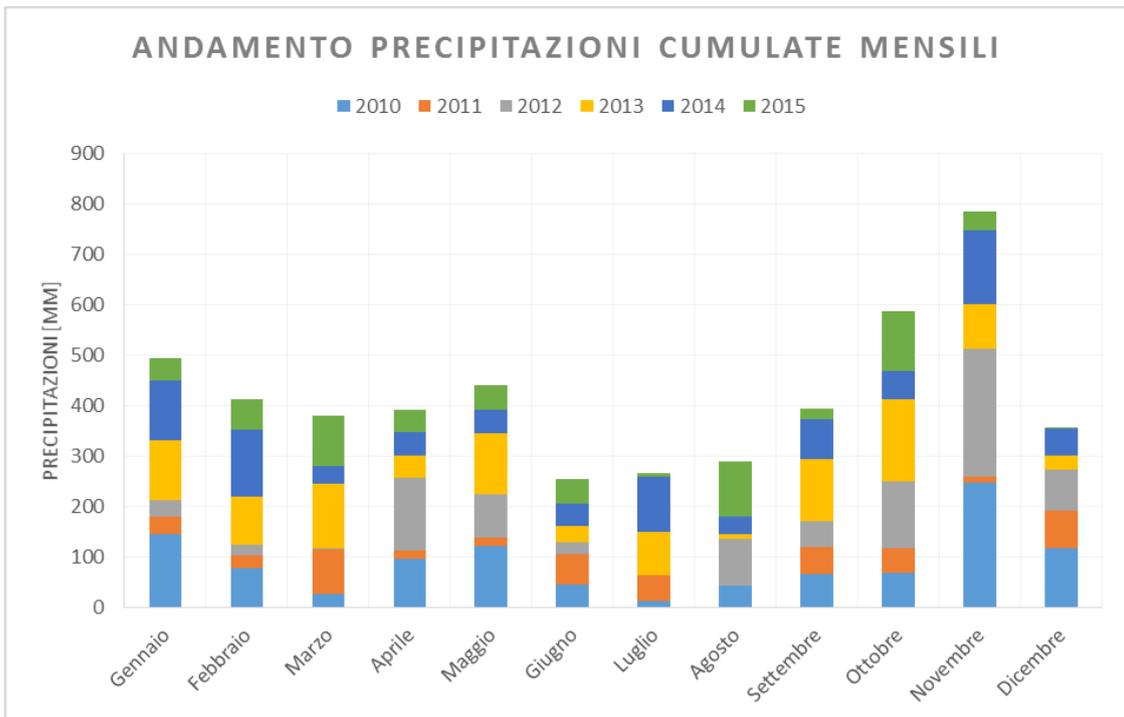


Grafico 9 - Andamento precipitazioni cumulate mensili (2010-2015) [ISPRA]



Temperatura

Attraverso l'analisi dei dati medi annui di temperatura è possibile osservare che la temperatura media annua del comune di Arezzo si è attestata tra i 12,8 °C e 14,4 °C, per il periodo compreso tra il 2001 e il 2015.

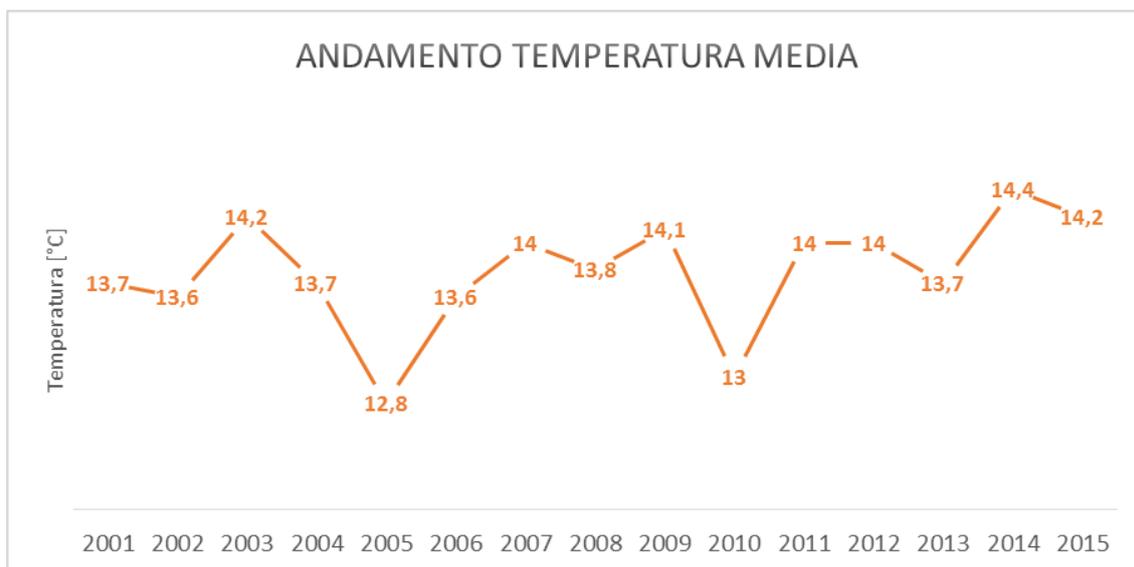


Grafico 10 - Andamento temperatura media (°C) (2001-2015) [ISPRA]

I dati delle temperature medie mensili per il periodo 2010-2015, si dispongono su una classica curva a campana, seguendo il naturale corso delle stagioni. Il picco si registra nelle mensilità estive (giugno- agosto), mentre la temperatura media minima si osserva nel mese di gennaio.

20

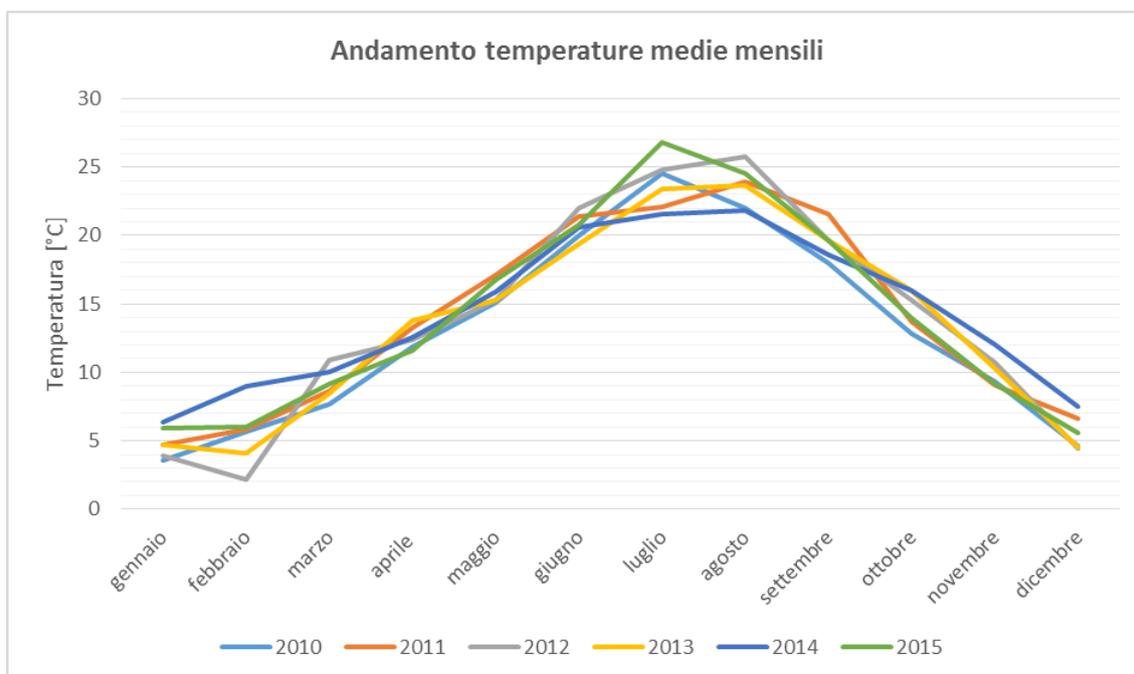


Grafico 11 - Andamento temperature medie mensili (2010-2015) [ISPRA]



Umidità relativa

I valori di umidità relativa media annua per il periodo di analisi, si attestano tra il 65% e il 75%.

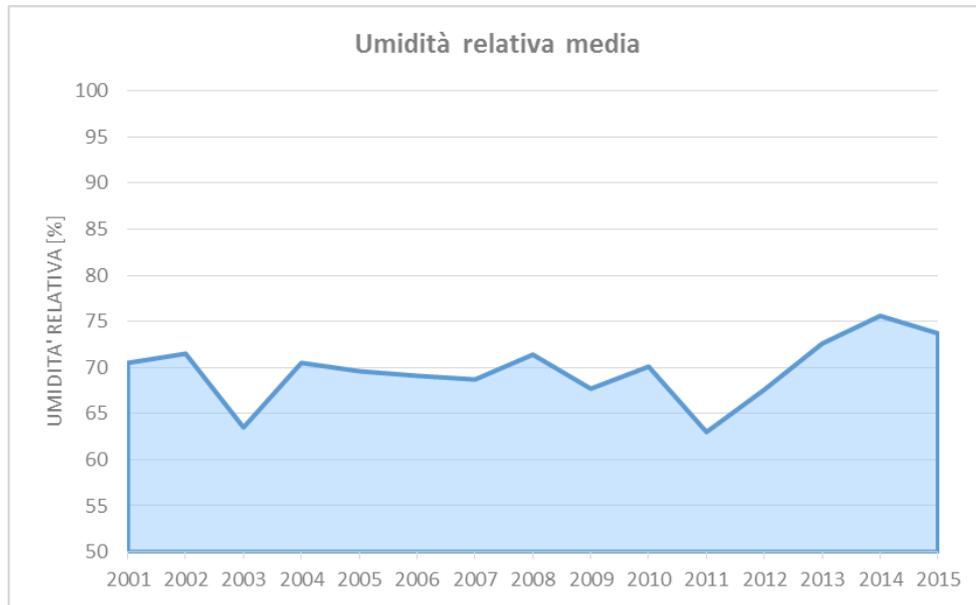


Grafico 12 - Umidità relativa media % (2001-2015) [ISPRA]

Attraverso l'utilizzo dei dati mensili medi, è stato possibile elaborare lo sviluppo dell'umidità relativa nell'intera annualità. Anche se il grafico mostra degli andamenti differenti nel corso del tempo, in generale è possibile individuare nei mesi estivi il periodo più secco dell'anno, in particolar modo il mese di agosto, mentre nelle mensilità invernali, da novembre a febbraio, il periodo invece più umido.

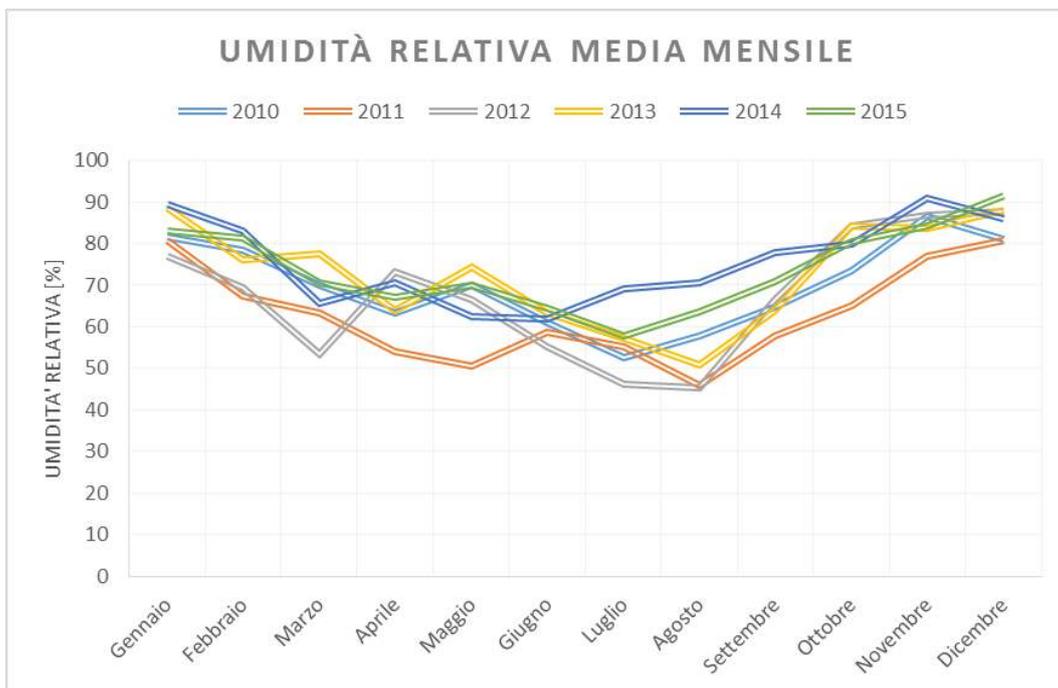


Grafico 13 - Andamento mensile dell'umidità media mensile % (2010-2015) [ISPRA]



Ventosità

Il vento è uno dei principali fattori meteo che influenzano la dispersione e la diffusione degli inquinanti in atmosfera. Può avere sia un effetto positivo, quando ha un effetto dispersivo, sia negativo, nel momento in cui sposta masse d'aria inquinate in zone meno inquinate. Il valore medio annuo della velocità del vento si colloca in un range tra 0,8 m/s – 1,5 m/s.

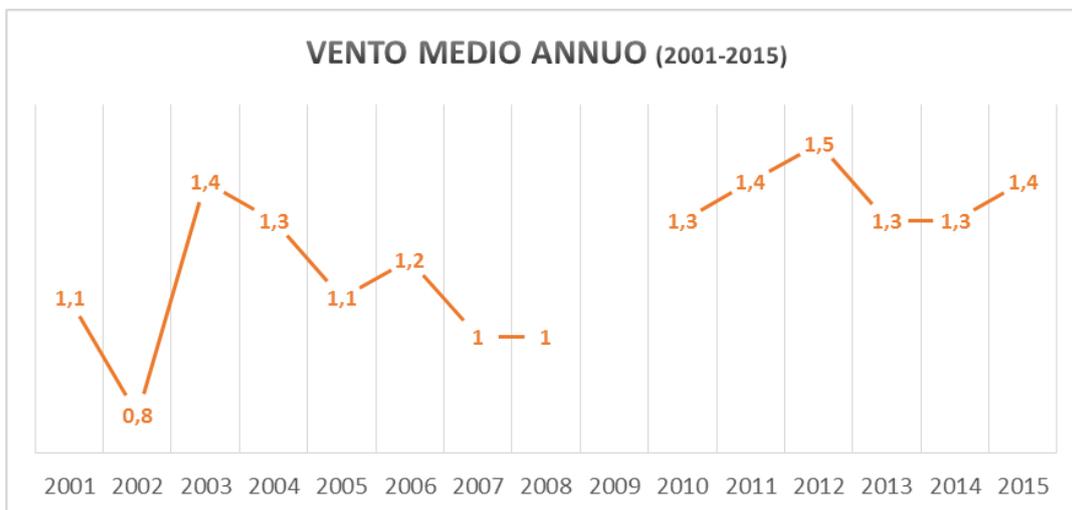


Grafico 14 - Vento medio annuo [m/s] (2001-2015) [ISPRA]

Dalla rappresentazione grafica della ventosità media mensile per gli anni 2010-2015 si può osservare come il mese di marzo è quello che fa registrare mediamente i valori massimi tra i 2 e i 2,5 m/s. I mesi di novembre e dicembre, invece, sono mediamente quelli in cui la ventosità è minima.

22

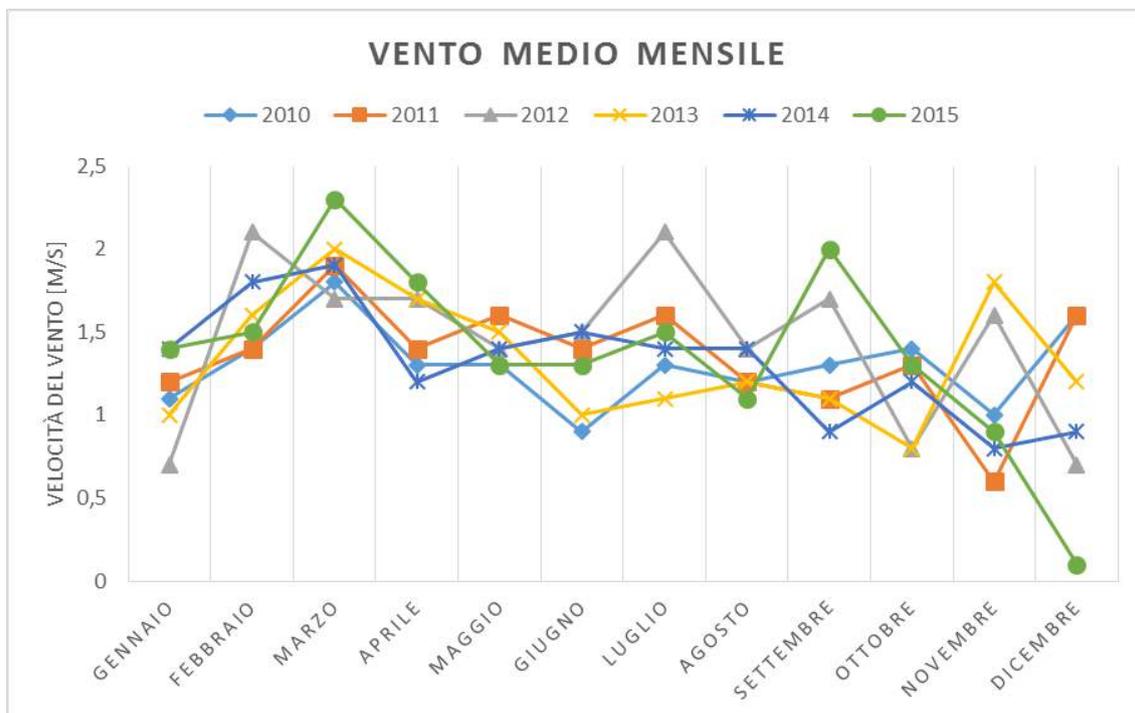


Grafico 15 - Vento medio mensile (2010-2015) [ISPRA]



Analizzando in dettaglio il 2015 con intervalli temporali di 10 giorni (decade), si può osservare più chiaramente il trend di ventosità nel territorio aretino. Il massimo dato è stato registrato nella prima decade di marzo con circa 3,5 m/s; il minimo, al contrario, si osserva nella seconda decade di dicembre con velocità del vento nulla. I periodi con le oscillazioni maggiori sono quelli compresi tra settembre e dicembre e tra marzo e aprile.

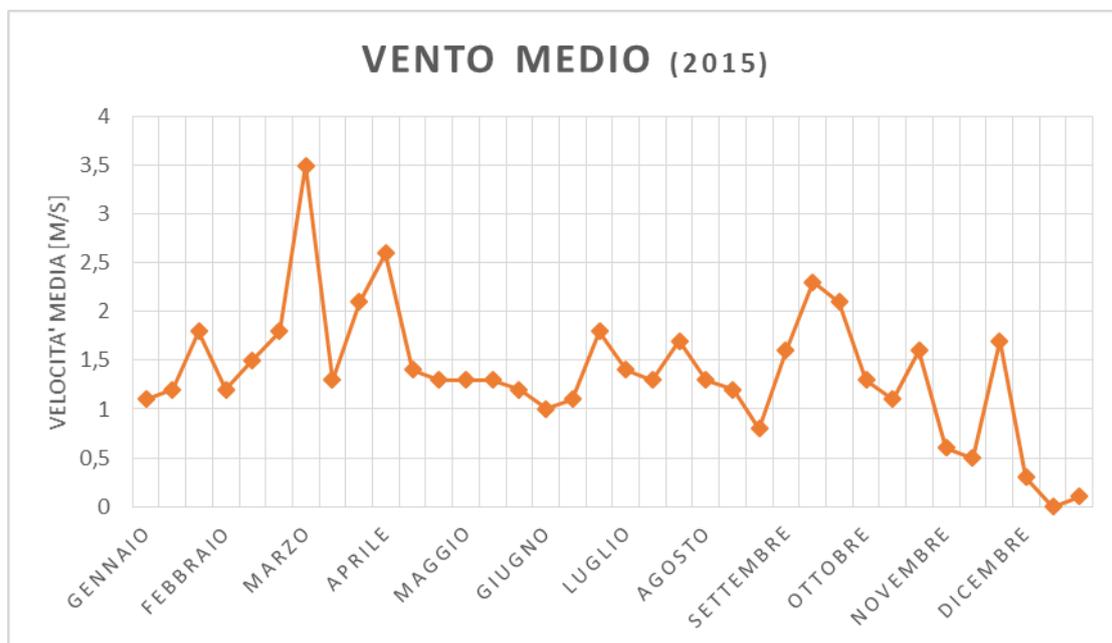


Grafico 16 - Ventosità media per decade (2015) [ISPRA]



Inquadramento socio-economico

Imprese e agricoltura

Intorno alla fine degli anni '80 sul territorio aretino si è assistito al passaggio da un'economia di tipo industriale ad un nuovo modello incentrato sui servizi. Il comparto tessile, che ha caratterizzato nel corso degli anni l'economia del territorio, ha lasciato il posto al comparto orafa. La lavorazione dei metalli preziosi si è affermata nella provincia di Arezzo tra gli anni Settanta e Ottanta anche grazie alla presenza sul territorio di aziende leader nel settore che hanno saputo attivare a livello territoriale processi imprenditoriali e filiere di settore dando vita ad uno dei distretti più rinomati della regione il "Distretto orafa aretino". Il Distretto è stato riconosciuto con delibera del Consiglio Regionale della Toscana n. 69 del 2000; è gestito dalla Camera di Commercio di Arezzo e comprende al suo interno i Sistemi Economici Locali dell'Area aretina e della Val di Chiana aretina e i comuni di Laterina e Pergine Valdarno. La filiera dei metalli preziosi ha continuato a caratterizzare l'economia del capoluogo anche per gli anni successivi. Un rallentamento nella crescita del settore si è registrata durante il 2003 in concomitanza con una diminuzione della crescita nel settore metalmeccanico. La crisi economica ha colpito anche il distretto orafa che nel periodo compreso tra il 2001 e il 2011 ha registrato una diminuzione delle unità di circa il 24%.

Fino al 2007 le dinamiche legate allo sviluppo economico del territorio di Arezzo risultavano essere positive anche grazie all'adozione, da parte dell'Amministrazione comunale, di politiche territoriali capaci di favorire uno sviluppo ambientale di tipo sostenibile. L'inversione di tendenza è avuta però già a partire dalla fine del 2008 e si è manifestata sul territorio aretino con una contrazione della spesa locale, un restringimento dei margini di benessere e, più in generale, con una riduzione dei maggiori indici economici locali.

Di seguito si riportano i dati forniti dalla Camera di Commercio di Arezzo relativi alle unità locali e agli addetti presenti sul territorio comunale e riferiti al periodo compreso tra il 2009 e il 2015.

Il numero di imprese nel periodo di analisi mostra un trend quasi sempre crescente, incrementandosi di circa il 5% tra il 2009 e il 2015; il numero di addetti, invece, ha un andamento più altalenante, ma mostra comunque un saldo positivo anch'esso del 5% circa.



Grafico 17 - Andamento del numero di imprese presenti sul territorio del comune di Arezzo nel periodo 2009 - 2015 (Fonte: Camera di Commercio di Arezzo).

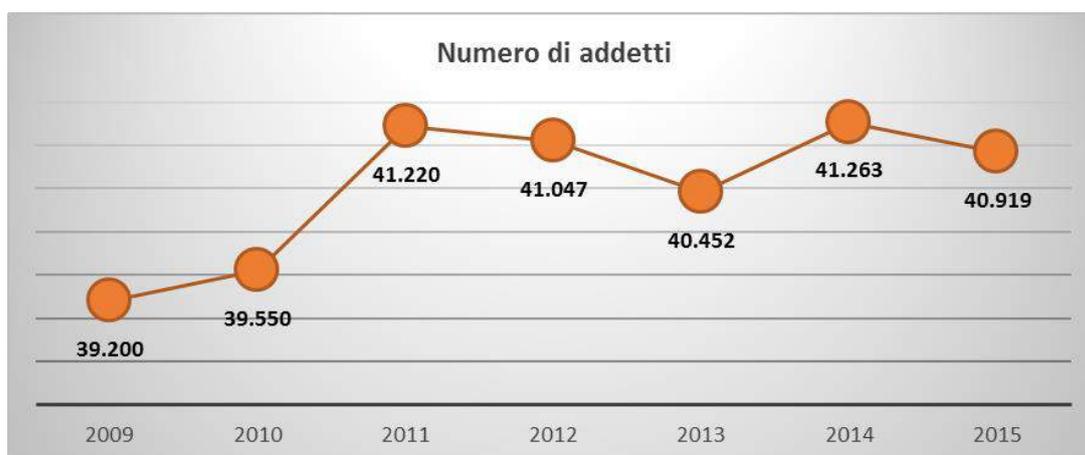


Grafico 18 - Andamento del numero di addetti alle unità locali del comune di Arezzo nel periodo 2009 - 2015 (Fonte: Camera di Commercio di Arezzo).

Di seguito si riporta la sola tabella riepilogativa con il dettaglio del numero di imprese e addetti per tutti i settori economici nel periodo 2009-2015; inoltre, per i principali settori che possono esercitare un'importante fonte di pressione sulla qualità dell'aria, sono stati elaborati i grafici con l'andamento congiunto del numero di imprese e quello degli addetti per il periodo 2009-2015.

Settore economico	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
A Agricoltura, silvicoltura pesca	945	937	904	906	852	826	814
B Estrazione di minerali da cave e miniere	5	5	5	5	5	5	6
C Attività manifatturiere	1.797	1.793	1.765	1.748	1.759	1.812	1.825
D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	11	19	27	36	45	51	54
E Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione	19	20	23	25	25	23	21
F Costruzioni	1.576	1.607	1.629	1.599	1.574	1.545	1.535
G Commercio all'ingr. e al dett.; riparazione di autoveicoli	3.189	3.266	3.316	3.303	3.315	3.282	3.287
H Trasporto e magazzinaggio	236	227	230	223	217	214	204
I Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	651	675	702	738	771	786	801
J Servizi di informazione e comunicazione	229	234	258	276	288	296	300
K Attività finanziarie e assicurative	310	310	307	306	317	305	313
L Attività immobiliari	795	823	848	844	865	854	867
M Attività professionali, scientifiche e tecniche	408	421	435	443	446	445	457
N Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	316	316	325	322	334	338	352
P Istruzione	55	59	62	64	69	68	71
Q Sanità e assistenza sociale	37	38	40	44	50	56	57
R Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	143	143	146	154	156	170	180
S Altre attività di servizi	471	478	476	474	488	495	495
X Imprese non classificate	365	438	490	483	489	488	516
TOT	11.558	11.809	11.988	11.993	12.065	12.059	12.155

Tabella 3 - Numero di imprese per settore economico del Comune di Arezzo (Fonte: Camera di Commercio di Arezzo)



Settore economico	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
A Agricoltura, silvicoltura pesca	1.024	979	1.357	1.291	823	1.265	1.332
B Estrazione di minerali da cave e miniere	46	41	36	35	34	30	28
C Attività manifatturiere	10.809	10.791	11.055	11.026	11.034	11.412	11.479
D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	102	87	296	22	31	296	289
E Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione	451	474	491	482	312	314	328
F Costruzioni	3.137	3.363	3.259	3.164	3.058	3.039	3.022
G Commercio all'ingr. e al dett.; riparazione di autoveicoli	9.038	9.442	9.707	9.470	9.325	9.006	8.493
H Trasporto e magazzinaggio	1.034	1.026	2.208	2.162	2.114	2.104	2.052
I Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	1.888	2.179	2.376	2.542	2.550	2.498	2.492
J Servizi di informazione e comunicazione	3.150	2.141	1.209	1.406	1.440	1.469	1.332
K Attività finanziarie e assicurative	2.289	2.380	2.405	2.377	2.568	2.571	2.538
L Attività immobiliari	1.047	1.145	1.146	1.165	1.201	1.209	1.280
M Attività professionali, scientifiche e tecniche	801	886	1.023	1.086	997	941	929
N Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	1.835	1.912	1.801	1.894	1.873	1.900	1.975
P Istruzione	233	242	275	309	476	548	642
Q Sanità e assistenza sociale	866	926	935	973	1.052	1.048	1.118
R Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	274	331	361	363	350	364	390
S Altre attività di servizi	991	1.051	1.065	1.035	1.031	1.039	1.042
X Imprese non classificate	185	154	215	245	183	210	158
TOT	39.200	39.550	41.220	41.047	40.452	41.263	40.919

Tabella 4 - Numero di addetti per settore economico del Comune di Arezzo (Fonte: Camera di Commercio di Arezzo)

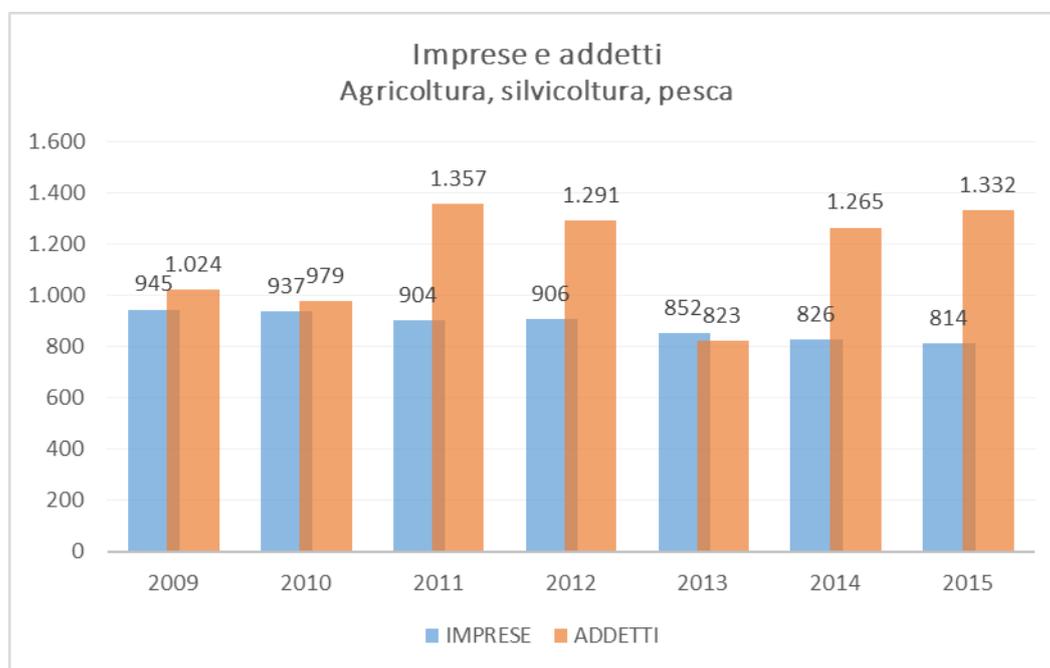


Grafico 19 - Andamento del numero di addetti e di imprese nel settore "Agricoltura, silvicoltura, pesca" periodo 2009-2015 [fonte: Camera di Commercio di Arezzo]

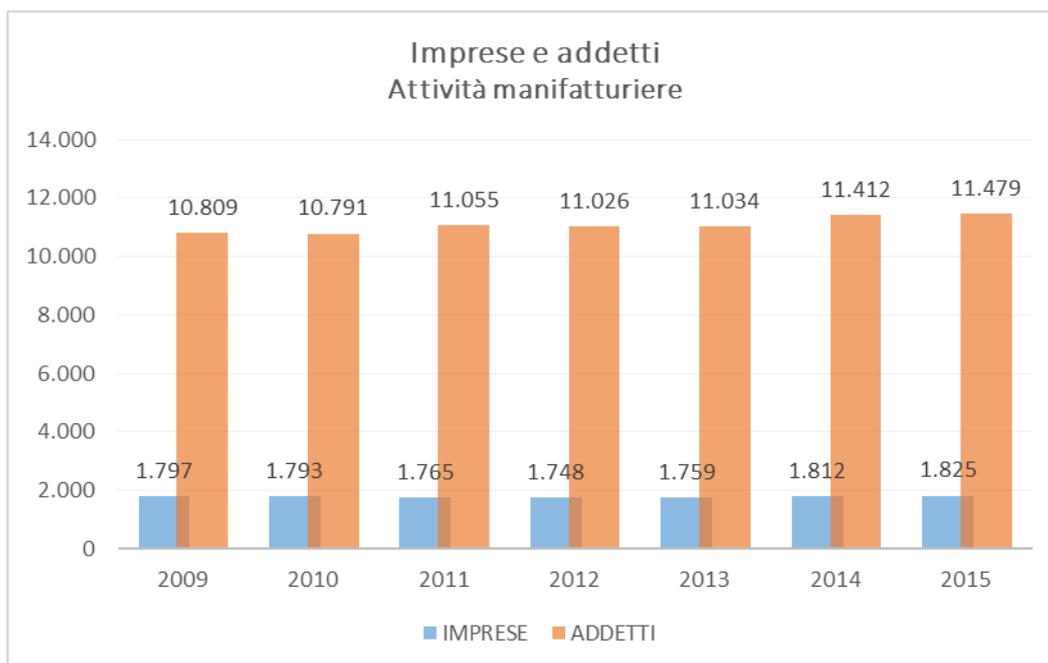


Grafico 20 - Andamento del numero di addetti e di imprese nel settore "Attività manifatturiere" periodo 2009-2015 [fonte: Camera di Commercio di Arezzo]

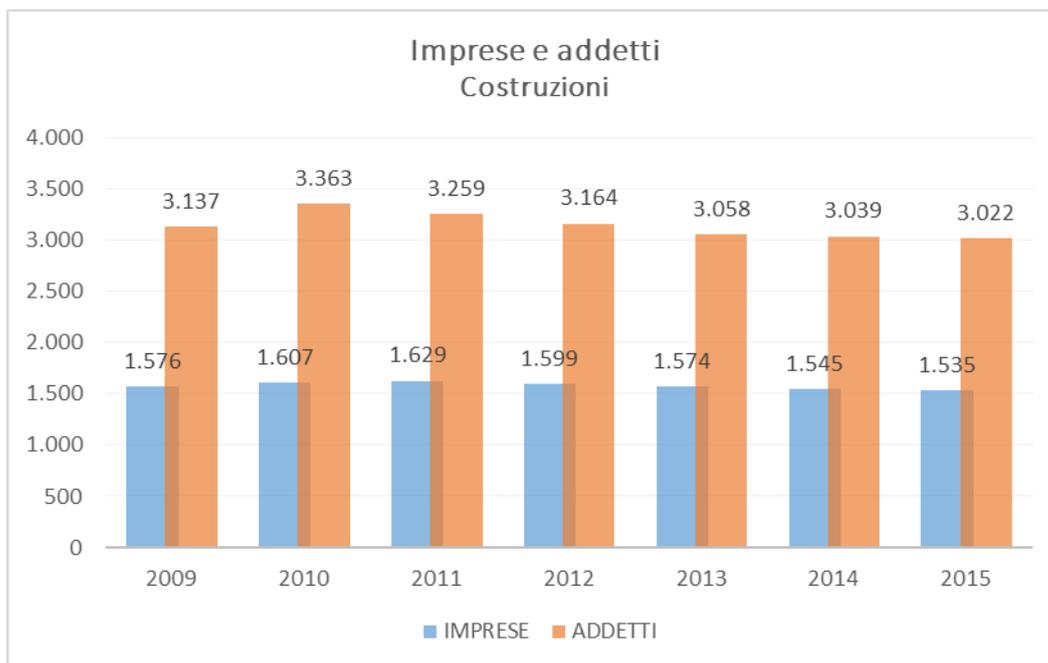


Grafico 21 - Andamento del numero di addetti e di imprese nel settore "Costruzioni" periodo 2009-2015 [fonte: Camera di Commercio di Arezzo]

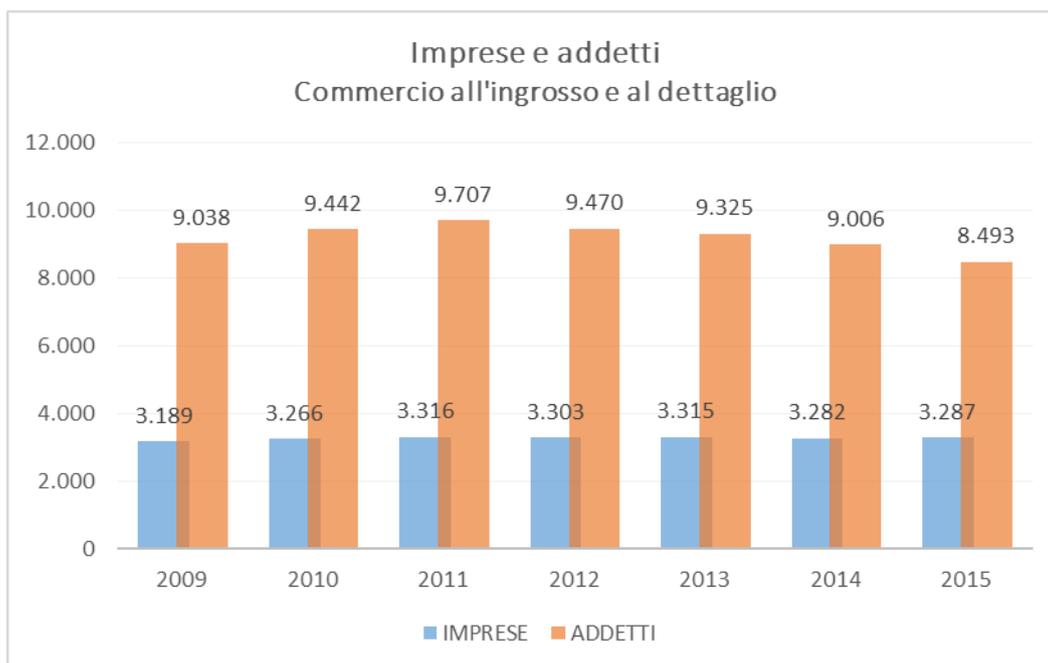


Grafico 22 - Andamento del numero di addetti e di imprese nel settore "Commercio all'ingrosso e al dettaglio" periodo 2009-2015 [fonte: Camera di Commercio di Arezzo]

Si precisa che, essendo cambiata nel 2008 la classificazione ATECO, si è riscontrata una difformità nei dati forniti dalla Camera di Commercio di Arezzo per il numero di addetti tra il periodo 2001-2008 e quello 2009-2015.

Tale problema, così come indicato dalla Camera di Commercio, nasce dall'origine del dato: l'informazione viene tratta dalle dichiarazioni rilasciate dalle imprese al Registro delle Imprese, dichiarazioni che però non sono obbligatorie. Negli anni più recenti, per ovviare a tale problema, è stata avviata una complessa procedura di allineamento fra il Registro delle Imprese e la banca dati INPS che ha migliorato nettamente l'affidabilità del dato.

Alla luce di queste considerazioni, dunque, si è deciso di riportare nel presente paragrafo solo i dati relativi al periodo 2009-2015.



Energia e riscaldamento del settore edilizio

Dal momento che il riscaldamento domestico influisce significativamente sul quadro emissivo, si è ritenuto interessante analizzare i dati del settore edilizio con un focus particolare sugli impianti e i combustibili utilizzati. La fonte utilizzata per l'acquisizione dei dati è il censimento ISTAT 2011.

Nella tabella seguente si possono osservare i dati riguardo il numero di abitazioni occupate da persone residenti in funzione del tipo di servizio presente (acqua potabile, impianto di riscaldamento, acqua calda).

Disponibilità e tipo di servizi		
acqua potabile		39.873
<u>acqua potabile</u>	da acquedotto	36.488
	da pozzo	3.419
	da altra fonte	115
impianto di riscaldamento		40.246
<u>impianto di riscaldamento</u>	impianto centralizzato ad uso di più abitazioni	8.191
	impianto autonomo ad uso esclusivo dell'abitazione	32.228
	apparecchi singoli fissi che riscaldano l'intera abitazione, o la maggior parte di essa	2.656
	apparecchi singoli fissi che riscaldano alcune parti dell'abitazione	5.037
acqua calda		40.391
<u>acqua calda</u>	con produzione esclusiva da parte dell'impianto di riscaldamento	33.191

Tabella 5 - Abitazioni per disponibilità di servizi occupate da persone residenti del Comune di Arezzo (fonte ISTAT 2011)

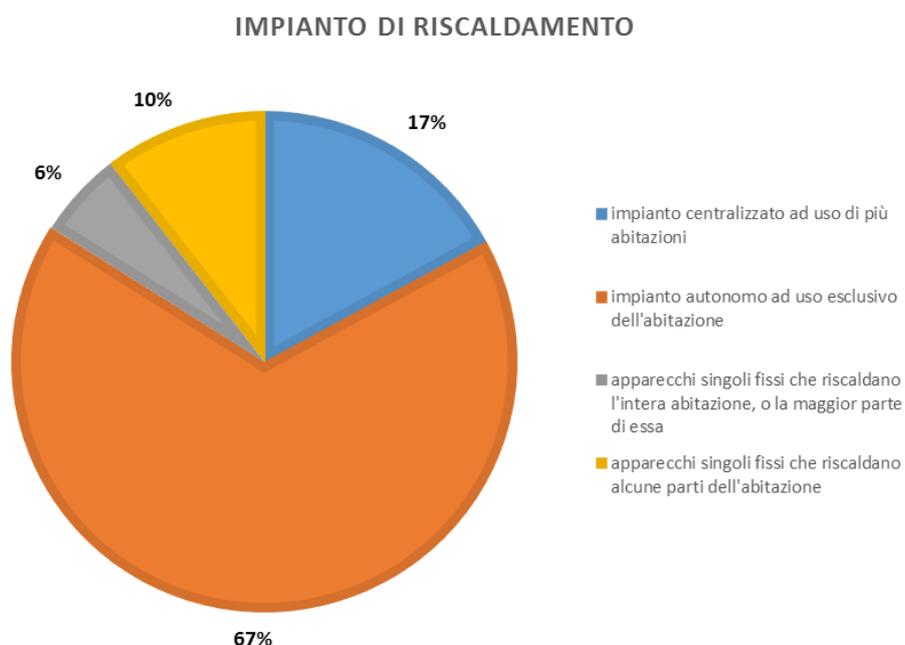


Grafico 23 - Numero di abitazioni per impianto di riscaldamento del Comune di Arezzo (fonte: ISTAT 2011)



Osservando la torta precedente, che rappresenta in dettaglio i valori relativi alle abitazioni con impianto di riscaldamento del Comune di Arezzo, si può dedurre che la maggior parte delle abitazioni (67%) è dotata di un impianto autonomo, mentre solo il 17% prevede un riscaldamento centralizzato. Un decimo delle abitazioni sono riscaldate parzialmente con apparecchi singoli fissi e, infine, una minima parte (6%) è dotata di apparecchi singoli fissi che riscaldano l'intera abitazione o la maggior parte di essa.

Per la distribuzione delle abitazioni in funzione del combustibile utilizzato, sono disponibili dal censimento ISTAT i soli dati provinciali. Il grafico seguente mostra che due terzi (67%) delle abitazioni della provincia di Arezzo sono metanizzate, il 20% utilizza come combustibile biomassa (legna, etc.), mentre in percentuali minori troviamo abitazioni con impianti alimentati da gpl (6%) o gasolio (5%).

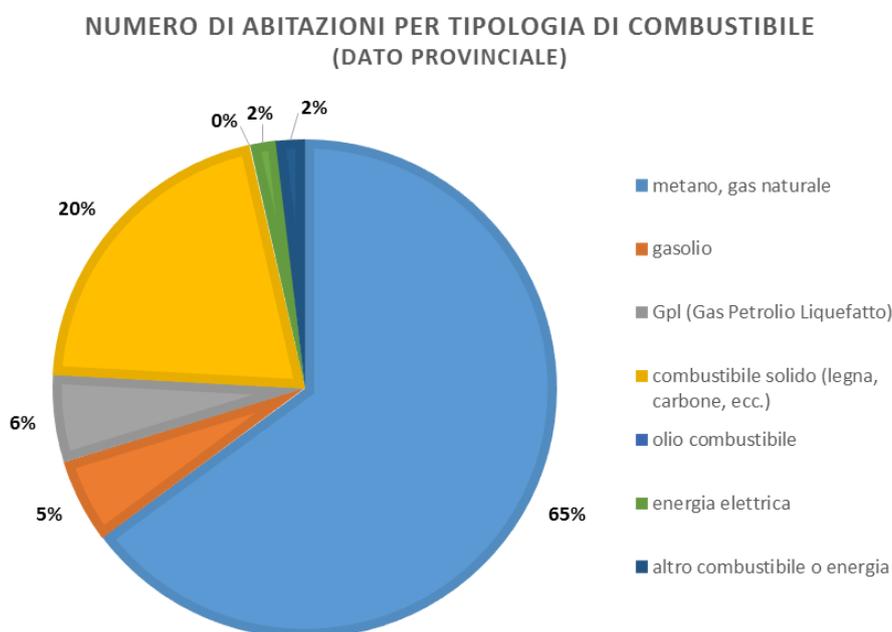


Grafico 24 - Numero di abitazioni con impianto di riscaldamento per combustibile utilizzato Provincia di Arezzo (fonte: ISTAT 2011)

Da un punto di vista emissivo, gli impianti alimentati da gas naturale presentano le prestazioni migliori; al contrario la combustione di solidi vegetali in caldaie, caminetti o stufe, presenta i massimi valori in termini di produzione di PM10.



Trasporti e parco veicolare

I trasporti e la mobilità dei cittadini hanno una incidenza particolarmente rilevante sul rilascio di inquinanti in atmosfera.

Dal "Rapporto europeo sulla qualità dell'aria (2015)", si evince come il settore dei trasporti dia il principale contributo alle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) pari a circa il 46% delle emissioni totali. I trasporti contribuiscono anche per il 13% e il 15% delle emissioni primarie totali degli stati membri dell'Unione Europea rispettivamente di PM10 e PM2,5.

L'analisi sulla mobilità del Comune di Arezzo, è stata condotta attraverso lo studio degli indicatori ISTAT. Nella tabella seguente, si possono osservare i dati relativi alla modalità di spostamento degli abitanti aretini di età compresa tra 0 e 64 anni.

Si evince che circa il 67% degli abitanti compresi in questa fascia si sposta quotidianamente per motivi di lavoro o di studio, e il 9,2% lascia il territorio comunale.

La maggior parte delle persone, per effettuare i propri movimenti quotidiani, utilizza prevalentemente l'auto o un mezzo privato (70,7%), solo l'11% usufruisce del servizio pubblico, mentre il 17,3% si muove a piedi o in bicicletta.

Indicatore [%]	1991	2001	2011
Mobilità giornaliera per studio o lavoro	66,4	65,4	67,0
Mobilità fuori comune per studio o lavoro	8,1	8,1	9,2
Mobilità occupazionale	15,8	16,7	18,7
Mobilità studentesca	9,7	8,8	10,0
Mobilità privata (uso mezzo privato)	61,3	70,1	70,7
Mobilità pubblica (uso mezzo collettivo)	15,1	10,7	11,0
Mobilità lenta (a piedi o in bicicletta)	19,0	15,5	17,3
Mobilità breve	90,5	89,6	89,8
Mobilità lunga	3,3	2,7	4,3

Tabella 6 - Indicatori di mobilità per il Comune di Arezzo (8mila Census ISTAT)

dove:

- mobilità fuori comune per studio o lavoro: incidenza % dei residenti che si sposta giornalmente per studio o lavoro fuori dal comune sul totale dei residenti in età da 0 a 64 anni;
- mobilità privata (auto): incidenza % di spostamenti per lavoro o studio con mezzo privato (auto o motoveicolo) sul totale degli spostamenti giornalieri;
- mobilità pubblica (uso del mezzo pubblico): incidenza % di spostamenti per lavoro o studio con mezzo pubblico (treno, autobus, metropolitana) sul totale degli spostamenti giornalieri;
- mobilità lenta (a piedi o bicicletta): incidenza % di spostamenti per lavoro o studio a piedi o in bicicletta sul totale degli spostamenti giornalieri.



Attraverso l'elaborazione grafica di alcuni indicatori significativi sulla mobilità del Comune di Arezzo, si può notare come l'utilizzo di mezzi privati per gli spostamenti giornalieri nell'ultimo ventennio è aumentato di quasi il 10%, mentre l'utilizzo di mezzi pubblici è calato di quasi 4 punti percentuali. Su valori più o meno stabili la mobilità lenta.

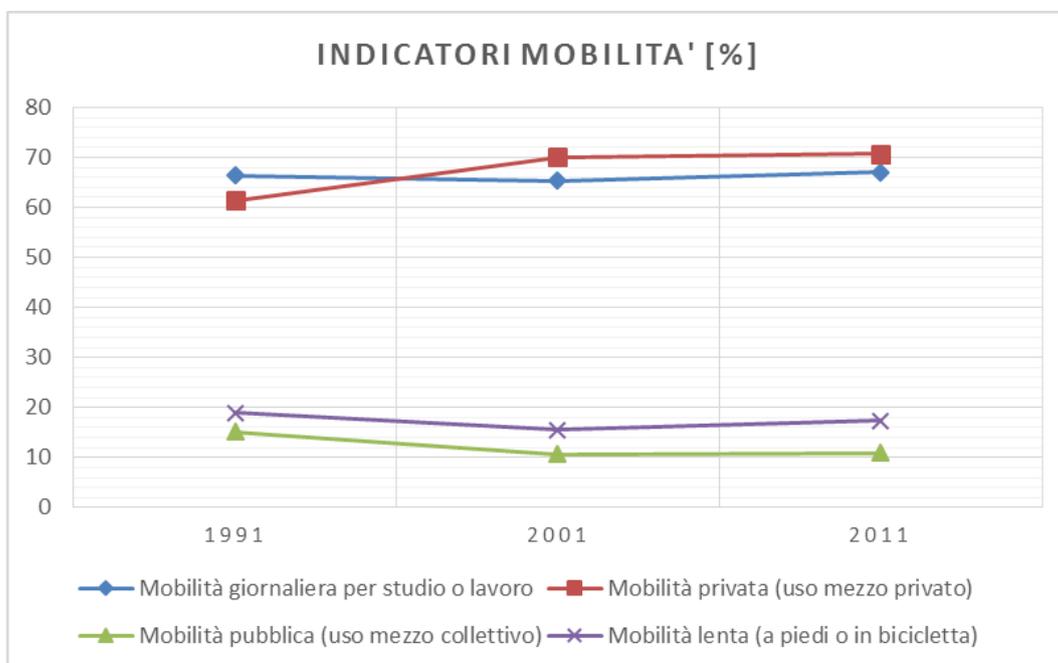


Grafico 25 - Rappresentazione grafica indicatori di mobilità del Comune di Arezzo (8mila Censur ISTAT)

In riferimento alla domanda di trasporto pubblico, dato dal numero di passeggeri trasportati sul totale dei mezzi pubblici (autobus, tram, filobus, metropolitana e funicolare, nonché da altre modalità di trasporto pubblico urbano quali vaporetti, scale mobili, ascensori, ecc.), i dati Istat mostrano un andamento in flessione continua dal 2004 al 2012, con un calo pari a circa il 37%.

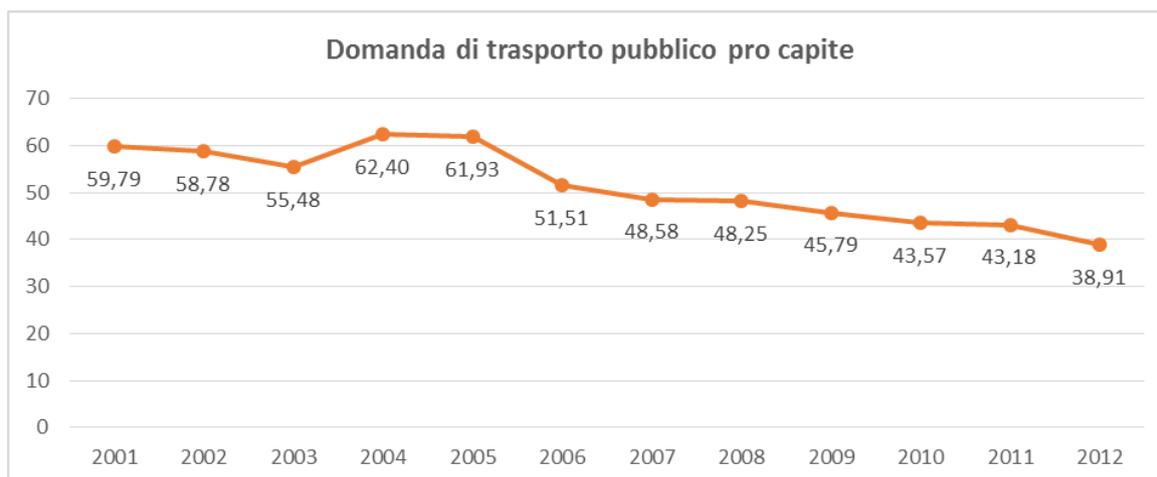


Grafico 26 - Andamento domanda di trasporto pubblico pro-capite del Comune di Arezzo (ISTAT)



Passando all'analisi del parco veicolare privato di Arezzo, vengono mostrati nei grafici e nella tabelle che seguono i dati raccolti. Al 2014 il parco veicolare ammontava a 90.541 veicoli, circa l'1% in meno rispetto al 2008.

Anno	Unità
2008	90.951
2009	90.193
2010	91.156
2011	91.550
2012	91.230
2013	90.642
2014	90.541

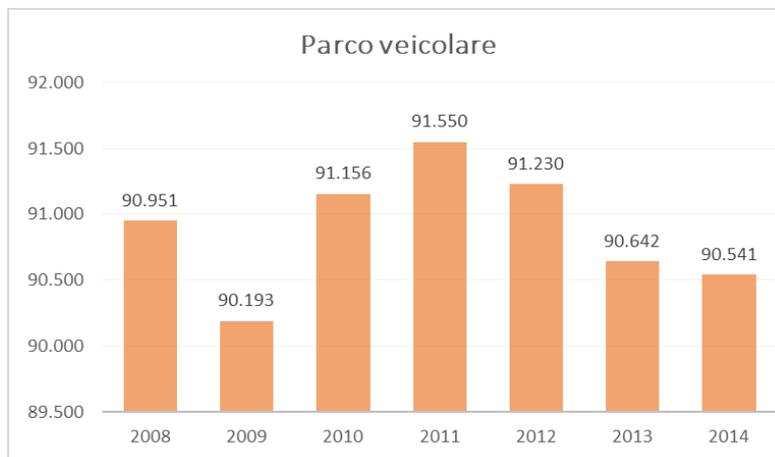


Grafico 27 - Andamento del parco veicolare 2008-2014 (fonte: ACI)

Nello specifico il numero di autovetture è aumentato dal 2008 al 2011 per poi diminuire progressivamente fino al 2014. Il valore di autovetture pro capite non ha registrato variazioni di rilievo durante il periodo in esame.

La distribuzione delle autovetture per categoria emissiva dal 2008 al 2014 rappresentata nel Grafico 75, mostra una naturale diminuzione delle autovetture a più alto impatto ambientale a favore di un significativo incremento delle autovetture di tipo Euro 4 e Euro 5.

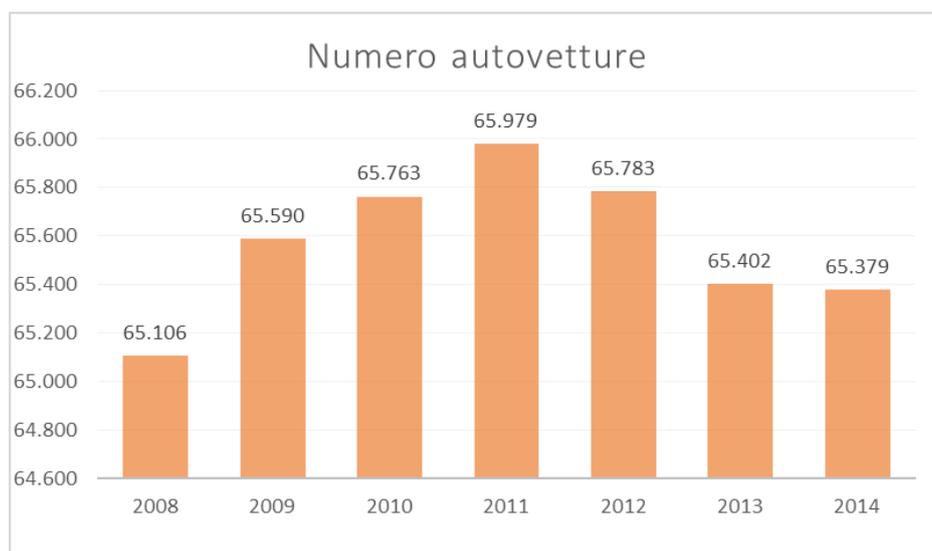


Grafico 28 - Andamento numero autovetture 2008-2014 (fonte: ACI)

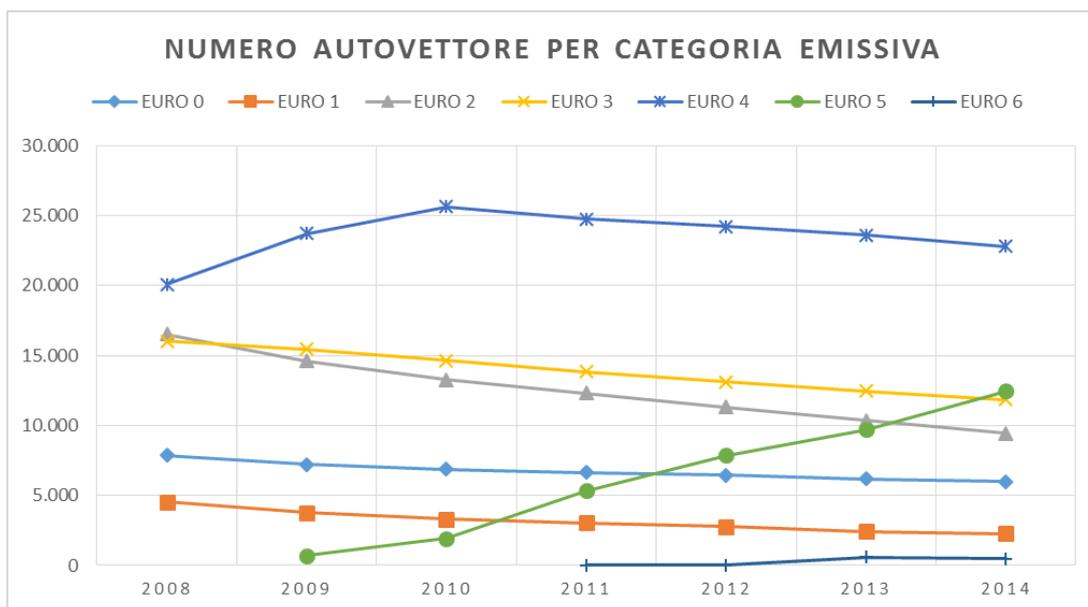


Grafico 29 - Distribuzione delle autovetture per categoria emissiva (fonte: ACI)

Infine, analizzando il parco veicolare complessivo del Comune di Arezzo relativo all'anno 2014 (dati ACI più aggiornati), si evince che il 72% è costituito da autovetture e circa il 16% da motocicli. La terza categoria di veicolo in unità è l'autocarro per trasporto merci che occupa l'8% della torta, mentre tutte le altre categorie sono presenti in bassissima percentuale.

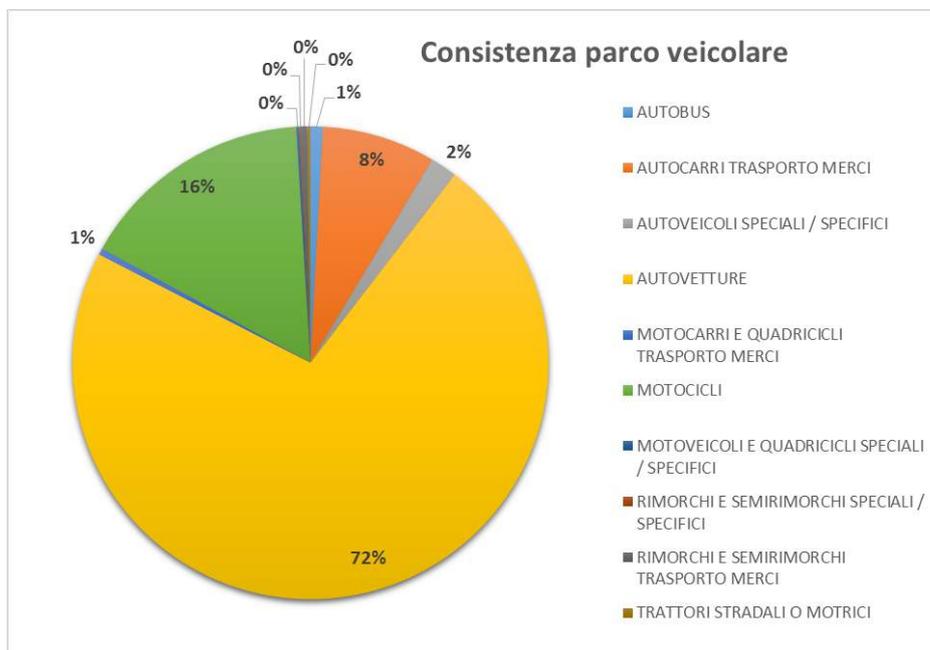


Grafico 30 - Consistenza parco veicolare del Comune di Arezzo anno 2014 (fonte: ACI)



Stato di qualità dell'aria

Ai fini della redazione del PAC, la Regione Toscana, attraverso il Settore Servizi Pubblici Locali, Energia e Inquinamenti, mette a disposizione dei comuni un quadro conoscitivo che riporta lo stato della qualità dell'aria ambiente nel periodo 2010-2015. Tale quadro conoscitivo viene valutato sulla base delle misurazioni ottenute dalla rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, in riferimento agli indicatori di qualità fissati dalla normativa per le varie sostanze inquinanti, e sulla base del quadro emissivo che determina i livelli di inquinamento misurati.

Le informazioni relative allo stato di qualità dell'aria sono state dedotte dall'analisi dei dati, pubblicati da ARPAT, delle centraline della rete di monitoraggio regionale all'anno 2015, mentre le informazioni riguardo le emissioni in atmosfera sono ottenute mediante i dati desunti dall'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente (IRSE) aggiornato al 2010.

Dati di qualità dell'aria rilevati dalle centraline

Le due centraline dell'ARPAT presenti sul territorio comunale di Arezzo, sono collocate nei punti definiti nella tabella e nella mappa seguenti.

RETE DI RILEVAMENTO				
Stazione	Tipo	Coordinate (Gauss Boaga Fuso Est)	Comune	Provincia
AR-REPUBBLICA	URBANA - TRAFFICO	N:4816110 - E:1732681	AREZZO	AREZZO
AR-ACROPOLI	URBANA - FONDO	N:4815974 - E:1733671	AREZZO	AREZZO

35

Tabella 7 - Dati geografici delle centraline ARPAT



Figura 10 - Localizzazione centraline ARPAT nel Comune di Arezzo



Figura 11 - Immagini centraline ARPAT nel Comune di Arezzo (sx: AR-REPUBBLICA, dx: AR-ACROPOLI).

I dati registrati dalle centraline dell'ARPAT permettono di misurare il livello di concentrazione degli inquinanti in atmosfera. In particolare, le due centraline AR-REPUBBLICA e AR-ACROPOLI, consentono di valutare la concentrazione di ossidi di azoto (NO_x, NO, NO₂), ozono (O₃) e materiale particolato fine (PM₁₀, PM_{2,5}).

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati delle rilevazioni degli ultimi cinque anni, scaricabili dal portale dell'ARPA Toscana. Al fine di verificarne il rispetto normativo, i dati devono essere confrontati con i valori previsti dal Decreto Legislativo 155 del 13 agosto 2010, attuativo della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

I valori limite stabiliti nell'Allegato XI al Dlgs 155/2010, sono i seguenti:

Inquinante	Valore limite
NO2 Anno civile	40 µg/m ³
PM10 1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile
PM10 Anno civile	40 µg/m ³
PM2,5 Anno civile	25 µg/m ³

Tabella 8 - Valori limite Allegato XI, DLgs 155/2010

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori delle concentrazioni medie annuali di PM₁₀, PM_{2,5} e NO₂, per il periodo 2010-2015. Osservando i dati, si può notare che i valori limite per il biossido di azoto sono stati superati per tre volte consecutivamente, dal 2010 al 2012.

STAZIONE	PM10 concentrazioni medie annuali V.L. = 40 µg/m ³					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015



AR-REPUBBLICA	27	28	28	27	27	30
AR-ACROPOLI					21	23

Tabella 9 - Valori medi annuali di concentrazione di PM10 (fonte: ARPAT)

STAZIONE	PM2,5 concentrazioni medie annuali V.L. = 25 µg/m ³					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AR-REPUBBLICA						
AR-ACROPOLI					14	16

Tabella 10 - Valori medi annuali di concentrazione di PM2,5 (fonte: ARPAT)

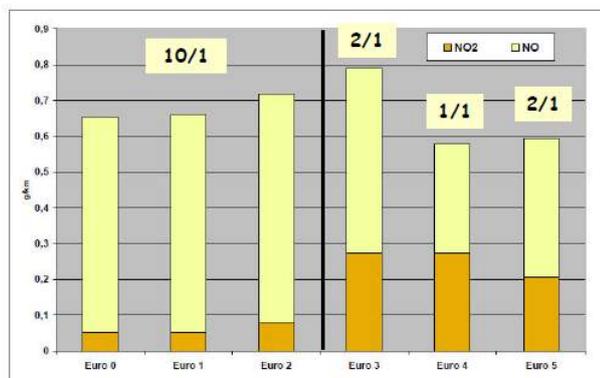
STAZIONE	NO ₂ concentrazioni medie annuali V.L. = 40 µg/m ³					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AR-REPUBBLICA	45	48	44	39	39	40
AR-ACROPOLI	22	25	24	20	17	18

Tabella 11 - Valori medi annuali di concentrazione di NO₂ (fonte: ARPAT)

Il biossido di azoto si forma in generale in atmosfera a partire dal monossido di azoto NO. Deve essere ricordato che la formazione di monossido di azoto e, più in generale, degli ossidi di azoto NO_x è tipica di qualsiasi processo di combustione indipendentemente dalla tipologia di materiale combusto (metano, gasolio, legna, ecc.).

Deve però essere messo in evidenza che la contemporanea generale assenza negli ultimi anni del superamento del valore limite annuale nelle stazioni di fondo, che per la loro ubicazione misurano il contributo di più sorgenti emissive, indica chiaramente che lungo le arterie stradali ad alto traffico i valori più elevati della media annua misurati dalle stazioni traffico siano da attribuire al contributo delle emissioni del parco veicolare.

Recenti studi hanno infatti evidenziato l'incidenza delle nuove tecnologie di abbattimento delle polveri sottili per i veicoli diesel che, a fronte di questa performance ambientale sul PM10, e a parità di emissioni complessive di ossidi di azoto (NO + NO₂), presentano minori emissioni di NO, ma maggiori livelli di emissione di NO₂. La stima della quota di biossido di azoto direttamente emessa dalle nuove motorizzazioni è significativamente aumentata per le motorizzazioni da Euro 3 a Euro 5 inclusa, persino se confrontata con le vetture Euro 0. Nel grafico al lato, sono riportate le emissioni di NO e NO₂ per le varie tipologie di vetture



HBEFA - Environmental Protection Agencies of Germany, Switzerland and Austria



diesel ed i rapporti NO/NO₂. A partire dalle omologazioni Euro 6 la U.E. si è impegnata ad adottare valori di emissione più stringenti per le emissioni degli NO_x.

Di seguito, invece, è sintetizzato in tabella l'andamento negli ultimi anni del numero di superamenti del PM₁₀. Per questo inquinante il valore limite medio giornaliero pari a 50 µg/m³ può essere superato non più di 35 volte. Nel 2011 e nel 2015 è stato sfiorato il numero massimo di superamenti.

STAZIONE	PM10 superamenti della media giornaliera V.L. = 50 µg/m ³					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AR-REPUBBLICA	20	34	29	26	31	34
AR-ACROPOLI					9	18

Tabella 12 -Numero di superamenti del valore limite medio giornaliero (fonte: ARPAT)

Analizzando nel dettaglio i dati del 2015 per la centralina AR-REPUBBLICA, è possibile notare che la maggior parte dei superamenti sono avvenuti nel mese di dicembre 2015, quando si sono verificate carenza di precipitazioni e scarsità di vento, come è possibile verificare dai dati contenuti nel paragrafo "Inquadramento meteorologico".

I giorni di superamento del valore normativo sono riportati nella tabella seguente:

STAZIONE	PARAMETRO	DATA)	MEDIA GIORNALIERA IN µg/m ³ A TEMP. AMBIENTE
AR-REPUBBLICA	PM10	03/01/2015	63
AR-REPUBBLICA	PM10	06/01/2015	59
AR-REPUBBLICA	PM10	07/01/2015	77
AR-REPUBBLICA	PM10	08/01/2015	61
AR-REPUBBLICA	PM10	13/01/2015	57
AR-REPUBBLICA	PM10	10/02/2015	62
AR-REPUBBLICA	PM10	13/02/2015	56
AR-REPUBBLICA	PM10	14/02/2015	51
AR-REPUBBLICA	PM10	11/03/2015	54
AR-REPUBBLICA	PM10	13/11/2015	60
AR-REPUBBLICA	PM10	16/11/2015	51
AR-REPUBBLICA	PM10	17/11/2015	53
AR-REPUBBLICA	PM10	19/11/2015	61
AR-REPUBBLICA	PM10	29/11/2015	65
AR-REPUBBLICA	PM10	02/12/2015	58
AR-REPUBBLICA	PM10	06/12/2015	59
AR-REPUBBLICA	PM10	07/12/2015	71
AR-REPUBBLICA	PM10	08/12/2015	79
AR-REPUBBLICA	PM10	09/12/2015	59



AR-REPUBBLICA	PM10	13/12/2015	55
AR-REPUBBLICA	PM10	14/12/2015	55
AR-REPUBBLICA	PM10	15/12/2015	84
AR-REPUBBLICA	PM10	16/12/2015	70
AR-REPUBBLICA	PM10	17/12/2015	54
AR-REPUBBLICA	PM10	18/12/2015	79
AR-REPUBBLICA	PM10	19/12/2015	76
AR-REPUBBLICA	PM10	22/12/2015	74
AR-REPUBBLICA	PM10	23/12/2015	64
AR-REPUBBLICA	PM10	24/12/2015	67
AR-REPUBBLICA	PM10	25/12/2015	62
AR-REPUBBLICA	PM10	26/12/2015	55
AR-REPUBBLICA	PM10	27/12/2015	65
AR-REPUBBLICA	PM10	28/12/2015	55
AR-REPUBBLICA	PM10	29/12/2015	73

Tabella 13 - Giorni di superamento del valore limite giornaliero per il PM10 (fonte: ARPAT)



Emissioni inquinanti

L'IRSE è stato adottato per la prima volta in Toscana con la DGR n.1193/00. L'inventario fornisce le informazioni sulle sorgenti emmissive, le quantità di sostanze inquinanti emesse e la loro distribuzione territoriale.

I dati riportati di seguito sono aggiornati al 2010, conformemente a quanto disposto dall'art.22 del D.Lgs. 155/2010, che disciplina la frequenza di aggiornamento dell'inventario.

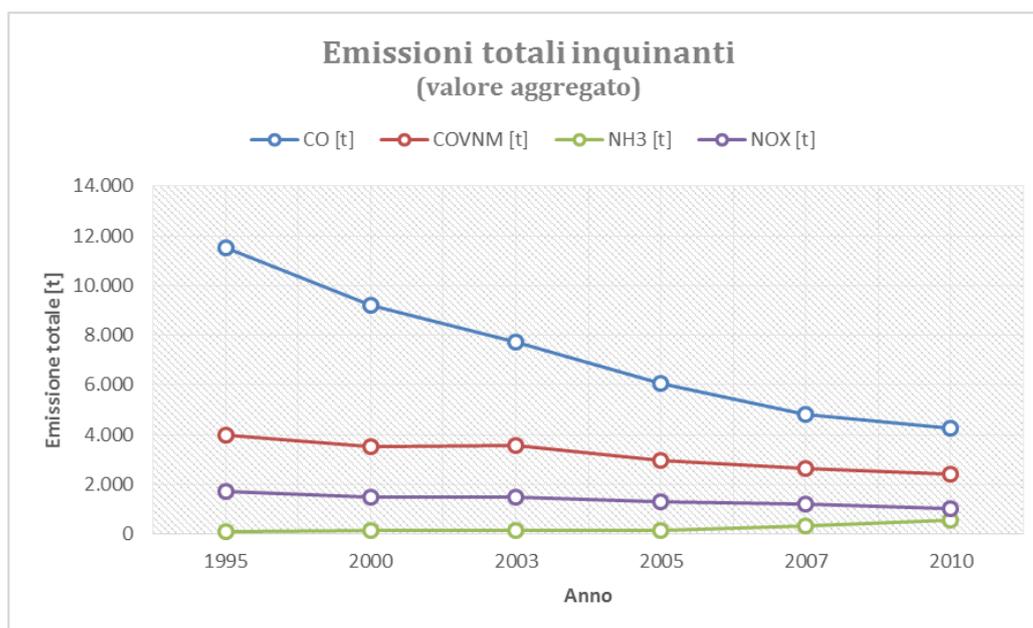


Grafico 31 - Emissioni totali inquinanti principali nel Comune di Arezzo (1995-2010) [fonte: IRSE]

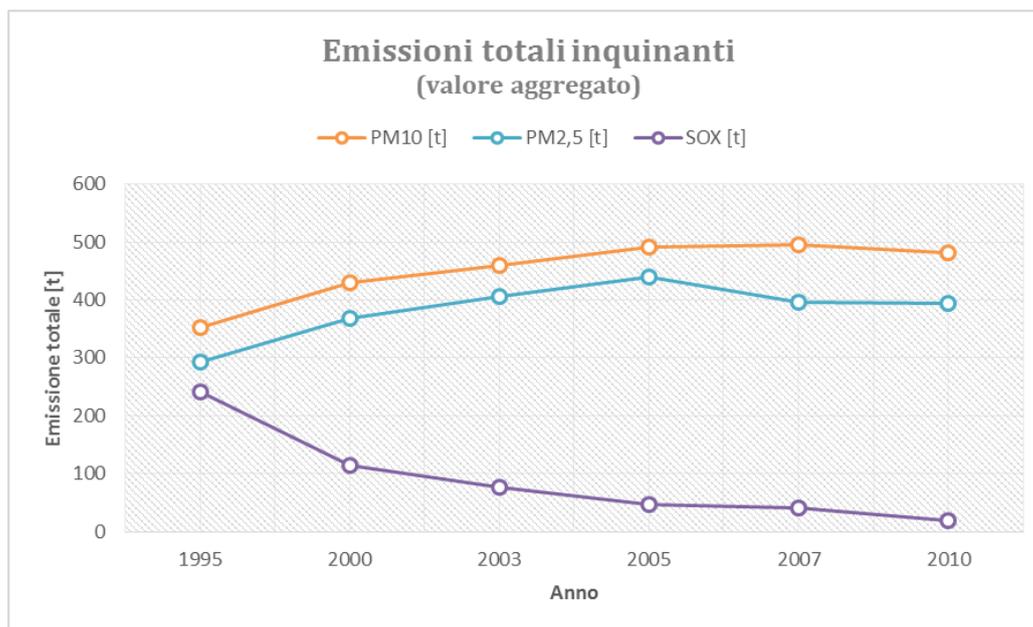


Grafico 32 - Emissioni totali inquinanti principali nel Comune di Arezzo (1995-2010) [fonte: IRSE]



Di seguito sono riportati gli andamenti relativi alle sostanze inquinanti principali: monossido di carbonio (CO), composti organici volatili non metanici (COVM), ossidi di azoto (NOX), ossidi di zolfo (SOX), materiale particolato fine primario PM10 e PM2,5 e ammoniaca (NH3).

Per facilità di lettura è utile raggruppare i macrosettori in quattro gruppi come di seguito descritti:

- 1) **Industria** che comprende i macrosettori "*Combustione nell'industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche*", "*Impianti di combustione industriale e processi con combustione*", "*Processi Produttivi*" e che, quindi, raggruppa tutte le emissioni derivanti da attività industriali;
- 2) **Riscaldamento** che comprende i macrosettori "*Impianti di combustione non industriali*";
- 3) **Mobilità** che comprende i macrosettori "*Trasporti stradali*", "*Altre Sorgenti Mobili*";
- 4) **Altro** che comprende i macrosettori "*Estrazione, distribuzione combustibili fossili ed energia geotermica*", "*Uso di solventi*", "*Trattamento e Smaltimento Rifiuti*", "*Agricoltura*", "*Natura*".

Relativamente al monossido di carbonio (CO), il grafico mostra un trend decrescente. Le stime indicano nel 1995 un valore complessivo di 11.522 tonnellate e di 4.255 tonnellate nel 2010, pari al 63%, rispetto ai valori del 1995.

Anche le emissioni di composti organici volatili non metanici (COVM) hanno visto una significativa diminuzione dal 1995 al 2010, passando rispettivamente da 3.972 a 2.394 tonnellate, pari ad un decremento del 40%. Analizzando i dati in dettaglio, si nota tuttavia che la quasi totalità del decremento è da ascrivere al settore della mobilità.

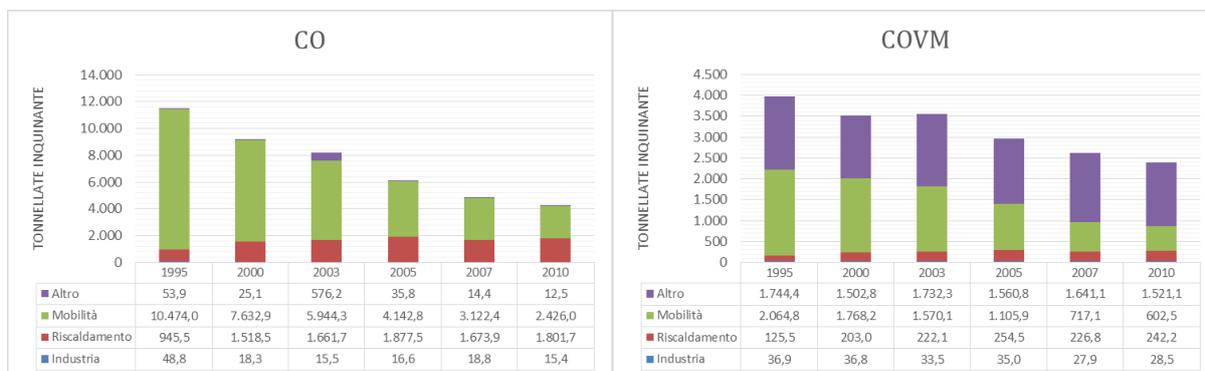


Grafico 33 – Emissione CO, COVM per macrosettore (1995-2010) [fonte: IRSE]

Per quanto riguarda le emissioni di ammoniaca (NH₃), il grafico mostra un andamento con un incremento dal 1995 al 2010 pari al 399% da scriversi totalmente al settore dell'agricoltura.

Anche le emissioni di ossidi di azoto (NO_x) presentano una grafico decrescente con valori dal 1995 al 2010 rispettivamente di 1.713 e 1.029 tonnellate, pari ad una riduzione complessiva del 40%. Tale riduzione è da ascrivere totalmente ai settori della mobilità e dell'industria, che hanno visto entrambi ridurre le loro emissioni dal 1995 al 2010 rispettivamente di 651 e 51 tonnellate.

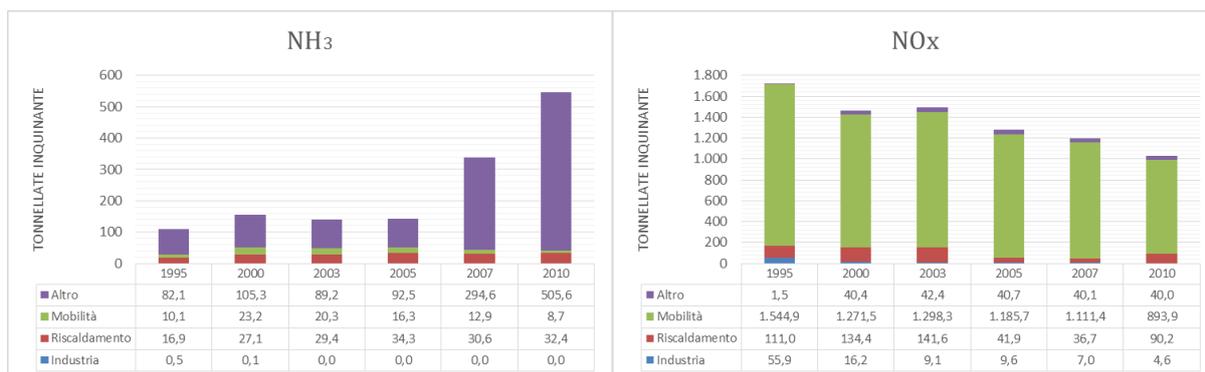


Grafico 34 - Emissione NH₃ e NO_x per macrosettore (1995-2010) [fonte: IRSE]

Per quanto riguarda il materiale particolato fine primario PM₁₀ e PM_{2,5}, i grafici mostrano un aumento rispettivamente del 37% e 34%.

Il settore che maggiormente contribuisce alle emissioni di particolato PM₁₀ e PM_{2,5} è il riscaldamento, che ha visto aumentate le proprie emissioni dal 1995 al 2010,

rispettivamente di 156 t e 155 t.

Viceversa i settori legati alla mobilità ed all'industria hanno avuto un calo delle emissioni al 2010 rispetto al 1995.

Le emissioni di ossidi di zolfo (SO_x) sono quelle che tra il 1995 ed il 2010 hanno avuto il maggior decremento pari ad una riduzione complessiva del 91%.

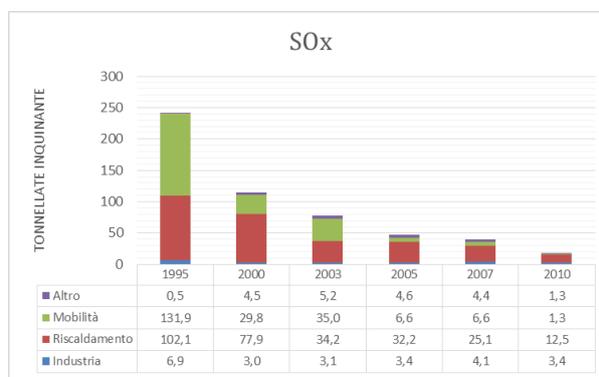


Grafico 35 - Emissione SO_x per macrosettore (1995-2010) [fonte: IRSE]

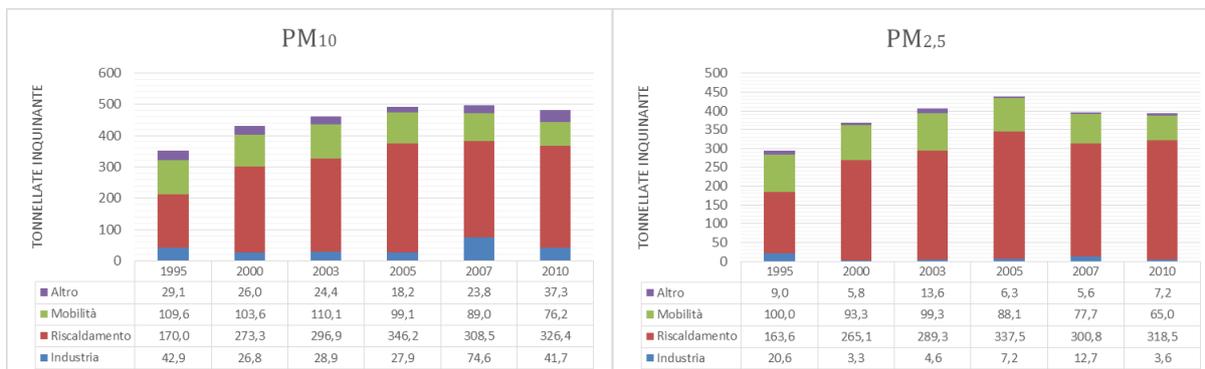


Grafico 36 - Emissione PM₁₀ e PM_{2,5} per macrosettore (1995-2010) [fonte: IRSE]



Emissioni di NO_x, PM10 e PM2,5 dovute al riscaldamento domestico e al traffico locale

Poiché la quota maggiore delle emissioni è attribuibile al riscaldamento domestico e al traffico locale, è opportuno per questi due settori analizzare con maggior dettaglio le tipologie di attività incluse nell'analisi, con i contributi che ciascuna di esse determina in termini di emissioni di ossidi di azoto, materiale particolato fine primario PM10 e PM2,5 per l'anno 2010.

Le emissioni dovute al riscaldamento domestico sono riassunte nella tabella seguente:

Attività	NO _x [t]	PM10 [t]	PM _{2,5} [t]
Terziario Caldaie < 20 MW _{th}	43,41	0,82	0,68
Domestico Caldaie < 20 MW _{th}	28,12	46,71	45,75
Domestico Caminetti	11,48	192,83	188,23
Domestico Stufe tradizionali	5,45	82,87	80,69
Domestico Stufe a pellets	0,46	0,17	0,17
Totale	88,92	323,39	315,51

Tabella 14 - Emissioni inquinanti NO_x, PM10, PM2,5 dovute al riscaldamento domestico (2010) [fonte: IRSE]

L'utilizzo di caldaie tradizionali in ambito terziario ha causato nel 2010 la produzione di circa 43 t di ossidi di azoto, corrispondente al 97% delle emissioni totali. Viceversa, le emissioni dovute alle caldaie domestiche hanno prodotto per l'80% circa materiale particolato fine PM10 e PM2,5 pari a 92 t/anno; la restante quota parte di emissioni (23%) è composta da ossidi di azoto.

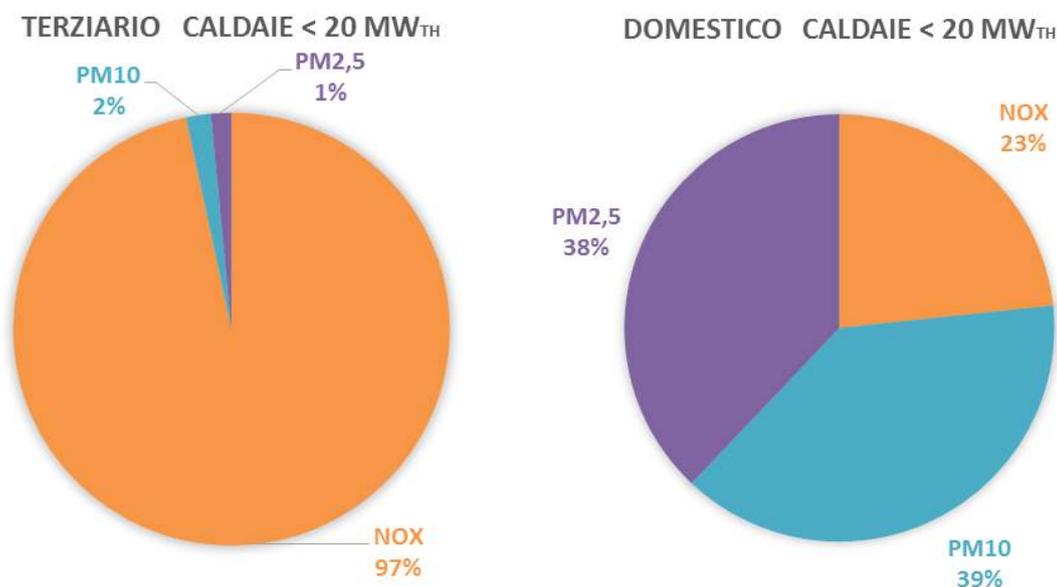


Grafico 37 - Ripartizione delle emissioni dovute alle caldaie utilizzate nel settore terziario e domestico (2010) [fonte: IRSE]



Analizzando il riscaldamento domestico effettuato con stufe tradizionali, pellets o caminetti, si possono osservare risultati diversi in termini di emissioni.

Per le stufe tradizionali e i caminetti, la maggior parte degli inquinanti emessi in atmosfera è costituito da materiale particolato fine e solo una percentuale minima (3%) è formato da ossidi di azoto.

Per le stufe a pellets, invece, gli NOx rappresentano la maggior parte degli inquinanti emessi con circa il 58%, mentre PM10 e PM2,5 costituiscono insieme circa il 42% delle emissioni totali.

DOMESTICO STUFE TRADIZIONALI

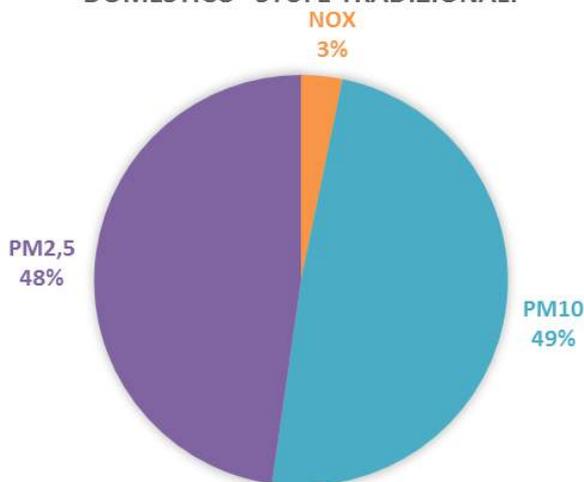
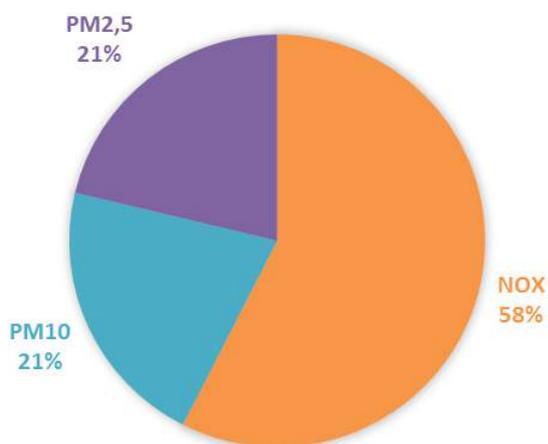


Grafico 38 - Ripartizione delle emissioni dovute alle stufe tradizionali utilizzate nel riscaldamento domestico (2010) [fonte: IRSE]

DOMESTICO STUFE A PELLETS



DOMESTICO CAMINETTI

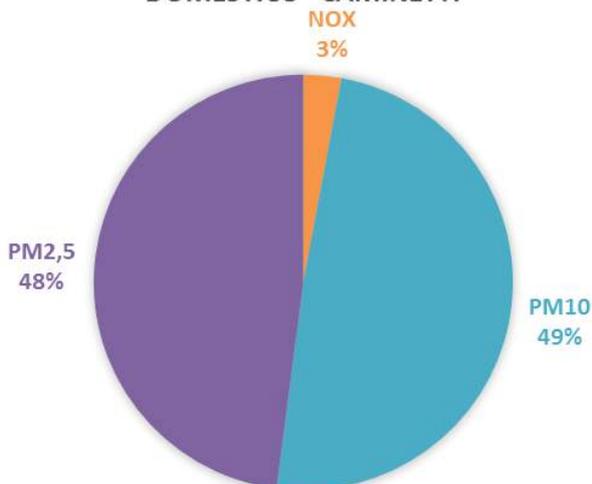


Grafico 39 - Ripartizione delle emissioni dovute alle stufe a pellets e ai caminetti utilizzate nel riscaldamento domestico (2010) [fonte: IRSE]

In termini assoluti, per queste ultime tre tipologie di riscaldamenti, come si può osservare dalla tabella sopra riportata, le emissioni maggiori sono attribuibili al riscaldamento effettuato con caminetto.



Le emissioni dovute al traffico locale sono riassunte nella tabella seguente:

Attività:	Automobili Strade Extraurbane		
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
205 Diesel (Gasolio motori)	20,57	1,21	1,21
208 Benzina	10,44	0,12	0,12
303 G. P. L.	1,6	0	0
Totale	32,61	1,33	1,33

Attività:	Automobili Strade Urbane		
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
205 Diesel (Gasolio motori)	126,49	8,28	8,28
208 Benzina	29,92	0,52	0,52
303 G. P. L.	4,24	0	0
Totale	160,65	8,81	8,81

Attività:	Veicoli leggeri < 3.5 t Strade Extraurbane		
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
205 Diesel (Gasolio motori)	4,48	1,11	1,11
208 Benzina	0,87	0,01	0,01
Totale	5,36	1,12	1,12

Attività:	Veicoli leggeri < 3.5 t Strade Urbane		
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
205 Diesel (Gasolio motori)	154,27	9,78	9,78
208 Benzina	2,1	0,03	0,03
Totale	156,37	9,81	9,81

Attività:	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus Strade Extraurbane		
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
205 Diesel (Gasolio motori)	51,93	2,02	2,02
208 Benzina	0,01	0,01	0,01
Totale	51,93	2,02	2,02

Attività:	Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus Strade Urbane		
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
205 Diesel (Gasolio motori)	244,96	10,21	10,21
208 Benzina	0,02	0,02	0,02



Totale	244,97	10,23	10,23
Attività: Motocicli cc < 50 cm3			
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
208 Benzina	1,16	7,93	7,93
Totale	1,16	7,93	7,93
Attività: Motocicli cc > 50 cm3 Strade Extraurbane			
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
208 Benzina	3,09	0,13	0,13
Totale	3,09	0,13	0,13
Attività: Motocicli cc > 50 cm3 Strade Urbane			
	NOX [t]	PM10 [t]	PM2,5 [t]
208 Benzina	4,58	0,38	0,38
Totale	4,58	0,38	0,38

Tabella 15 - Emissioni NO_x, PM10, PM2,5 per categorie di veicolo (2010) [fonte: IRSE]

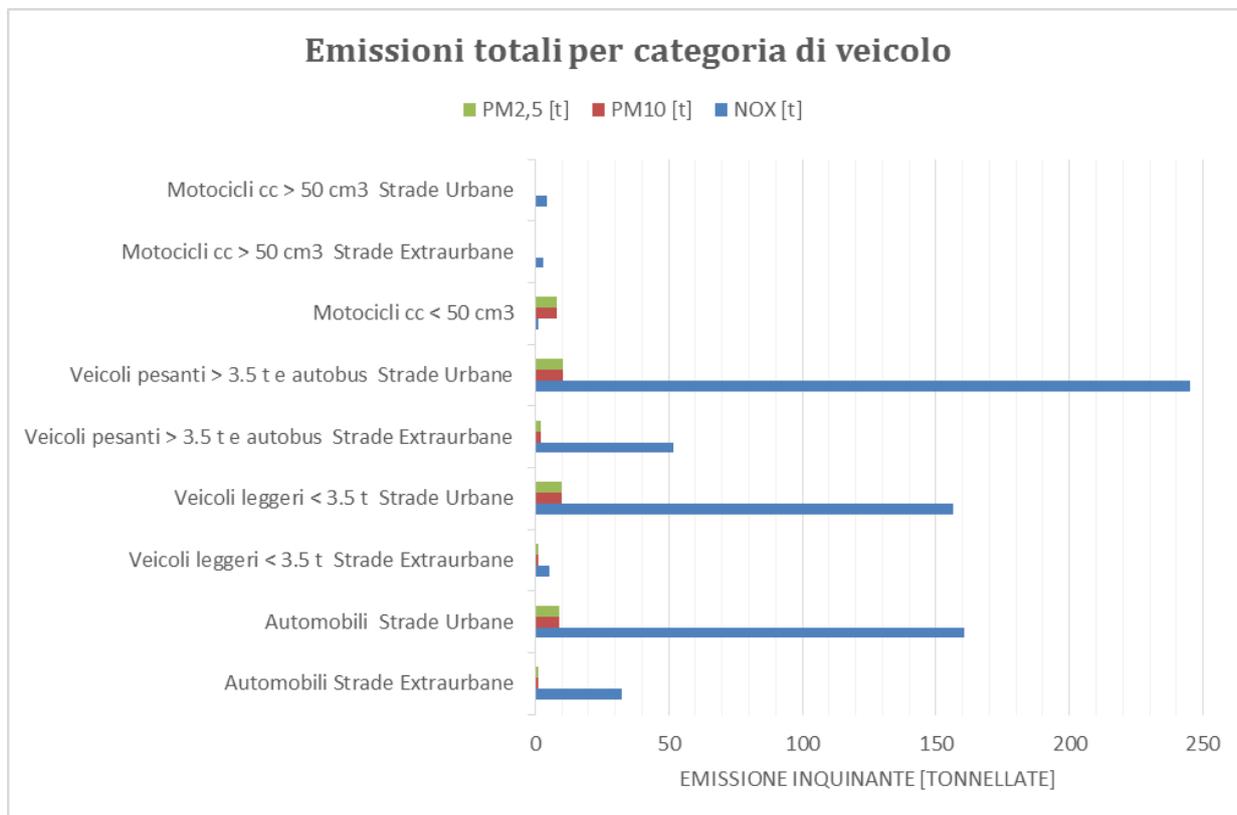


Grafico 40 - Emissioni totali per categoria di veicolo (2010) [fonte: IRSE]



INTERVENTI STRUTTURALI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Le nuove linee guida regionali per la redazione dei PAC di cui alla Delibera di Giunta Regionale n. 814 del 01/08/2016, individuano tre ambiti di azione per definire misure di miglioramento e mantenimento della qualità dell'aria:

- **il settore della mobilità;**
- **il settore del condizionamento degli edifici e del risparmio energetico;**
- **gli interventi per l'educazione ambientale e il miglioramento dell'informazione al pubblico.**

Questi sono i tre ambiti per i quali l'Amministrazione Pubblica ha una maggiore capacità di intervento ed un ruolo diretto nella pianificazione di azioni di miglioramento della qualità dell'aria.

Nel presente paragrafo si descrivono gli interventi che il Comune di Arezzo ha già realizzato dopo il 2010, anno della baseline e le azioni che si propone di attuare in ognuno dei tre ambiti di applicazione, indicando per ciascun intervento anche i costi di realizzazione e la potenziale efficacia della misura prevista.

Per le specifiche della metodologia di calcolo utilizzata si rimanda all'*Appendice B*.

M – Settore mobilità

Gli interventi per il settore mobilità si dividono nelle seguenti categorie:

- M1 – Promozione mobilità elettrica sostenibile
- M2 – Promozione all'uso di carburanti a basso impatto ambientale
- M3 – Promozione della mobilità pedonale e ciclabile
- M4 – Promozione trasporto pubblico
- M5 – Misure di limitazione del traffico

M1 – Promozione mobilità elettrica sostenibile

M1.1 – Flotta veicoli elettrici car-sharing comunale e punti di ricarica veicoli elettrici

Nel campo della mobilità elettrica il comune di Arezzo ha promosso due importanti progetti in attuazione di due bandi emanati dalla regione Toscana:

- progetto **“ELETTROCARS”**, ha previsto la creazione di una flotta di veicoli elettrici, 24 Renault Twizy Z.E. e 6 Renault Kangoo, adibiti al servizio di car-sharing comunale. Si prevede, inoltre, di organizzare con questi mezzi un sistema di **“Van Sharing”**, ovvero un servizio dedicato agli operatori economici della città, che permetta di noleggiare un veicolo e compiere le operazioni di carico e scarico merci all'interno del centro città. Al fine di incentivare l'utilizzo di questo servizio, sarà consentito l'accesso alle zone a



traffico limitato in deroga alle disposizioni vigenti ed, inoltre, per la sola durata del servizio sarà consentita anche la sosta gratuita per il proprio veicolo all'interno dello stesso parcheggio;

- progetto "ELETTRPOINTS", finalizzato alla realizzazione di infrastrutture elettriche ed, in particolare, alla messa in opera di 12 colonnine di ricarica per auto elettriche nell'area urbana delle città.



Figura 12 - Renault Twizy (Fonte PUMS).



Figura 13 - Renault Kangoo (Fonte PUMS).

Entrambi i progetti hanno ottenuto un finanziamento da parte della Regione Toscana ed allo stato attuale sono stati già realizzati ed in parte operativi.

I principali benefici attesi dall'attuazione delle due iniziative sono il miglioramento della qualità ambientale dell'area urbana e, quindi, della vivibilità del centro città e l'incremento di utilizzo di veicoli elettrici in luogo di quelli tradizionali.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
IN CORSO	Numero di abbonamenti al servizio car-sharing	ELETTRCARS 752.391 €		
	Numero di noleggi	ELETTRPOINTS 170.000 €		
	Numero di ricariche elettriche			
Risparmio energetico [MWh/anno]	Emissioni evitate [t/anno]			
		NOx	PM10	PM2,5
1.707,48		1,2624	0,1383	0,119

**M2 – Promozione all'uso di carburanti a basso impatto ambientale*****M2.1 – Rinnovamento parco veicolare pubblico***

Il parco veicolare del Comune di Arezzo è costituito dai veicoli della flotta in dotazione alla polizia municipale, da quelli a disposizione dei vari settori comunali, dai mezzi operativi e gli scuolabus.

Circa un quarto delle autovetture della flotta municipale appartengono alle più basse categorie emissive, come Euro0, Euro1, Euro2, mentre la maggior parte, circa il 76% è di classe emissiva più recente (Euro3, Euro4, Euro5). Per il primo gruppo di veicoli, sarebbe necessaria una sostituzione con nuove autovetture maggiormente performanti da un punto di vista delle emissioni in atmosfera.

Il rinnovamento del parco auto comunale è un intervento previsto dalla pianificazione dell'amministrazione pubblica che, per il 2016, prevede la sostituzione di due autovetture della flotta in dotazione alla polizia municipale con altrettanti veicoli più efficienti.

I benefici attesi da questo intervento sono ovviamente minimi, riguardando la sostituzione di un numero esiguo di autovetture; tuttavia, si prevede di proseguire in tale direzione anche per gli anni futuri.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
IN CORSO	Numero e tipologia di autoveicoli sostituiti	30.000 €		
Risparmio energetico [MWh/anno]	-	Emissioni evitate [t/anno]		
		NO _x	PM10	PM2,5
		4,4808	0,0194	0,0194



M3 – Promozione della mobilità pedonale e ciclabile

M3.1 – Incremento e completamento delle piste ciclabili

Nel PUMS è stata pianificata la **realizzazione di nuove piste ciclabili a breve, medio e lungo termine** che dovrebbe portare ad un incremento della lunghezza totale delle piste pari a circa 19,23 km.

Oltre a realizzare nuove piste e corsie ciclabili e completare quelle esistenti, si cercherà di potenziare i servizi già attivi attraverso, per esempio, **l'installazione di una nuova segnaletica** che permetta di individuare con facilità i percorsi e le distanze dai punti di interesse principali, come terminal bus, stazione, università, parchi pubblici, etc. Ogni itinerario avrà un colore e un numero specifico, che saranno ripresi dai cartelloni di indirizzamento e, in aggiunta, si prevede l'installazione nei punti di snodo principali, di pannelli informativi verticali, che possano fornire indicazioni di massima sulla rete ciclabile, i servizi, le destinazioni raggiungibili.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
REALIZZATO	Lunghezza della rete ciclabile	5.100.000 €		
		Emissioni evitate [t/anno]		
	Risparmio energetico [MWh/anno]	NOx	PM10	PM2,5
	3.504	2,5906	0,2838	0,2442

M3.2 – Realizzazione sistema bike sharing comunale e incremento rastrelliere

Lo sviluppo della mobilità ciclabile è stato incentivato anche grazie all'introduzione di un sistema di bike sharing – “**ARBike**”, costituito da 35 bici tradizionali e 10 a pedalata assistita collocate in 8 stazioni di prelievo e riconsegna. Le stazioni sono dislocate principalmente in prossimità dei parcheggi di cintura e in corrispondenza dei più importanti poli attrattori del centro, permettendo a tutti di potersi muovere in centro in bici, massimizzando gli aspetti di intermodalità. Il servizio di bike-sharing è usufruibile sia dai cittadini aretini sia dai turisti stranieri differenziandosi nella modalità di tariffa applicata.



Figura 14 - Stazione ARbike di Viale Mecenate (Fonte PUMS).

A completamento della realizzazione del sistema di bike sharing, è stato incrementato il numero di **rastrelliere** dislocate nei vari punti della città. La tipologia di rastrelliera facilita l'aggancio mediante catena e lucchetto del telaio al portabiciclette, diminuendo, quindi, il rischio di furto e incentivandone l'utilizzo da parte degli utenti.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
REALIZZATO	Numero di abbonamenti al servizio di bike-sharing	BIKE SHARING 367.596,79 €		
	Numero di prelievi bike-sharing	RASTRELLIERE		
	Numero di rastrelliere installate	30.000 €		
Risparmio energetico [MWh/anno]		Emissioni evitate [t/anno]		
		NOx	PM10	PM2,5
33		0,0244	0,0027	0,0023



M4 – Promozione trasporto pubblico

M4.1 – Linee TPL urbane ad alta frequenza con interconnessione tra i poli di snodo principali della città

Al fine di promuovere l'uso dei mezzi pubblici, nel PUMS sono stati previsti diversi interventi di miglioramento del servizio di trasporto pubblico. Uno dei primi è costituito dalla creazione di linee circolari ad alta frequenza (LAM – Linee ad alta mobilità). Con l'adozione di queste coppie di linee circolari i mezzi pubblici si muovono lungo uno stesso percorso ma in senso opposto, garantendo quindi, da un lato una cadenza più regolare e dall'altro mantenendo un carattere tipo “navetta” tra i parcheggi semicentrali e il centro e l'ospedale.

Un'altra importante azione consiste nel mantenimento dei collegamenti tra le zone periferiche e le aree centrali, attraverso la realizzazione di percorsi “radiali” e non più “diametrali” che giungono fino alla zona della stazione ferroviaria. L'ottimizzazione dei cadenzamenti delle linee di trasporto sulle principali direttrici di penetrazione alla città, inoltre, è tale da garantire un minor tempo di attesa per coloro i quali dalle periferie devono raggiungere il centro città con i mezzi pubblici.

Per le zone periferiche a debole domanda, che non sono raggiunte dalle linee di trasporto previste dal progetto, è prevista l'istituzione di un numero minimo necessario di collegamenti con la città.

Dagli studi effettuati la zona della stazione ferroviaria, dove è presente anche il terminal degli autobus, risulta essere il principale snodo del trasporto pubblico. Si prevede, dunque, di ottimizzare i percorsi degli autobus, in modo che tutti effettuino il passaggio attraverso la zona ferroviaria. L'ottimizzazione anche degli orari dei bus consentirà di avere una coincidenza con le corse dei treni regionali che raggiungono i centri limitrofi, in particolare la città di Firenze.

Un ulteriore elemento di efficientamento del sistema è il **rinnovo del parco mezzi** effettuato dal gestore del servizio che ha consentito di avere una migliore efficienza sia in termini di comfort di viaggio sia in termini di riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
IN CORSO	Numero di abbonamenti Numero di biglietti vidimati Numero di utenti del servizio di trasporto pubblico	4.700.000 €		
		Emissioni evitate [t/anno]		
	Risparmio energetico [MWh/anno]	NOx	PM10	PM2,5
	3.907,65	2,8890	0,3164	0,2724



M4.2 – Realizzazione e potenziamento parcheggi di scambio intermodale

Gli interventi di realizzazione o potenziamento dei parcheggi fanno parte di un progetto più ampio, mirato al miglioramento dell’intermodalità dei trasporti e alla riduzione dei veicoli circolanti nel centro urbano.

La figura seguente mostra il sistema di parcheggi di cintura presenti nel territorio comunale e programmati.

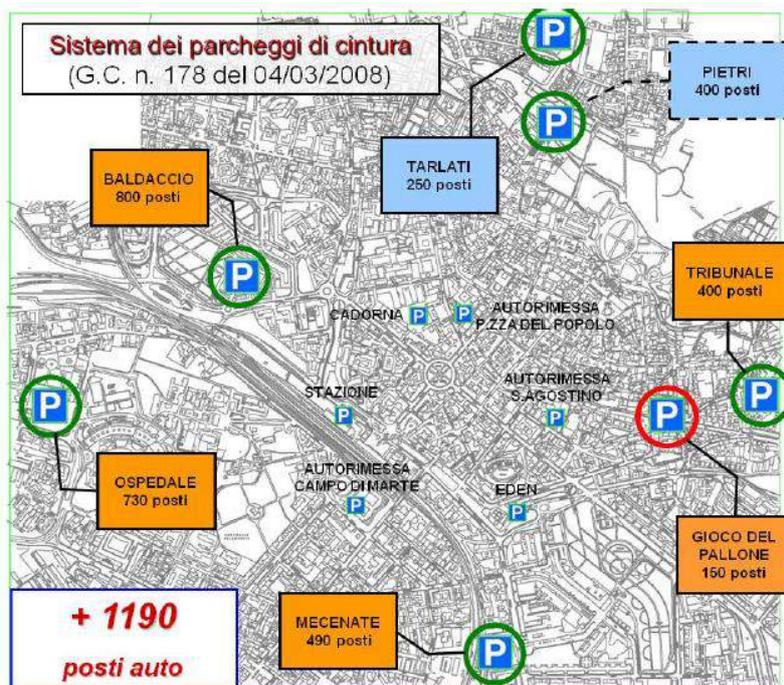


Figura 15 - Sistema di parcheggi di cintura presenti nel territorio comunale di Arezzo (Fonte PUMS).

In particolare, il parcheggio Baldaccio rappresenta circa un quarto dell’offerta di sosta dei parcheggi di cintura, potendo contare su una capacità di 800 posti. Un suo eventuale potenziamento consentirebbe di decongestionare il traffico e migliorare al tempo stesso la qualità dell’aria nel centro urbano, incentivando i cittadini ad utilizzare i mezzi pubblici e gli altri servizi di trasporto alternativo.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
DA REALIZZARE	Numero di biglietti per il parcheggio venduti	-		
Risparmio energetico [MWh/anno]	Emissioni evitate [t/anno]	NOx	PM10	PM2,5
		218,00	0,1612	0,0177



M5 – Misure di limitazione del traffico

M5.1 – Organizzazione della sosta e delle zone a traffico limitato

La riorganizzazione della sosta e delle zone a traffico limitato ha come principali finalità, da un lato il miglioramento della qualità ambientale del centro urbano di Arezzo e dall'altro il soddisfacimento del diritto di mobilità dei cittadini ed, in particolare, della domanda di sosta.

Si mira, quindi, a ridurre la pressione del traffico nel centro storico garantendo al tempo stesso la possibilità di sosta ai residenti, ad incrementare l'offerta di sosta attraverso nuove infrastrutture localizzate lontane dal centro e ad incentivare l'utilizzo dei parcheggi multipiano.

Una prima azione attuata è l'**individuazione di nuove zone pedonali** che hanno permesso di valorizzare il contesto del centro storico, salvaguardare i monumenti e gli edifici di pregio artistico. Nel dettaglio tali interventi, realizzati:

- l'istituzione di un'area pedonale, con divieto di transito e sosta h 24 su:
 - piazza S. Agostino;
 - via Garibaldi, nel tratto compreso tra la Galleria B. Cairoli e via dei Mannini;
 - via Margaritone, nel tratto compreso tra il passo carraio n° 970 e piazza S. Agostino.
- la pedonalizzazione di via Vasari;
- la pedonalizzazione di spiaggia San Martino, nel tratto compreso tra piazza Grande e piazza del Praticino
- la pedonalizzazione del corridoio di collegamento tra i due lati principali di piazza Grande.

54

Un ulteriore intervento parzialmente realizzato riguarda la **creazione di un percorso pedonale protetto** lungo l'asse Via Mazzini e il Borgo S. Croce, che potrà garantire non solo un miglioramento della qualità dell'aria in assenza di auto, ma anche un miglior impatto visivo territoriale per la conservazione delle caratteristiche storiche del centro urbano.

Un'azione molto importante che potrebbe essere realizzata nei prossimi anni prevede la **riorganizzazione della sosta nel piazzale antistante la stazione**, che in alcuni momenti della giornata è oggetto di disordine e comportamenti irregolari da parte di chi non rispetta le disposizioni stradali della zona. La nuova progettazione intende ridurre gli spazi per gli autoveicoli a favore di quelli pedonali ed individuare percorsi separati dedicati ai pedoni, ciclisti, polizia, ciclomotori. Prevede, inoltre, l'installazione di sistemi di controllo automatico dei transiti e della sosta e la riconfigurazione degli accessi e delle uscite, evitando la creazione di code o situazioni di congestione stradale.

Oltre alla creazione di isole pedonali, si è agito anche sulle z.t.l., ampliando quelle già esistenti e riservando al loro interno dei posti auto ai residenti.

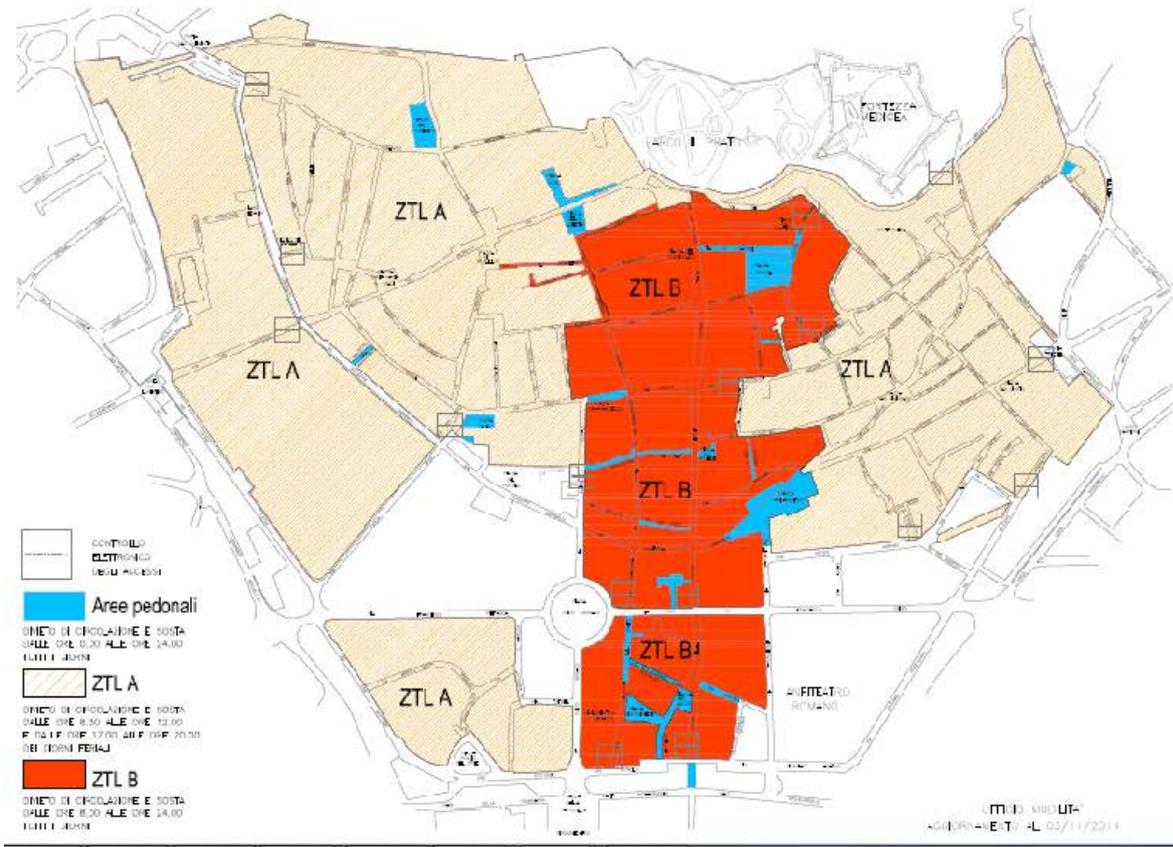


Figura 16 – z.t.l. A e B e percorsi pedonali (Fonte PUMS).

In sostanza, attraverso l’estensione delle zone z.t.l. e le nuove regole delle soste su strada, insieme con la rimodulazione di tariffe in relazione alla distanza dal centro cittadino, si vuole spingere l’utente ad usufruire dei parcheggi di cintura ed a raggiungere in piena comodità il centro città, grazie al miglioramento dei servizi di trasporto pubblico, nonché ai servizi accessori come ad esempio il bike-sharing e il car sharing.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
IN CORSO	Numero di accessi alle z.t.l. Numero di parcheggi riservati ai residenti nelle z.t.l. Superficie z.t.l. e aree pedonali	-		
Risparmio energetico [MWh/anno]		Emissioni evitate [t/anno]		
		NOx	PM10	PM2,5
5.162,00	3,8163	0,4180	0,3598	



E - Settore del condizionamento degli edifici e del risparmio energetico

Gli interventi per il settore del condizionamento e del risparmio energetico si dividono nelle seguenti categorie:

- E1 - Interventi di sostituzione dei vecchi impianti termici negli edifici pubblici
- E2 - Interventi per l'impiego di fonti rinnovabili a basso impatto ambientale

E1 - Interventi sugli impianti termici e risparmio energetico

E1.1 - Interventi di sostituzione dei vecchi impianti termici negli edifici pubblici

I contratti di gestione calore stipulati dal comune di Arezzo, oltre alla fornitura del combustibile e alla gestione degli impianti termici, hanno previsto la realizzazione di interventi di riqualificazione delle centrali termiche di alcune strutture.

La tabella seguente mostra gli edifici oggetto dell'intervento e l'anno di realizzazione.

Edificio	Anno
Istituto magistrale Colonna via Porta Buia	2010
Scuola materna Don Milani	2010
Nido Peter Pan	2010
Scuola materna Rodari	2010
Scuola materna Orciolaia	2010
Scuola materna Fonterosa	2010
Scuola materna Pratantico	2010
Scuola elementare San Leo	2010
Campo calcio Quarata	2016
Campo calcio Rigutino	2016
Palestra Palazzo del Pero	2016
Scuola materna e Nido Modesta Rossi	2016
Scuola materna Acropoli	2016
Scuola materna Pisacane	2016
Scuola elementare Quarata	2016
Scuola elementare Aldo Moro	2016
Scuola elementare Chiassa superiore	2016
Scuola elementare Policiano	2016
Istituto Vasari- Pescaiola	2016
Scuola media Vasari	2016
Scuola media Rigutino	2016
Palazzo comunale	2016

Tabella 16 - Immobili oggetto di sostituzione del generatore di calore.



La stima del risparmio conseguito si è basata su una valutazione dei consumi di combustibile ex ante ed ex post, considerando un risparmio medio del 15%.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
IN CORSO	Numero di caldaie sostituite kWh termici risparmiati Potenza caldaia ex ante ed ex post	1.464.213 €		
Risparmio energetico [MWh/anno]	331,19	Emissioni evitate [t/anno]		
		NO _x	PM10	PM2,5
		0,088	0,001	0,001

E1.2 - Interventi di efficientamento energetico degli edifici pubblici

Oltre al rinnovamento delle caldaie, il servizio di gestione calore ha previsto anche la realizzazione di alcuni interventi di riqualificazione degli involucri edilizi delle strutture pubbliche, in particolare isolamento delle pareti e delle coperture e sostituzione degli infissi. Gli edifici oggetto di tali interventi sono:

- Scuola media IV novembre
- Scuola elementare Santa Firmina
- Scuola media Piero della Francesca
- Sportello unico
- Casa delle culture
- Uffici comunali - Cadorna
- Nido Cesti
- Scuola materna Quarata
- Scuola materna Antria.

La stima del risparmio conseguito si è basata su una valutazione dei consumi di combustibile ex ante ed ex post, considerando un risparmio medio del 15%.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi
IN CORSO	Metri quadri di superficie isolata Metri quadri di superficie di infissi sostituiti Trasmittanza ex ante ed ex post delle componenti opache e trasparenti kWh termici risparmiati	807.000 € (*)

(*) costi non comprensivi degli interventi sulla scuola materna Quarata e sulla scuola materna Antria



Risparmio energetico [MWh/anno]	Emissioni evitate [t/anno]		
	NO _x	PM10	PM2,5
191,04	0,051	0,001	0,001

E1.3 – Incentivi ai cittadini per la sostituzione delle vecchie caldaie

La sostituzione di caldaie obsolete e una corretta manutenzione permettono aumenti consistenti di rendimento con benefici in termini di miglioramento della qualità dell'aria, di riduzione delle emissioni di inquinanti e dei costi della bolletta energetica.

Il Comune di Arezzo, al fine del raggiungimento dell'obiettivo di riduzione nel settore residenziale e terziario al 2018, interverrà attivamente per:

- determinare un miglioramento delle prestazioni energetiche degli impianti termici delle abitazioni private e delle attività del terziario;
- incentivare la sostituzione delle caldaie obsolete;
- incentivare la sostituzione delle caldaie a gasolio.

Si prevede che al 2018 nel settore residenziale e terziario, attraverso l'applicazione degli strumenti comunali di incentivazione quali allegato energetico, campagne di sensibilizzazione, etc., verranno realizzati interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche sul 15% circa degli impianti termici del residenziale e del terziario.

58

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
DA REALIZZARE	Numero di caldaie sostituite kWh termici risparmiati	2.000 €		
Risparmio energetico [MWh/anno]		Emissioni evitate [t/anno]		
		NO _x	PM10	PM2,5
RESIDENZIALE	11.909,75	2,269	2,204	2,147
TERZIARIO	3.032,59	0,988	0,046	0,046
TOT	14.942,33	3,26	2,25	2,19



E1.4 - Incentivi per interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici privati

L'involucro edilizio di un edificio è l'insieme di tutti gli elementi e componenti integrati che separano gli ambienti interni dall'ambiente esterno.

Buona parte degli edifici presenti nel Comune di Arezzo sono stati realizzati in epoche storiche in cui l'attenzione nei confronti dell'efficienza energetica in edilizia era piuttosto scarsa. Si tratta, quindi, di edifici "colabrodo" dal punto di vista energetico, il che determina non solo elevati consumi, ma anche scarso comfort per gli abitanti.

La normativa nazionale e regionale impongono dei requisiti minimi in termini di prestazioni energetiche dell'involucro, con specifico riferimento alle componenti opache verticali, orizzontali, alle coperture e ai serramenti, sia in caso di nuova costruzione, sia nel caso di interventi di ristrutturazione parziale o totale.

Esistono, inoltre, vari strumenti che incentivano la realizzazione di questa tipologia di interventi nel pubblico e nel privato (sgravi fiscali, conto termico, certificati bianchi, ecc....).

L'obiettivo del Comune di Arezzo è favorire il trend già in atto che sta portando verso un miglioramento generale delle prestazioni energetiche degli edifici, siano essi nuove costruzioni o interventi di retrofit energetico, utilizzando tutti gli strumenti propri di un Amministrazione Pubblica:

- Allegato Energetico al Regolamento Edilizio;
- realizzazione di campagne di informazione e sensibilizzazione dedicate alla tematica del risparmio energetico e della produzione da FER;
- bandi ed incentivi comunali.

Potrebbe essere interessante, inoltre, coinvolgere gli stakeholder locali sull'esempio di quanto già realizzato da altri comuni italiani, come Padova e Parma, al fine di attivare una filiera locale finalizzata alla riqualificazione energetica degli edifici privati. I soggetti coinvolgibili potrebbero essere progettisti, imprese, banche, Esco.

Sulla base del fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale, l'ACS (Acqua Calda Sanitaria) e gli altri usi e ipotizzando una percentuale di interventi di riqualificazione degli involucri edilizi pari a circa il 15%, nel residenziale e nel terziario. In particolare, si è assunto che a seguito degli interventi di retrofit energetico sugli involucri, gli stessi raggiungeranno le prestazioni energetiche minime definite dalla normativa nazionale di riferimento (*D.Lgs 311 del 2006*).

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi
DA REALIZZARE	Numero di edifici ristrutturati Metri quadri di involucro isolato Consumi ex ante ed ex post	2.000 €



Risparmio energetico [MWh/anno]	Emissioni evitate [t/anno]		
	NOx	PM10	PM2,5
RESIDENZIALE 32.278,64	6,149	5,974	5,820
TERZIARIO 18.191,29	5,924	0,277	0,273
TOT 50.469,94	12,07	6,25	6,09

E2 - Interventi per l'impiego di fonti rinnovabili a basso impatto ambientale

E2.1 - Installazione di impianti solari termici negli edifici pubblici

L'Amministrazione comunale intende agire non solo sul fronte della riduzione dei consumi termici delle proprie strutture, ma anche sull'aumento della produzione di energia termica da FER attraverso l'installazione di impianti solari termici che vadano ad integrare la produzione di ACS.

Nel 2009 sono stati realizzati 6 impianti da 9 m² a servizio degli immobili comunali. Nel 2016 verrà individuato un nuovo stabile su cui realizzare un impianto da 5 m². L'intervento è stato inserito come elemento migliorativo dell'offerta con cui la società AzzeroCO₂ si è aggiudicata la gara per la redazione del PAES e della VAS.

Con quest'ultimo intervento, i metri quadri di impianti realizzati sulle strutture comunali complessivamente saranno 59.

60



Figura 17 - Impianto solare termico Scuola media Rigutino (Fonte: Google Maps).



Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
IN CORSO	Metri quadri di pannelli installati Produzione degli impianti % di copertura dei consumi	96.000 €		
Energia prodotta [MWh/anno]		Emissioni evitate [t/anno]		
		NOx	PM10	PM2,5
60,423		0,01610	0,00017	0,00017

E2.2 - Installazione di impianti fotovoltaici negli edifici pubblici

Gli impianti fotovoltaici installati a servizio delle strutture pubbliche successivamente al 2010 raggiungono una potenza complessiva pari a 810,88 kWp; la tabella che segue ne riporta la potenza.

Fotovoltaico	kWp	
Scuola media IV novembre	16,59	Realizzato dal comune
Sant'Agostino	1,01	Realizzato dal comune
San Leo	1,00	Realizzato dal comune
Campo da rugby	19,00	Realizzato dal comune
Scuola media Severi 1	70,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola media Severi 2	40,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare San Giuliano 1	64,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare San Giuliano 2	65,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Pratantico 1	43,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Pratantico 2	39,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Montebianco (copertura piana)	36,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Montebianco (copertura a falda)	37,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Tricca 1	62,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Tricca 2	67,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Curina 1	63,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Curina 2	63,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare Indicatore	68,00	Concessione del diritto di superficie
Scuola elementare S. Firmina	18,00	Concessione del diritto di superficie

Tabella 17 -Impianti fotovoltaici installati su immobili comunali.

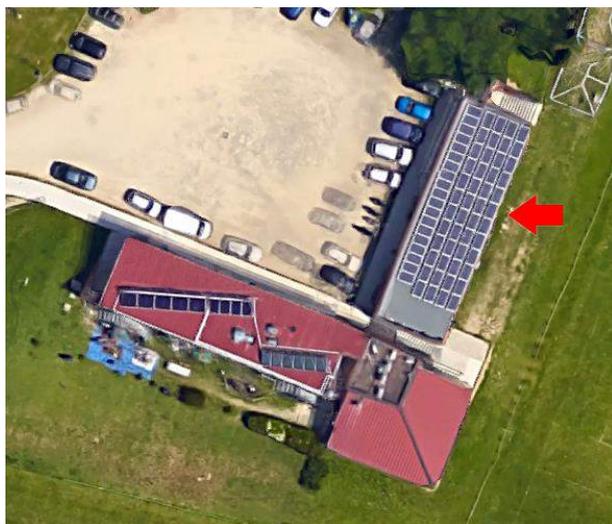


Figura 18 – Impianto fotovoltaico Campo da rugby (Fonte: Google Maps).

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi
REALIZZATO	Potenza installata (kWp) Produzione di energia all'anno (kWh)	377.000 €

E2.3 – Incentivare l'installazione di impianti solari termici nel privato

Nel 2008 il Comune di Arezzo in linea con l'allegato V del Piano di Indirizzo Energetico Regionale ha incentivato l'installazione degli impianti solari termici attraverso l'emanazione del Bando solar che ha erogato un contributo in conto capitale del 20% del costo ammissibile. Sono stati erogati circa 24.000 € di contributi corrispondenti ad un totale di 42 impianti incentivati (circa 190 m² di pannelli solari installati).

L'Amministrazione Comunale di Arezzo intende promuovere la realizzazione di impianti solari termici nel settore privato residenziale.

La stima dei possibili risparmi conseguibili in termini di emissioni si è basata sulle seguenti valutazioni:

- nel residenziale si è ipotizzata l'installazione al 2018 da parte di circa il 3% delle famiglie di un impianto solare termico da 4 m²;
- nel terziario si è assunto che al 2018 circa il 3% delle attività installino un impianto da 10 m².

Gli strumenti di attuazione che l'Amministrazione Comunale potrà utilizzare per il raggiungimento dell'obiettivo saranno:

- campagne di informazione e sensibilizzazione sulle migliori tecnologie presenti sul mercato;
- Allegato Energetico al Regolamento Edilizio;



- organizzazione di gruppi d'acquisto.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi		
DA REALIZZARE	Numero di impianti installati Metri quadri di pannelli installati Numero di persone servite	2.000 €		
Energia prodotta [MWh/anno]		Emissioni evitate [t/anno]		
		NOx	PM10	PM2,5
5.393,819		1,027	0,998	0,973

E2.4 – Incentivare l'installazione di impianti fotovoltaici nel privato

Il Comune di Arezzo ha scelto di promuovere nei prossimi anni l'aumento di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili ed, in particolare, l'installazione di impianti fotovoltaici a servizio delle utenze private.

Analogamente alla promozione degli impianti solari termici, gli strumenti che l'Amministrazione Comunale potrà mettere in campo per il raggiungimento di tale obiettivo saranno:

- le campagne di informazione e sensibilizzazione sulle migliori tecnologie presenti sul mercato;
- l'Allegato Energetico al Regolamento Edilizio;
- l'organizzazione di gruppi d'acquisto.

Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi
DA REALIZZARE	Numero di impianti installati Potenza installata (kWp) Produzione di energia all'anno (kWh)	2.000 €



E2.5 – Modifica regolamento edilizio per il contenimento delle emissioni in atmosfera

La misura prevede l'introduzione di un nuovo strumento edilizio, in accordo con i piani di governo del territorio già in vigore, che regoli le nuove costruzioni o le ristrutturazioni di edifici esistenti da un punto di vista energetico.

Tale strumento è definito come Allegato Energetico al Regolamento Edilizio Comunale e ha appunto l'obiettivo di integrare le tematiche energetiche con gli strumenti di pianificazione comunale (Regolamento Edilizio e Regolamento Urbanistico).

Con la "Disciplina per la promozione della qualità architettonica, sismica ed energetico ambientale" che contiene l'Allegato Energetico, l'Amministrazione comunale intende incentivare azioni concrete che contribuiscano a migliorare la qualità architettonica ed energetico ambientale degli edifici attraverso il coinvolgimento diretto dei cittadini.

La suddetta disciplina, in attuazione dei principi generali (Titolo I, Capo I), delle disposizioni per la qualità degli insediamenti (Titolo IV, Capo II) e delle norme per l'edilizia sostenibile (Titolo VIII, Capo I) della L.R. n. 65 del 10/11/2014, "Norme per il governo del territorio", e del relativo Regolamento di attuazione di cui al D.P.G.R. n. 2/R del 9/02/2007 "Disposizioni per la tutela e valorizzazione degli insediamenti", coerentemente con le Linee Guida per l'edilizia sostenibile in Toscana di cui al D.G.R.T. n. 322 del 28/02/05 e successive modifiche e delle disposizioni per la promozione della qualità architettonica, energetico-ambientale e sismica dell'art. 13 del Regolamento Edilizio, individua incentivi economici ed urbanistici finalizzati ad ottenere i seguenti requisiti per gli interventi edilizi:

- essere progettati, realizzati e gestiti con una specifica attenzione alla qualità dell'edificio, alle prestazioni ambientali nonché alle interazioni con il contesto;
- minimizzare i consumi dell'energia e delle risorse ambientali e limitano gli impatti complessivi sull'ambiente e sul territorio;
- tutelare l'identità storico-culturale e morfotipologica degli insediamenti e favoriscono il mantenimento dei caratteri urbanistici ed edilizi storici legati alla tradizione locale;
- promuovere e sperimentare sistemi edilizi a costi contenuti in riferimento all'intero ciclo di vita dell'edificio, anche attraverso l'utilizzo di metodologie innovative o sperimentali;
- adottare scelte localizzative e soluzioni planimetriche degli organismi edilizi coerenti con l'assetto idrogeomorfologico e il microclima locale, tenendo conto dell'irraggiamento solare e dei venti dominanti, utilizzando la vegetazione per migliorare le condizioni ambientali.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, la disciplina contiene:

- incentivi economici fino ad un massimo del 70% di riduzione degli oneri di urbanizzazione;
- incentivi edilizi urbanistici fino ad un massimo del 10% della SUL in aggiunta a quella consentita dagli strumenti urbanistici;



- dichiarazioni di qualità edilizia che integrano la certificazione di abitabilità.

Attraverso il sistema di premialità costruito ad hoc si andranno a stimolare presso le utenze private gli interventi di ristrutturazione o nuova costruzione maggiormente rispondenti ai requisiti energetici.



I – Settore educazione ambientale e informazione al pubblico

11.1 – Centro di Educazione Ambientale e Alimentare (CEAA)

L'Amministrazione Comunale ha riutilizzato l'immobile ex Pretura collocato in via Garibaldi 15, per sviluppare una serie di servizi per la cittadinanza.

Il Centro di Educazione Ambientale e Alimentare è un servizio che il Comune di Arezzo ha attivato con delibera di Giunta Comunale n.244 del 25/02/1999 e fa parte di un più ampio centro educativo per bambini, adolescenti e genitori, che realizza progetti e servizi quali lo "Spazio Famiglia", "Laboratorio di documentazione e formazione Lo Scigno", "Laboratorio la città dei bambini".



Gli obiettivi del CEAA sono quelli di fornire un servizio informativo, di documentazione, programmazione, progettazione e organizzazione di eventi di educazione e sensibilizzazione su tematiche relative all'ambiente, alimentazione e sviluppo sostenibile. Inoltre rappresenta per l'Amministrazione Pubblica, un luogo di incontro con la cittadinanza e le associazioni del territorio, per ottenere un confronto costruttivo sulle azioni da intraprendere.

Le attività che il centro offre sono:

- Sportello informativo sulle tematiche e sulle politiche ambientali e alimentari
- Attività didattiche per le scuole
- Corsi di aggiornamento per insegnanti
- Corsi di formazione e laboratori nel settore ambientale e alimentare
- Conferenze, workshop, seminari, eventi
- Progetti pilota di ecologia urbana

L'Amministrazione Comunale nell'ambito del presente Piano d'Azione Comunale, intende proseguire nelle attività programmate e nella gestione del CEAA, identificando in esso un efficace strumento di comunicazione e di relazione con la cittadinanza su tematiche più che mai attuali e sensibili.



11.2 - Corso di formazione sulla bioarchitettura per i cittadini e tecnici

Lo scopo della organizzazione di un corso sulla bioarchitettura rivolto a cittadini e ai tecnici, è quello di illustrare a soggetti che non hanno particolare “dimestichezza” con le caratteristiche fisico-tecniche e le prestazioni dei materiali naturali, soprattutto quelli che hanno intrinsecamente le potenzialità per il risparmio energetico (legno, laterizi, terra cruda, fibre naturali, calce, vetro e infissi ad elevata prestazione energetica).

L'avvicinare il cittadino a tali tematiche deve essere di stimolo per la effettuazione di scelte ecocompatibili nella attuazione di interventi edilizi di costruzione o riqualificazione degli edifici e quindi sollevare il tecnico progettista dall'opera di “convincimento” ad adottare soluzioni o tecnologie che all'apparenza possono sembrare solamente soluzioni architettoniche e non anche scelte ragionate e finalizzate ad un miglior comfort abitativo, con importanti risparmi dal punto di vista della gestione energetica degli edifici.

A tal fine nel corso di formazione saranno illustrati i criteri di progettazione bioclimatica, partendo dai sistemi costruttivi tradizionali dell'architettura, quali i camini di ventilazione, le diverse tecnologie finalizzate al risparmio energetico e alla produzione di energia alternativa: solare fotovoltaico, solare termico, cogenerazione, biomasse, geotermia.

Si ipotizza la istituzione di due corsi per cinquanta utenti ciascuno, al costo di 100,00 euro a soggetto e quindi per un totale del progetto di euro 10.000,00 euro.



11.3 – Formazione scuole Progetto PAES (realizzato dal circolo di Legambiente Arezzo)

Sono state 15 complessivamente le classi coinvolte in un incontro di raccolta di riflessioni sui temi del PAES. 350 studenti circa e le relative famiglie, 20 insegnanti. Gli interventi si sono svolti nel mese di maggio 2016 e hanno visto il coinvolgimento di 6 classi della scuola primaria, 5 della scuola media e 4 dell'ITIS, indirizzo Biotecnologie Ambientali. Le classi scelte provenivano da progetti educativi incentrati sui temi delle energie e del risparmio energetico o, come nel caso delle superiori, di un corso di studi specifico sui temi ambientali.

Gli incontri avevano l'obiettivo di diffondere presso le scuole informazione sul PAES e favorire al contempo il ruolo attivo della comunità scolastica nella riflessione sulle buone pratiche e sulla partecipazione e nell'adozione di comportamenti sostenibili.

A complemento degli incontri svolti con gli studenti, è stato organizzato un incontro pubblico a cui sono stati invitati amministratori, funzionari, associazioni, genitori e studenti per riassumere il quadro attuale nella nostra città relativo all'impegno del PAES. Tale incontro di è svolto in occasione dell'Energy Festival il 28 maggio in Piazza Risorgimento dalle 10.30 alle 13.

Per facilitare la diffusione di informazione presso le famiglie è stato realizzato un volantino molto sintetico contenente informazioni sul PAES e la richiesta di collaborazione nella compilazione del questionario on line.

La metodologia utilizzata è stata una versione semplificata delle tecniche partecipative più diffuse (*word café*), dove i ragazzi divisi in gruppi hanno lavorato su argomenti specifici e, cambiando tavolo, hanno potuto partecipare e dire la loro su tutti gli argomenti di discussione.

Dopo una introduzione complessiva sul PAES e le sue finalità, gli studenti sono stati divisi in gruppi tematici coordinati da un facilitatore ciascuno. Ogni gruppo ha lavorato su un argomento. Al termine del laboratorio sono state presentate in plenaria le principali sollecitazioni emerse nei diversi gruppi tematici.

Per le Scuole primarie e Scuole medie il tema generale è stato: *"I comportamenti individuali e collettivi per il risparmio energetico"*, suddiviso poi in 3 gruppi di lavoro:

- Informazione sul PAES ai genitori e invito all'evento finale
- Cambiamenti climatici e corretti comportamenti quotidiani
- Come vorremmo la nostra città ecologica

Per l'ITIS il tema generale è stato: *"Cosa vorremmo che l'Amministrazione facesse per una città più ecologica"*, suddiviso poi in 3 gruppi di lavoro:

- Trasporti e mobilità alternativa
- Efficientamento energetico e innovazione nelle scuole e negli edifici pubblici
- Le buone pratiche del risparmio energetico nelle famiglie

Interessanti e appropriate le riflessioni di tutti i ragazzi coinvolti.

- In generale i bambini delle primarie desiderano una città sicura in cui sia possibile una maggiore autonomia soprattutto negli spostamenti, con meno automobili e più possibilità di andare a piedi o in bicicletta. Per il risparmio energetico, va evidenziato



come i bambini abbiano insistito sull'importanza di un'educazione ai cittadini per orientarli all'acquisto di impianti con fonti rinnovabili e ai buoni comportamenti quotidiani. In generale, comunque la città viene immaginata come un luogo vivo di incontro, con verde e traffico ridotto quasi a zero se non per i mezzi pubblici.

- I ragazzi delle medie hanno evidenziato anche loro l'importanza di una maggiore autonomia di spostamento e di mezzi pubblici efficienti, nonché la necessità di avere luoghi di interesse (cinema, spazi per concerti e altre attività ludico-ricreative) facilmente raggiungibili con i mezzi pubblici o a piedi. Lo slogan "Più biciclette" sembra comune a tutti gli interventi, così come la richiesta di più spazi verdi destinati anche ad attività sportive.
- I ragazzi delle superiori, ITIS con indirizzo di Biotecnologie ambientali, hanno evidenziato ovviamente una conoscenza tecnica maggiore rispetto agli argomenti trattati. Oltre a qualche consiglio tecnico sull'efficientamento energetico nelle scuole, il grosso dei suggerimenti si è incentrato sulla mobilità. Particolare attenzione è stata data alla mobilità extraurbana (vista la provenienza dei ragazzi da tutta la provincia) e urbana, con richiesta di servizi pubblici efficienti e maggiore diffusione delle biciclette rispetto alle automobili.



Figura 19 – Lavoro realizzato dai ragazzi durante gli incontri di formazione.



Tabella riassuntiva degli interventi

Tutti gli interventi previsti nei tre settori della mobilità, del riscaldamento e risparmio energetico e dell'educazione ambientale, sono sintetizzati nella tabella seguente.

SETTORE MOBILITA'				
Id. misura	Descrizione misura	Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi
M1 – Interventi per l'incentivazione della mobilità sostenibile				
M1.1	Flotta veicoli elettrici car-sharing comunale e punti di ricarica veicoli elettrici	In corso	Numero di abbonamenti al servizio car-sharing Numero di noleggi Numero di ricariche elettriche	€ 922.391,00
M2 – Promozione all'uso di carburanti a basso impatto ambientale				
M2.1	Rinnovamento parco veicolare pubblico	In corso	Numero e tipologia di auto sostituite	€ 30.000,00
M3 - Promozione della mobilità pedonale e ciclabile				
M3.1	Incremento e completamento delle piste ciclabili	Realizzato	Lunghezza della rete ciclabile	€ 5.100.000,00
M3.2	Realizzazione sistema bike sharing comunale e incremento rastrelliere	Realizzato	Numero di abbonamenti al servizio di bike-sharing Numero di prelievi bike-sharing Numero di rastrelliere installate	€ 397.596,79
M4 – Promozione trasporto pubblico				
M4.1	Linee TPL urbane ad alta frequenza con interconnessione tra i poli di snodo principali della città	In corso	Numero di abbonamenti Numero di biglietti validati Numero di utenti del servizio di trasporto pubblico	€ 4.700.000,00
M4.2	Realizzazione e potenziamento parcheggi di scambio intermodale	Da realizzare	Numero di biglietti di parcheggi venduti	-
M5 - Misure di limitazione del traffico				
M5.1	Organizzazione della sosta e delle zone a traffico limitato	In corso	Numero di accessi alle z.t.l. Numero di parcheggi riservati ai residenti nelle z.t.l. Superficie z.t.l. e aree pedonali	-
SETTORE RISCALDAMENTO E RISPARMIO ENERGETICO				
Id. misura	Descrizione misura	Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi
E1 – Interventi sugli impianti termici e risparmio energetico				
E1.1	Interventi di sostituzione dei vecchi impianti termici negli edifici pubblici	In corso	Numero di caldaie sostituite kWh termici risparmiati Potenza caldaia ex ante ed ex post	€ 1.464.213,00
E1.2	Interventi di efficientamento energetico degli edifici pubblici	In corso	Metri quadri di superficie isolata Metri quadri di superficie di infissi sostituiti Trasmittanza ex ante ed ex post delle componenti opache e trasparenti	€ 807.000,00



			kWh termici risparmiati	
E1.3	Incentivi ai cittadini per la sostituzione delle vecchie caldaie	Da realizzare	Numero di caldaie sostituite kWh termici risparmiati	€ 2.000,00
E1.4	Incentivi per interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici privati	Da realizzare	Numero di edifici ristrutturati Metri quadri di involucro isolato Consumi ex ante ed ex post	€ 2.000,00
E2 – Interventi per l'impiego di fonti rinnovabili a basso impatto ambientale				
E2.1	Installazione di impianti solari termici negli edifici pubblici	In corso	Metri quadri di pannelli installati Produzione degli impianti % di copertura dei consumi	€ 96.000,00
E2.2	Installazione di impianti fotovoltaici negli edifici pubblici	Realizzato	Potenza installata (kWp) Produzione di energia all'anno (kWh)	€ 377.000,00
E2.3	Incentivare l'installazione di impianti solari termici per l'autoconsumo familiare	Da realizzare	Numero di impianti installati Metri quadri di pannelli installati Numero di persone servite	€ 2.000,00
E2.4	Incentivare l'installazione di impianti fotovoltaici per l'autoconsumo familiare	Realizzato	Numero di impianti installati Potenza installata (kWp) Produzione di energia all'anno (kWh)	€ 2.000,00
E2.5	Modifica regolamento edilizio per il contenimento delle emissioni in atmosfera	In corso	-	-
SETTORE EDUCAZIONE AMBIENTALE E INFORMAZIONE AL PUBBLICO				
Id. misura	Descrizione misura	Stato di attuazione	Indicatori di monitoraggio	Costi
I1.1	Centro di Educazione Ambientale e Alimentare (CEAA)	In corso	Numero di utenti frequentatori del centro Corsi di formazione organizzati Percorsi didattici realizzati	-
I1.2	Corso di formazione sulla bioarchitettura per i cittadini e i tecnici	Da realizzare	Numero di partecipanti Materiale di comunicazione realizzato e distribuito	€ 10.000,00
I1.3	Formazione scuole Progetto PAES (realizzato dal circolo di Legambiente Arezzo)	Realizzato	-	-

Tabella 18 – Riepilogo degli interventi.



Bibliografie e riferimenti web

Linee Guida Regione Toscana per la redazione dei Piani d'Azione Comunali, 2011

Linee guida per la redazione di report sulla qualità dell'aria, ISPRA, 2016

Emission Inventory Guidebook, EMEP/EEA, 2013

Annuario dei dati ambientali, ISPRA, 2014-2015

Air quality in Europe —Report, European Environment Agency, 2015

Strategic Plan for the U.S. Climate Change Science Program, Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, 2003

S. Di Vito, A. Minutolo, G. Zampetti, *Mal'ARIA di città 2016*, Legambiente, 2016

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

<http://www.isprambiente.gov.it/>

Settore Idrologico Regionale Toscana

<http://www.sir.toscana.it/>

Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissioni in atmosfera (IRSE) – ARPA Toscana

<http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/emissioni/inventario-regionale-delle-sorgenti-di-emissioni-in-atmosfera-irse>

Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (ISPRA)

<http://www.sinanet.isprambiente.it/>

Istituto Nazionale di Statistica

<http://www.istat.it/it/>



Appendice A

“SCHEDE INDICATORI”



Particolato (PM10 - PM2,5)

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

Il particolato è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, solido o liquido, in sospensione nell'aria ambiente. La natura delle particelle è molto varia: composti organici o inorganici di origine antropica, materiale organico proveniente da vegetali (pollini e frammenti di foglie ecc.), materiale inorganico proveniente dall'erosione del suolo o da manufatti (frazioni dimensionali più grossolane) ecc. Nelle aree urbane, o comunque con una significativa presenza di attività antropiche, il materiale particolato può avere origine anche da lavorazioni industriali (fonderie, inceneritori ecc.), dagli impianti di riscaldamento, dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato, oltre alla componente primaria emessa come tale, è costituito anche da una componente secondaria che si forma in atmosfera a partire da altri inquinanti gassosi, ad esempio gli ossidi di azoto e il biossido di zolfo, o da composti gassosi / vapori di origine naturale. La componente secondaria può arrivare a costituire la frazione maggiore del particolato misurato. I due parametri del particolato, per i quali la normativa vigente prevede il monitoraggio, sono il PM10 e il PM2,5; il primo è costituito dalle particelle aventi diametro aerodinamico minore od uguale a 10 µm mentre il PM2,5, che rappresenta una frazione del PM10, è costituito dalle particelle aventi diametro aerodinamico minore od uguale a 2,5 µm.

Effetti sulla salute

Il particolato nel suo complesso costituisce il veicolo di diffusione di composti tossici, come il benzo(a)pirene) e i metalli.

Il rischio sanitario legato al particolato dipende, oltre che dalla sua concentrazione e composizione chimica, anche dalle dimensioni delle particelle stesse. Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio.

In prima approssimazione:

- le particelle con diametro aerodinamico superiore ai 10 µm si fermano nelle prime vie respiratorie;
- le particelle con diametro aerodinamico tra i 2,5 e i 10 µm (frazione del particolato denominata "coarse") raggiungono la trachea ed i bronchi;
- le particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm (frazione del particolato denominata "fine" o PM2,5) raggiungono gli alveoli polmonari.

Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di particolato in aria ambiente e la manifestazione di malattie croniche o di effetti acuti alle vie respiratorie: in particolare asma, bronchiti, enfisemi e anche danni al sistema cardiocircolatorio.



2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

4. PARAMETRI NORMATIVI

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
PM ₁₀	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)
PM ₁₀	Valore Limite giornaliero per la protezione della salute umana	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 35 giorni per anno civile)
PM _{2,5}	Valore limite	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)
PM _{2,5}	Obbligo di concentrazione dell'esposizione	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media triennale)

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valore di riferimento
PM ₁₀	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)
PM ₁₀	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media giornaliera da non superare più di tre volte in un anno civile)
PM _{2,5}	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)



Biossido di azoto e ossidi di azoto (NO₂, NO_X)

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

Tutte le forme di combustione, in particolare quelle «magre», cioè a minor rapporto combustibile comburente rappresentano una sorgente di ossidi di azoto. A livello nazionale la principale sorgente di ossidi di azoto è costituita dai trasporti su strada e dalle altre sorgenti mobili, seguite dalla combustione non industriale, dalla combustione industriale, dalla produzione di energia.

Va inoltre precisato che, mentre le emissioni associate a realtà industriali (produzione di energia e combustione industriale) sono solitamente convogliate, le emissioni associate ai trasporti su strada, essendo diffuse, contribuiscono maggiormente all'incremento delle concentrazioni osservate dalle reti di monitoraggio.

Gli ossidi di azoto sono principalmente composti da monossido di azoto che, essendo estremamente reattivo, si ossida rapidamente dando origine al biossido di azoto che entra in un complesso sistema di reazioni chimiche fortemente condizionate anche dai determinanti meteorologici (temperatura, umidità e radiazione solare in primis).

Effetti sulla salute

Tra gli ossidi di azoto (NO ed NO₂), i maggiori effetti sulla salute umana sono ascrivibili al biossido di azoto (NO₂), anche se il monossido di azoto può avere comunque degli effetti diretti e indiretti sulla salute umana, contribuendo ad aumentare la pressione sanguigna.

Gli effetti dell'NO₂ sulla salute umana possono distinguersi in effetti acuti e effetti a lungo termine. Gli effetti acuti dell'NO₂ sull'apparato respiratorio comprendono la riacutizzazione di malattie infiammatorie croniche delle vie respiratorie e ad una generale riduzione della funzionalità polmonare. Recentemente sono stati definiti i possibili effetti dell'NO₂ sull'apparato cardio-vascolare come capacità di indurre patologie ischemiche del miocardio, scompenso cardiaco e aritmie cardiache. Gli effetti a lungo termine includono alterazioni polmonari a livello cellulare e tissutale e aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. Non si hanno invece evidenze di associazione con tumori maligni o danni allo sviluppo fetale.



2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

4. PARAMETRI NORMATIVI

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
NO ₂	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)
NO ₂	Valore Limite orario per la protezione della salute umana	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 18 ore per anno civile)
NO ₂	Soglia di allarme	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (soglia oraria)
NO _x	Livello critico per la protezione della vegetazione	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valore di riferimento
NO ₂	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media annua)
NO ₂	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite orario da non superare in un anno civile)



Ozono (O₃)

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

L'ozono (O₃) è un componente gassoso dell'atmosfera. Negli strati alti dell'atmosfera (stratosfera) l'ozono è un componente naturale che rappresenta una vera e propria barriera contro le radiazioni ultraviolette generate dal sole (il fenomeno di assottigliamento dello strato di ozono stratosferico è spesso indicato come "buco dell'ozono"). Negli strati più bassi dell'atmosfera, l'ozono troposferico è un inquinante secondario che si forma attraverso processi fotochimici innescati dalla radiazione solare in presenza di altri inquinanti o composti presenti in atmosfera: i principali precursori sono gli ossidi d'azoto (NO_x) e i composti organici volatili (COV), anche di origine naturale.

Le concentrazioni di ozono più elevate si registrano pertanto nel periodo estivo e nelle ore della giornata di massimo irraggiamento solare. L'ozono ha un comportamento molto complesso e diverso da quello osservato per gli altri inquinanti: elevate concentrazioni di ozono si registrano ad esempio nelle stazioni rurali (il consumo di ozono da parte di NO presente ad elevate concentrazioni nelle stazioni urbane non avviene nelle stazioni collocate in aree rurali).

Le principali fonti di emissione dei composti antropici precursori dell'ozono sono: il trasporto su strada, il riscaldamento civile e la produzione di energia.

78

Effetti sulla salute

L'ozono è un forte ossidante ed è altamente tossico per gli esseri viventi. Dopo il particolato, l'ozono è l'inquinante atmosferico che, per tossicità e per diffusione, incide maggiormente sulla salute dell'uomo. Gli effetti sono a carico del sistema respiratorio: è irritante, può ridurre la funzione respiratoria, aggravare l'asma e altre patologie respiratorie e può provocare danni permanenti alla struttura del tessuto respiratorio.

L'ozono è dannoso anche per la vegetazione. Agisce a livello cellulare nella foglia provocando: danni visibili alle foglie, processi di invecchiamento prematuro, riduzione dell'attività di fotosintesi e della produzione e immagazzinamento dei carboidrati, riduzione del vigore, della crescita e della riproduzione.



2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

4. PARAMETRI NORMATIVI

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (massimo della media mobile 8 ore)
O ₃	Soglia di informazione	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (soglia oraria)
O ₃	Soglia di allarme	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (soglia oraria)
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione (AOT40v)	6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3*\text{h}$ (1 ora cumulativa da maggio a luglio)

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valore di riferimento
O ₃	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (massimo della media mobile 8 ore)



Monossido di carbonio (CO)

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore e inodore prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite principalmente dagli scarichi degli autoveicoli e dagli impianti di combustione non industriali e in quantità minore dagli altri settori: industria ed altri trasporti.

Effetti sulla salute

Il CO raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e quindi il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina. Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. Essi comprendono i seguenti sintomi: diminuzione della capacità di concentrazione, turbe della memoria, alterazioni del comportamento, confusione mentale, alterazione della pressione sanguigna, accelerazione del battito cardiaco, vasodilatazione e vasopermeabilità con conseguenti emorragie, effetti perinatali. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

mg/m³

4. PARAMETRI NORMATIVI

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	10 mg/m ³ (massimo della media mobile 8 ore)

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valore di riferimento
CO	10 mg/m ³ (massimo della media mobile 8 ore)



Biossido di zolfo (SO₂)

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

Il biossido di zolfo (SO₂) è un gas incolore, dall'odore acre e pungente e molto solubile in acqua. È un inquinante primario che, una volta immesso in atmosfera, permane inalterato per alcuni giorni e può essere trasportato a grandi distanze. Il biossido di zolfo contribuisce sia al fenomeno dell'inquinamento transfrontaliero, sia alla formazione di deposizioni acide, secche e umide e alla formazione di PM secondario. Le principali sorgenti sono gli impianti di produzione di energia, gli impianti termici di riscaldamento, alcuni processi industriali e in minor misura, il traffico veicolare, con particolare riferimento ai motori diesel.

Effetti sulla salute

Può avere effetti sulla salute umana che vanno da semplici irritazioni alle vie respiratorie e oculari, nel caso di una esposizione acuta, sino a fenomeni di broncocostrizione per esposizioni prolungate a quantitativi anche non elevati. Sulla vegetazione può determinare danni cronici fino a danni acuti con distruzione del tessuto linfatico (necrosi).

2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

µg/m³



4. PARAMETRI NORMATIVI

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
SO ₂	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	125 µg/m ³ (media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile)
SO ₂	Limite orario per la protezione della salute umana	350 µg/m ³ (media oraria da non superare più di 24 volte per anno civile)
SO ₂	Soglia di allarme	500 µg/m ³ (soglia oraria)
SO ₂	Livello critico per la protezione della vegetazione	20 µg/m ³ (Media annuale e Media invernale)

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valori di riferimento
SO ₂	20 µg/m ³ (media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile)



Benzene

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

Il benzene è un liquido volatile incolore, con un caratteristico odore pungente. È un inquinante primario le cui principali sorgenti di emissione sono i veicoli alimentati a benzina (gas di scarico e vapori di automobili e ciclomotori), gli impianti di stoccaggio e distribuzione dei combustibili, i processi di combustione che utilizzano derivati dal petrolio e l'uso di solventi contenenti benzene. L'alto indice di motorizzazione dei centri urbani e l'accertata cancerogenicità fanno del benzene uno dei più importanti inquinanti nelle aree metropolitane.

Effetti sulla salute

L'intossicazione di tipo acuto è dovuta all'azione del benzene sul sistema nervoso centrale. A concentrazioni moderate i sintomi sono stordimento, eccitazione e pallore seguiti da debolezza, mal di testa, respiro affannoso, senso di costrizione al torace. A livelli più elevati si registrano eccitamento, euforia e ilarità, seguiti da fatica e sonnolenza e, nei casi più gravi, arresto respiratorio, spesso associato a convulsioni muscolari e infine a morte.

Fra gli effetti a lungo termine vanno menzionati interferenze sul processo emopoietico (con riduzione progressiva di eritrociti, leucociti e piastrine) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

83

2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

$\mu\text{g}/\text{m}^3$



4. PARAMETRI NORMATIVI

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
C ₆ H ₆	Valore limite per la protezione della salute umana	5 µg/m ³ (media annua)

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valore di riferimento
C ₆ H ₆	1.7 µg/m ³ (media annua)



Benzo(a)pirene (B(a)P)

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

Il B(a)P è l'unico idrocarburo policiclico aromatico (IPA) per il quale la normativa sulla qualità dell'aria prevede un limite ed è utilizzato come indicatore dell'andamento di tutta la classe. Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono idrocarburi costituiti da due o più anelli aromatici (benzenici) uniti fra loro in un'unica struttura generalmente planare.

Gli IPA sono caratterizzati da un alto punto di fusione e d'ebollizione, una bassa pressione di vapore e una scarsissima solubilità in acqua. Generalmente la solubilità in acqua diminuisce con l'aumentare del peso molecolare. Gli IPA sono solubili nella maggioranza dei solventi organici e sono molto lipofili, caratteristica che ne influenza fortemente il bioaccumulo. La pressione di vapore tende a diminuire con l'aumentare del peso molecolare e questa circostanza influenza le differenti percentuali con cui i singoli IPA sono assorbiti sul particolato atmosferico. Ad esempio il naftalene, il più semplice IPA composto da due soli anelli, si presenta quasi esclusivamente in fase gassosa. Gli IPA composti con 5 o più anelli si trovano invece assorbiti quasi totalmente sul particolato atmosferico (per temperature inferiori a 20 °C). Gli IPA possono degradarsi in presenza d'aria e luce (fotodecomposizione). Si formano durante la combustione incompleta o la pirolisi di materiale organico contenente carbonio, come carbone, legno, prodotti petroliferi e rifiuti. La loro presenza in atmosfera è pertanto attribuibile a diverse fonti tra le quali la combustione di legna e biomasse in genere, il traffico veicolare, il riscaldamento domestico, le centrali termoelettriche e le emissioni industriali. Gli IPA ad alto peso molecolare, come il benzo[e]pirene e il benzo[a]pirene, sono presenti in elevate quantità in catrami, bitumi, pece, carboni e prodotti correlati come gli asfalti. Inoltre possono derivare da nerofumo e fuliggine di legna o comunque si ricollegano a fonti pirogeniche. Sorgenti naturali sono i vulcani e gli incendi boschivi.

Effetti sulla salute

Gli IPA appartengono alla categoria dei microinquinanti in quanto possono avere effetti tossici già a concentrazioni molto più modeste di quelle normalmente osservate per gli inquinanti "classici". La loro presenza comporta un potenziale rischio per la salute umana poiché molti di essi risultano essere cancerogeni. Sotto il profilo tossicologico, le osservazioni sperimentali indicano che la condizione necessaria, ma non sufficiente, per la cancerogenicità degli IPA è una struttura in cui vi siano almeno quattro anelli condensati: in particolare, il più noto idrocarburo appartenente a questa classe è il benzo(a)pirene, B(a)P, classificato dallo IARC come cancerogeno per l'uomo.



2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

ng/m³

4. PARAMETRI NORMATIVI

Normativa nazionale (D.Lgs. 155/2010)

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
B(a)P	Valore obiettivo	1,0 ng/m ³ (media annua)

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valore di riferimento
B(a)P	0,12 ng/m ³ (media annua)



Piombo, arsenico, cadmio e nichel

1. DESCRIZIONE

Caratteristiche e sorgenti

I metalli e i loro composti sono costituenti naturali della crosta terrestre. Non esiste una definizione ufficiale di metallo leggero o pesante; spesso l'aggettivo pesante è associato al concetto di tossicità anche se la densità non ha un legame diretto con effetti sul corpo umano.

I metalli e i loro composti si trovano in atmosfera prevalentemente all'interno del particolato. Le sorgenti naturali (eruzioni vulcaniche, incendi boschivi, maree, etc.) contribuiscono al loro ciclo naturale mentre le sorgenti antropogeniche (in prevalenza combustioni e processi industriali) possono alterare il normale tasso di rilascio e di trasporto nell'ambiente modificando così la dimensione dei processi biochimici in cui sono coinvolti.

Effetti sulla salute

Il pericolo legato ai metalli è la loro tendenza, comune agli inquinanti organici persistenti, di accumularsi all'interno di alcuni tessuti degli esseri viventi (bioaccumulo) determinando effetti negativi alla salute. Oltre al piombo, i metalli più rappresentativi per il rischio ambientale a causa della loro tossicità e del loro uso massivo sono il cadmio, il nichel e l'arsenico, classificati dalla IARC (Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro) come cancerogeni per l'uomo. Per tali motivi la normativa vigente ha previsto un valore limite per il piombo e valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel. Le conseguenze per la salute umana possono essere molteplici:

- Il cadmio può avere effetti negativi sui reni ed effetti cancerogeni;
- Il nichel può avere effetti sull'apparato respiratorio, sul sistema immunitario e può causare allergie epidermiche;
- l'arsenico può causare irritazione dello stomaco, dell'intestino e dei polmoni, produzione ridotta di globuli rossi e bianchi del sangue, inoltre, aumenta il rischio di sviluppare il cancro alla pelle, al polmone, al fegato e al sistema linfatico;
- il piombo è assorbito dall'epitelio polmonare ed entra nel circolo sanguigno, si deposita in quantità decrescenti in ossa, fegato, reni, muscoli e cervello provocando svariati effetti tra cui anemia, danni al sistema nervoso centrale e periferico, ai reni, al sistema riproduttivo, cardiovascolare, epatico, endocrino, gastro-intestinale e immunitario.



2. FONTE DEL DATO

Reti di monitoraggio regionali principalmente. Oltre ai dati delle reti che sono la fonte principale, in riferimento alla rappresentazione per zone/agglomerati potrà essere necessario per alcuni inquinanti aggiungere, tra le fonti dei dati, misure indicative, modellistica e stima obiettiva in relazione alle informazioni effettivamente fornite dalle Agenzie.

3. UNITA' DI MISURA

As, Cd, Ni: ng/m³

Pb: µg/m³

4. PARAMETRI NORMATIVI

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
As	Valore obiettivo	6,0 ng/m ³ media annua
Cd	Valore obiettivo	5,0 ng/m ³ media annua
Ni	Valore obiettivo	20,0 ng/m ³ media annua
Pb	Valore limite	0,5 µg/m ³ media annua

Linee Guida WHO (2012)

Inquinante	Valore di riferimento
Pb	0,5 µg/m ³ media annua



Appendice B

“METODOLOGIA DI CALCOLO”



METODOLOGIA DI CALCOLO UTILIZZATA

La valutazione quantitativa delle emissioni di inquinanti evitate con l'attuazione degli interventi previsti dal PAC ha permesso di valutare l'impatto delle misure sulla qualità dell'aria.

L'approccio di calcolo utilizzato fa riferimento ad un'espressione che mette in relazione l'attività della sorgente e l'emissione e che, a livello generale, può essere ricondotta alla seguente:

$$E_i = A * FE_i$$

dove:

E_i = **emissione dell'inquinante "i"** (t/anno), ovvero la quantità di sostanza inquinante "i" (espressa generalmente in tonnellate) generata ed immessa in atmosfera a seguito di una determinata attività

A = **indicatore dell'attività**, ovvero il parametro che meglio descrive l'attività che genera un'emissione, a cui è associabile un inquinante, rapportato all'unità di tempo (generalmente l'anno).

FE_i = **fattore di emissione dell'inquinante i** (g di inquinante/unità di prodotto, g di inquinante/unità di combustibile consumato, ecc..), ovvero la quantità di sostanza inquinante immessa in atmosfera per ogni unità di indicatore d'attività.

L'indicatore di attività (A) utilizzato è il risparmio energetico, espresso in MWh/anno, determinato dalle singole azioni. Le procedure di calcolo sono analoghe a quelle utilizzate nel PAES approvato a luglio 2016, riferendosi come orizzonte temporale al 2018 e non al 2020.

I fattori di emissione dei vari inquinanti adottati per gli interventi nel "settore riscaldamento e risparmio energetico", sono quelli riportati nel "*EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2013*", suddivisi per settore (residenziale e non residenziale) e tipologia di combustibile utilizzato (gas naturale, gasolio, GPL, biomassa). A titolo esemplificativo, nelle pagine successive si riportano le tabelle estratte dal documento.

Dalla "Banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia" del portale SINAnet (Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale) di ISPRA sono stati desunti, invece, i fattori di emissione del settore mobilità. Tali fattori sono differenziati sia per tipologia di veicolo che per tipologia di combustibile utilizzato e categoria emissiva. Considerata la natura degli interventi previsti nel PAC e i dati di partenza del settore trasporti del Comune di Arezzo, per il calcolo sono stati utilizzati i fattori di emissione per le sole autovetture a benzina, diesel e GPL. Anche per questi fattori si riportano nelle pagine successive le tabelle con i valori utilizzati.

Si precisa, infine, che è stato scelto l'anno 2010 come baseline di riferimento per il calcolo delle emissioni evitate per i principali inquinanti (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}). Questa scelta è stata dettata dalla disponibilità dei dati delle emissioni diffuse nel Comune di Arezzo fornite dall'IRSE. I dati più aggiornati sulla quantità di sostanze immesse in atmosfera suddivise per macrosettore, infatti, risalgono all'anno 2010.

**Fattori di emissione per il settore residenziale**

Table 3-4 Tier 1 emission factors for NFR source category 1.A.4.b, using gaseous fuels

Tier 1 default emission factors					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.4.b.i	Residential plants			
Fuel	Gaseous fuels				
Not applicable	HCH				
Not estimated	NH ₃ , PCB				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence		Reference
			interval		
			Lower	Upper	
NOx	51	g/GJ	31	71	*
CO	26	g/GJ	18	42	*
NMVOG	1.9	g/GJ	1.1	2.6	*
SOx	0.3	g/GJ	0.2	0.4	*
TSP	1.2	g/GJ	0.7	1.7	*
PM10	1.2	g/GJ	0.7	1.7	*
PM2.5	1.2	g/GJ	0.7	1.7	*
BC	5.4	% of PM2.5	2.7	11	*
Pb	0.0015	mg/GJ	0.0008	0.003	*
Cd	0.00025	mg/GJ	0.0001	0.0005	*
Hg	0.68	mg/GJ	0.3	1.4	*
As	0.12	mg/GJ	0.06	0.24	*
Cr	0.00076	mg/GJ	0.0004	0.0015	*
Cu	0.000076	mg/GJ	0.00004	0.00015	*
Ni	0.00051	mg/GJ	0.0003	0.0010	*
Se	0.011	mg/GJ	0.004	0.011	*
Zn	0.0015	mg/GJ	0.0008	0.003	*
PCDD/F	1.5	ng I-TEQ/GJ	0.8	2.3	*
Benzo(a)pyrene	0.56	µg/GJ	0.19	0.56	*
Benzo(b)fluoranthene	0.84	µg/GJ	0.28	0.84	*
Benzo(k)fluoranthene	0.84	µg/GJ	0.28	0.84	*
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.84	µg/GJ	0.28	0.84	*

* average of Tier 2 EFs for residential gaseous fuel combustion for all technologies



Table 3-5 Tier 1 emission factors for NFR source category 1.A.4.b, using liquid fuels

Tier 1 default emission factors					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.4.b.i	Residential plants			
Fuel	'Other' Liquid Fuels				
Not applicable	HCH				
Not estimated	NH ₃ , HCB, PCB				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NOx	51	g/GJ	31	72	*
CO	57	g/GJ	34	80	*
NM VOC	0.69	g/GJ	0.4	1.0	*
SOx	70	g/GJ	42	97	*
TSP	1.9	g/GJ	1.1	2.6	*
PM10	1.9	g/GJ	1.1	2.6	*
PM2.5	1.9	g/GJ	1.1	2.6	*
BC	8.5	% of PM _{2.5}	4.8	17	*
Pb	0.012	mg/GJ	0.01	0.02	*
Cd	0.001	mg/GJ	0.0003	0.001	*
Hg	0.12	mg/GJ	0.03	0.12	*
As	0.002	mg/GJ	0.001	0.002	*
Cr	0.20	mg/GJ	0.10	0.40	*
Cu	0.13	mg/GJ	0.07	0.26	*
Ni	0.005	mg/GJ	0.003	0.010	*
Se	0.002	mg/GJ	0.001	0.002	*
Zn	0.42	mg/GJ	0.21	0.84	*
PCDD/F	5.9	ng I-TEQ/GJ	1.2	30	*
Benzo(a)pyrene	80	ug/GJ	16	120	*
Benzo(b)fluoranthene	40	ug/GJ	8	60	*
Benzo(k)fluoranthene	70	ug/GJ	14	105	*
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	160	ug/GJ	32	240	*

* average of Tier 2 EFs for residential liquid fuel combustion for all technologies



Table 3-6 Tier 1 emission factors for NFR source category 1.A.4.b, using biomass ⁴⁾

Tier 1 default emission factors					
	Code	Name			
NFR source category	1.A.4.b.i	Residential plants			
Fuel	Biomass				
Not applicable	HCH				
Not estimated					
Pollutant	Value	Unit	95 % confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NOx	80	g/GJ	30	150	Pettersson et al. (2011) ¹⁾
CO	4000	g/GJ	1000	10000	Pettersson et al. (2011) and Goncalves et al. (2012) ²⁾
NMVOG	600	g/GJ	20	3000	Pettersson et al. (2011) ²⁾
SO2	11	g/GJ	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH3	70	g/GJ	35	140	Roe et al. (2004) ²⁾
TSP	800	g/GJ	400	1600	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) ^{3) 2)}
PM10	760	g/GJ	380	1520	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) ^{3) 2)}
PM2.5	740	g/GJ	370	1480	Alves et al. (2011) and Glasius et al. (2005) ^{3) 2)}
BC	10	% of PM _{2.5}	2	20	Alves et al. (2011), Goncalves et al. (2011), Fernandes et al. (2011), Bølling et al. (2009), US EPA SPECIATE (2002), Rau (1989) ²⁾
Pb	27	mg/GJ	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	mg/GJ	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	mg/GJ	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	mg/GJ	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	mg/GJ	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	mg/GJ	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	mg/GJ	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	mg/GJ	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	mg/GJ	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
PCB	0.06	µg/GJ	0.006	0.6	Hedman et al. (2006) ⁴⁾
PCDD/F	800	ng I-TEQ/GJ	20	5000	Glasius et al. (2005); Hedman et al. (2006); Hübner et al. (2005) ²⁾
Benzo(a)pyrene	121	mg/GJ	12	1210	Goncalves et al. (2012); Tissari et al. (2007); Hedberg et al. (2002); Pettersson et al. (2011); Glasius et al. (2005); Paulrud et al. (2006); Johansson et al. (2003); Lamberg et al. (2011)
Benzo(b)fluoranthene	111	mg/GJ	11	1110	
Benzo(k)fluoranthene	42	mg/GJ	4	420	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	71	mg/GJ	7	710	
HCB	5	µg/GJ	0.1	30	Syc et al. (2011)

**Fattori di emissione per il settore non residenziale****Table 3-8 Tier 1 emission factors for NFR source category 1.A.4.a/c, 1.A.5.a, using gaseous fuels**

Tier 1 default emission factors					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Commercial / institutional: stationary Stationary Other, stationary (including military)			
Fuel	Gaseous Fuels				
Not applicable	HCH				
Not estimated	NH ₃ , PCB, HCB				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NO _x	74	g/GJ	46	103	*
CO	29	g/GJ	21	48	*
NM ₁₀ VOC	23	g/GJ	14	33	*
SO _x	0.67	g/GJ	0.40	0.94	*
TSP	0.78	g/GJ	0.47	1.09	*
PM ₁₀	0.78	g/GJ	0.47	1.09	*
PM _{2.5}	0.78	g/GJ	0.47	1.09	*
BC	4.0	% of PM _{2.5}	2.1	7	*
Pb	0.011	mg/GJ	0.006	0.022	*
Cd	0.0009	mg/GJ	0.0003	0.0011	*
Hg	0.54	mg/GJ	0.26	1.0	*
As	0.10	mg/GJ	0.05	0.19	*
Cr	0.013	mg/GJ	0.007	0.026	*
Cu	0.0026	mg/GJ	0.0013	0.0051	*
Ni	0.013	mg/GJ	0.006	0.026	*
Se	0.058	mg/GJ	0.015	0.058	*
Zn	0.73	mg/GJ	0.36	1.5	*
PCDD/F	0.52	ng I-TEQ/GJ	0.25	1.3	*
Benzo(a)pyrene	0.72	ug/GJ	0.20	1.9	*
Benzo(b)fluoranthene	2.9	ug/GJ	0.7	12	*
Benzo(k)fluoranthene	1.1	ug/GJ	0.3	2.8	*
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1.08	ug/GJ	0.30	2.9	*

* average of Tier 2 EFs for commercial/institutional gaseous fuel combustion for all technologies



Table 3-9 Tier 1 emission factors for NFR source category 1.A.4.a/c, 1.A.5.a, using liquid fuels

Tier 1 default emission factors					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Commercial / institutional: stationary Stationary Other, stationary (including military)			
Fuel	Liquid Fuels				
Not applicable	HCH				
Not estimated	NH ₃ , PCB, HCB				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NO _x	513	g/GJ	308	718	*
CO	66	g/GJ	40	93	*
NM VOC	25	g/GJ	15	35	*
SO _x	47	g/GJ	28	66	*
TSP	20	g/GJ	12	28	*
PM10	20	g/GJ	12	28	*
PM2.5	20	g/GJ	12	28	*
BC	56	% of PM _{2.5}	33	78	*
Pb	0.08	mg/GJ	0.04	0.16	*
Cd	0.006	mg/GJ	0.003	0.011	*
Hg	0.12	mg/GJ	0.04	0.17	*
As	0.03	mg/GJ	0.02	0.06	*
Cr	0.20	mg/GJ	0.10	0.40	*
Cu	0.22	mg/GJ	0.11	0.43	*
Ni	0.008	mg/GJ	0.004	0.015	*
Se	0.11	mg/GJ	0.06	0.22	*
Zn	29	mg/GJ	15	58	*
PCDD/F	1.4	ng I-TEQ/GJ	0.3	7.1	*
Benzo(a)pyrene	1.9	ug/GJ	0.2	1.9	*
Benzo(b)fluoranthene	15	ug/GJ	1.5	15	*
Benzo(k)fluoranthene	1.7	ug/GJ	0.2	1.7	*
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1.5	ug/GJ	0.2	1.5	*

* average of Tier 2 EFs for commercial/institutional liquid fuel combustion for all technologies



Table 3-10 Tier 1 emission factors for NFR source category 1.A.4.a/c, 1.A.5.a, using biomass ⁵⁾

Tier 1 emission factors					
	Code	Name			
NFR source category	1.A.4.a.i	Commercial / institutional: stationary			
	1.A.4.c.i	Stationary			
	1.A.5.a	Other, stationary (including military)			
Fuel	Biomass				
Not applicable	HCH				
Not estimated					
Pollutant	Value	Unit	95 % confidence interval		Reference
			Lower	Upper	
NOx	91	g/GJ	20	120	Lundgren et al. (2004) ⁴⁾
CO	570	g/GJ	50	4000	EN 303 class 5 boilers, 150-300 kW
NMVOG	300	g/GJ	5	500	Naturvårdsverket, Sweden
SO ₂	11	g/GJ	8	40	US EPA (1996) AP-42, Chapter 1.9
NH ₃	37	g/GJ	18	74	Roe et al. (2004) ²⁾
TSP	150	g/GJ	75	300	Naturvårdsverket, Sweden
PM ₁₀	143	g/GJ	71	285	Naturvårdsverket, Sweden ³⁾
PM2.5	140	g/GJ	70	279	Naturvårdsverket, Sweden ³⁾
BC	28	% of PM _{2.5}	11	39	Goncalves et al. (2010), Fernandes et al. (2011), Schmidl et al. (2011) ⁴⁾
Pb	27	mg/GJ	0.5	118	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Cd	13	mg/GJ	0.5	87	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Hg	0.56	mg/GJ	0.2	1	Struschka et al. (2008)
As	0.19	mg/GJ	0.05	12	Struschka et al. (2008)
Cr	23	mg/GJ	1	100	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008)
Cu	6	mg/GJ	4	89	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Ni	2	mg/GJ	0.5	16	Hedberg et al. (2002), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
Se	0.5	mg/GJ	0.25	1.1	Hedberg et al. (2002)
Zn	512	mg/GJ	80	1300	Hedberg et al. (2002), Tissari et al. (2007), Struschka et al. (2008), Lamberg et al. (2011)
PCBs	0.06	µg/GJ	0.006	0.6	Hedman et al. (2006)
PCDD/F	100	ng I-TCDF/GJ	30	500	Hedman et al. (2006)

**Fattori di emissione per il settore mobilità per NOx**

Sector	Subsector	Technology	NOx 2014 t/t ¹ U
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	0,023089245
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,007933986
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,005000622
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,002235538
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,00146733
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,001261313
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,001335869

Sector	Subsector	Technology	NOx 2014 t/t ¹ U
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional	0,007682223
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,011794863
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,012028818
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,012606373
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,012180633
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,010613073
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,003826283

Sector	Subsector	Technology	NOx 2014 t/t ¹ U
Passenger Cars	LPG	Conventional	0,022604895
Passenger Cars	LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,010142809
Passenger Cars	LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,005195033
Passenger Cars	LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,002286982
Passenger Cars	LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,001587573
Passenger Cars	LPG	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,001361283

¹t/t= tonnellate di inquinante su tonnellate combustibile.



Passenger Cars	LPG	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,001361283
----------------	-----	-------------------------	-------------

**Fattori di emissione per il settore mobilità per PM10**

Sector	Subsector	Technology	PM10 2014 t/t U
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	0,000370973
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,000348919
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,000313208
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,000285985
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,000264242
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,000321733
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,000323489

Sector	Subsector	Technology	PM10 2014 t/t U
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional	0,004136566
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,001573138
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,001252614
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,000978959
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,001175867
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,000345784
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,000340029

Sector	Subsector	Technology	PM10 2014 t/t U
Passenger Cars	LPG	Conventional	0,000316645
Passenger Cars	LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,000330542
Passenger Cars	LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,000319372
Passenger Cars	LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,000287917
Passenger Cars	LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,000285554
Passenger Cars	LPG	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,000285554
Passenger Cars	LPG	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,000285554

**Fattori di emissione per il settore mobilità per PM2,5**

Sector	Subsector	Technology	PM2,5 2014 t/t U
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	0,000218033
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,000205071
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,000184082
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,000157907
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,000145901
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,00017987
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,000181626

Sector	Subsector	Technology	PM2,5 2014 t/t U
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional	0,004026798
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,001433234
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,001123176
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,000840493
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,001016001
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,000212109
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,000202004

Sector	Subsector	Technology	PM2,5 2014 t/t U
Passenger Cars	LPG	Conventional	0,000186102
Passenger Cars	LPG	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,00019427
Passenger Cars	LPG	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,000187705
Passenger Cars	LPG	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,000158973
Passenger Cars	LPG	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,000157669
Passenger Cars	LPG	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,000157669
Passenger Cars	LPG	PC Euro 6 - EC 715/2007	0,000157669