OGGETTO

Emissioni e immissioni di PM10 in Canton Ticino e proposta di provvedimenti contro lo smog invernale

TITOLO

Aggiornamento delle emissioni e delle immissioni di PM10 per il Canton Ticino

DOCUMENTO NR.

30-0074 B-AMB01-A

COMMITTENTE

Ufficio dell'aria del clima e delle energie rinnovabili (UACER)

Dipartimento del territorio
Via F. Zorzi 13
CH-6501 Bellinzona

LUOGO E DATA

Rivera, 2 marzo 2017

30-0074_B-AMB01-B_MAR-A_rapporto_conclusivo.docx / Pagine complessive: 81

ESTENSORI

Dr. Angelo Bernasconi

Dr. Dario Bozzolo

ing. Agnese Martignoni

MSc. Nicola Notari

Indice

1. INTRODUZIONE ... 4
1.1. Stato dell'aria in Ticino ... 4
1.2. Mandato ... 6
1.3. Struttura e contenuto del rapporto ... 7

2. BASI LEGALI E TECNICHE ... 8
2.1. Obiettivi della politica di protezione dell'aria ... 8
2.2. Inquinanti atmosferici e loro processi di trasformazione ... 8
2.3. Effetti delle polveri fini sulla salute ... 13

3. EMISSIONI ANNUALI DI PM10 ... 18
3.1. Trasporti ... 19
3.2. Economie domestiche ... 25
3.3. Industria, artigianato e servizi ... 29
3.4. Selvicoltura e Agricoltura ... 34

4. EMISSIONI GIORNALIERE DI PM10 ... 36

5. IMMISSIONI DI PM10 ... 39
5.1. Stazioni di misura e periodo considerato ... 39
5.2. Stato delle immissioni anno 2015 ... 41
5.3. Evoluzione delle immissioni 2003-2015 ... 43
5.4. Correlazione fra le misure presso diverse stazioni ... 45
5.5. Correlazione tra PM10 e ossidi di azoto ... 46
5.6. Analisi tramite cluster ... 48
5.7. Analisi dell'influsso di diversi parametri meteorologici ... 53
5.8. Correlazione fra valori di immissione misurati e emissioni primarie di PM10 ... 63

6. PROVVEDIMENTI ... 67
6.1. Provvedimenti già in atto ... 67
6.2. Criteri di valutazione per nuovi provvedimenti ... 68
6.3. Valutazione e caratterizzazione dei nuovi provvedimenti ... 69
6.4. Descrizione dei nuovi provvedimenti ... 73

7. CONCLUSIONI ... 77

8. BASI ... 79
8.1. Basi legali ... 79
8.2. Altre basi ... 79

Lista Allegati

Allegato 1: Catalogo dei provvedimenti

Lista delle abbreviazioni

DT	Dipartimento del territorio del Canton Ticino
LPAmb	Legge federale sulla protezione dell'ambiente
IARC	International Agency for Research on Cancer
IAS	Industria, artigianato e servizi
OIAt	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico
PM10	Polveri fini con un diametro aerodinamico uguale o inferiore a 10 micrometri (µm), polveri respirabili
PRA	Piano di risanamento dell'aria
ROIAt	Regolamento d'applicazione dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico
SAC	Superficie per l'avvicendamento delle colture
SAU	Superficie agricola utile
SUL	Superficie utile lorda
TFM	Traffico feriale medio
TGM	Traffico giornaliero medio
UACER	Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente
USTRA	Ufficio federale delle strade
VL	Veicoli leggeri
VLI	Valore limite d'immissione
VOC	Composti organici volatili (Volatile Organic Compounds)
VP	Veicoli pesanti

1. Introduzione

1.1. Stato dell'aria in Ticino

In Ticino nell'ultimo ventennio si è osservata una diminuzione, più o meno marcata, delle concentrazioni di tutti gli inquinanti atmosferici.

Nonostante questo miglioramento, i valori limite d'immissione fissati dall'OIAt di diversi inquinati atmosferici rimangono tuttora superati. Particolarmente critici sono l'ozono (O_3) e le polveri fini (PM10), i quali presentano concentrazioni superiori ai limiti OIAt su un'ampia fascia del territorio cantonale [33].

Il presente studio si concentra sull'inquinamento da polveri fini (PM10).

1.1.1. Concentrazioni e valori limite d'immissione delle polveri fini (PM10) in Ticino

L'inquinamento da polveri fini è di particolare importanza per l'igiene dell'aria ticinese. Le concentrazioni di questo inquinante sono misurate già da decenni in stazioni di misura distribuite su tutto il territorio cantonale, rendendo così possibile l'analisi dell'evoluzione temporale e la caratterizzazione spaziale di questo inquinante.

L'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt) definisce per le PM10 due valori limite d'immissione: uno per il valore medio annuo (inquinamento cronico) e uno per il valore medio giornaliero (inquinamento acuto) (vedi Tabella 1).

Valori limite d'immissione (VLI) PM10 – Allegato 7, OIAt	
20 µg/m^3	Valore annuo medio (media aritmetica)
50 µg/m^3	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo una volta all'anno

Tabella 1: Valori limite d'immissione per le PM10 secondo l'allegato 7 dell'OIAt [2].

Nella Figura 1 sono rappresentate le serie storiche delle concentrazioni annuali medie di PM10 registrate in 6 stazioni di misura distribuite sul territorio ticinese a partire dall'anno 2000. In tutte le stazioni si osserva una tendenza positiva, seppure modulata dalle condizioni meteorologiche che variano di anno in anno e che influenzano in maniera simile le serie di dati rilevati nelle diverse località del Cantone. In generale si osserva un inquinamento cronico di polveri fini ancora eccessivo nelle parti meridionali del Cantone.

La Figura 2 mostra il numero di giorni all'anno con superamento del limite d'immissione di PM10 medio su 24 h (50 µg/m^3) in 4 località del Cantone dal 2000 al 2015. In generale anche per questo indicatore, caratterizzante la componente più acuta dello smog di polveri fini, si osserva una tendenza evolutiva positiva. Tuttavia durante i periodi freddi sono ancora frequenti i superamenti del limite fissato dall'OIAt. Fa eccezione il 2014, quando le condizioni metereologiche – caratterizzate da temperature elevate e precipitazioni abbondanti –hanno permesso di rispettare nel Sopraceneri il limite di 50 µg/m^3 per le concentrazioni medie giornaliere.

In sintesi in Ticino si può affermare che negli ultimi anni la situazione dell'inquinamento da polveri fini è migliorata. Ciononostante, sia per quanto concerne la concentrazione media annua sia per quanto concerne le concentrazioni giornaliere, le immissioni di questo inquinante restano superiori ai valori limite d'immissione imposti dall'OIAt in ampie zone del Cantone.

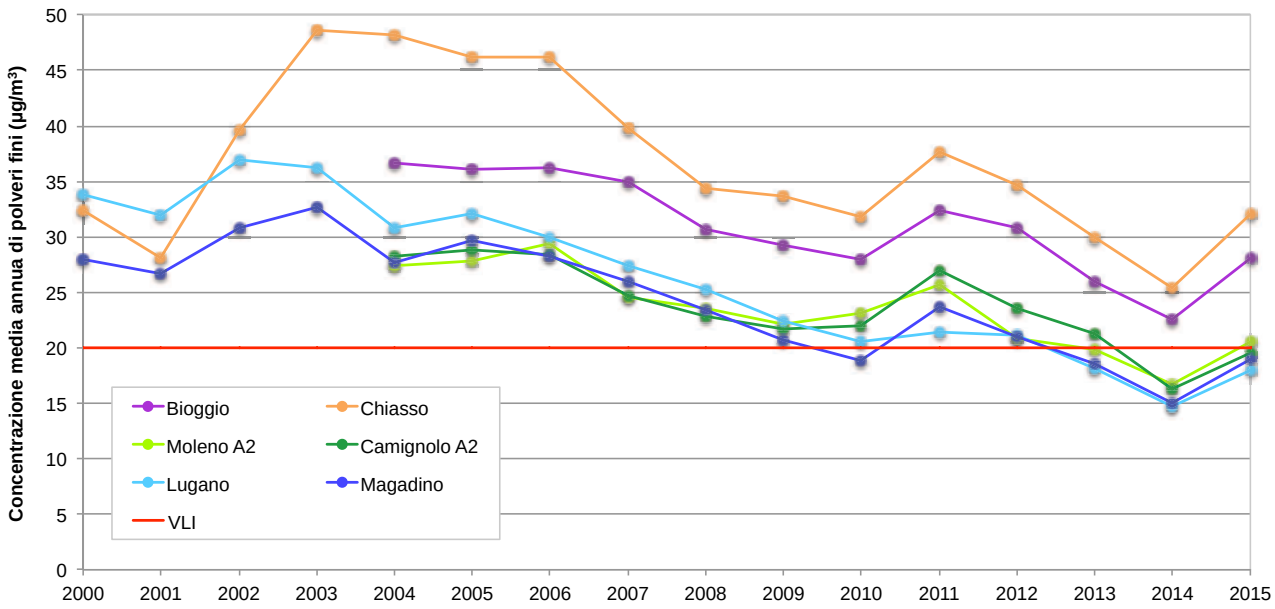

Figura 1: ***Concentrazioni medie annue di PM10 in 6 località ticinesi dal 2000 al 2015. La linea rossa rappresenta il valore limite d'immissione medio annuo (20 µg/m³).***

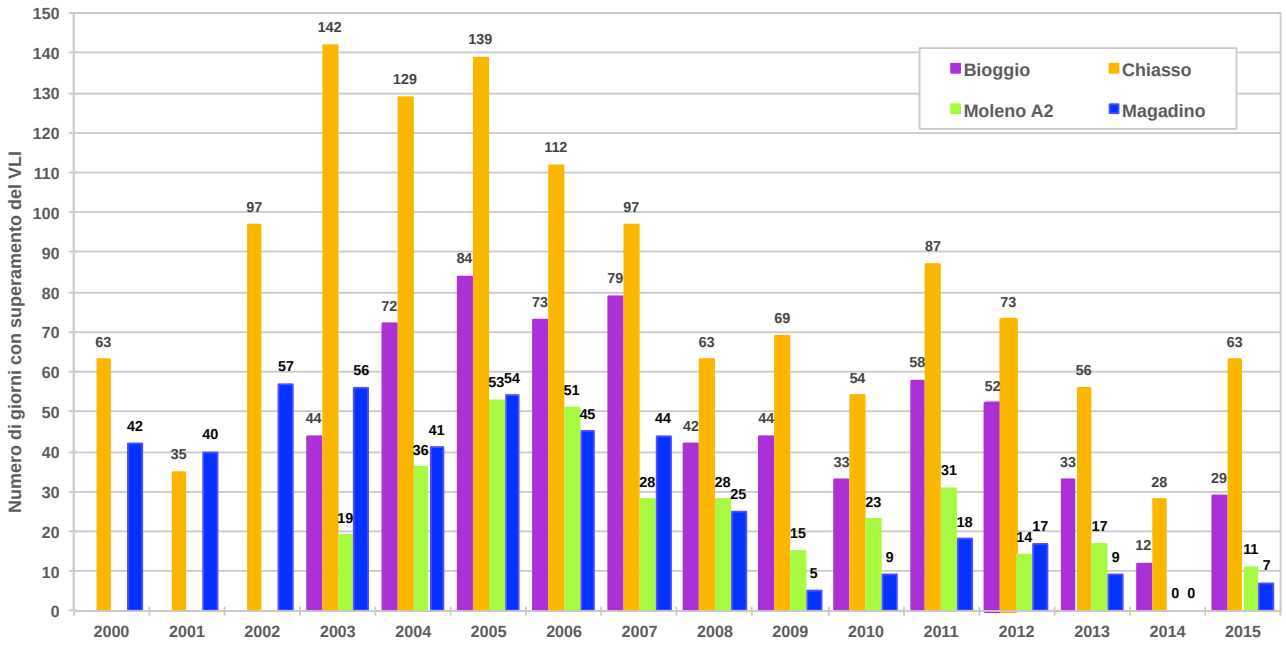

Figura 2: ***Numero di giorni per anno con superamento del valore limite d'immissione su 24 h in 4 stazioni di misura ticinesi dal 2000 al 2015.***

1.1.2. Piano di risanamento dell'aria

Conformemente all'art. 44a della Legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) e all'art. 31 dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt), in casi in cui le immissioni atmosferiche possono avere effetti nocivi o molesti, il Cantone ha l'onere di allestire un piano dei provvedimenti che contenga misure atte a diminuire o ad eliminare tali effetti entro un periodo prestabilito. Il piano viene attuato se è accertato o se c'è da aspettarsi che, nonostante la limitazione preventiva delle emissioni, si producano immissioni eccessive causate da un'infrastruttura per i trasporti o da più impianti stazionari.

Secondo l'art. 32 dell'OIAt il piano di risanamento dell'aria deve indicare le fonti delle emissioni all'origine delle immissioni eccessive, l'importanza delle emissioni delle singole fonti in rapporto al carico ambientale totale e i provvedimenti per ridurre ed eliminare le immissioni eccessive, indicandone anche l'effetto, le basi legali, i termini e le autorità competenti.

In Ticino il primo Piano di risanamento dell'aria è entrato in vigore nel 1991 ed è stato aggiornato nel 2007 quando il Consiglio di Stato ha adottato il Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007–2016, PRA [36].

Oltre al PRA nel Canton Ticino sono in vigore Piani di provvedimenti specifici per il traffico stradale regionale. In particolare nel 2002 è stato adottato il Piano di risanamento dell'aria del Luganese (PRAL) e nel 2005 i Piano di risanamento dell'aria del Mendrisiotto (PRAM).

1.2. Mandato

Come illustrato nel capitolo 1.1 in Ticino le immissioni di polveri fini (PM10) superano ancora regolarmente i limiti imposti dall'OIAt. Data la criticità di queste immissioni il Canton Ticino ha deciso di aggiornare il PRA ponendo particolare attenzione a questo inquinante.

Il mandato consiste nell'aggiornamento dei dati riguardanti le emissioni e le immissioni di polveri fini (PM10) tenendo conto dello sviluppo tecnologico avvenuto negli ultimi 10 anni. È pure richiesta una revisione dei provvedimenti adottati per combattere questo tipo di inquinamento.

Gli obiettivi di questo studio consistono pertanto nel:

- quantificare le emissioni di PM10 per lo stato attuale (2015) e uno scenario futuro (2030) sul territorio ticinese evidenziandone le principali fonti;
- analizzare la distribuzione spaziale delle immissioni di PM10 sul territorio ticinese evidenziandone la loro correlazione con le emissioni primarie di PM10, con le immissioni di altri inquinanti atmosferici e con le condizioni metereologiche;
- suggerire provvedimenti specifici per ridurre l'inquinamento da PM10, distinguendo tra provvedimenti durevoli, stagionali o d'urgenza per periodi con livelli critici d'inquinamento e tenendo conto della loro efficienza (rapporto costi/benefici) e efficacia (forza di un provvedimento).

1.3. Struttura e contenuto del rapporto

Dopo una breve introduzione riguardante gli obiettivi della politica di protezione dell'aria e una descrizione dell'inquinamento da polveri fini (dimensioni, composizione e formazione) e del loro impatto sulla salute (cap. 2), sono descritte le emissioni annuali di PM10 in Ticino per lo stato attuale (2015) e lo scenario futuro (2030) (cap. 3) e i risultati della quantificazione delle emissioni giornaliere per lo stato attuale (2015) (cap.4).

Le immissioni di PM10 sono illustrate in dettaglio nel cap.5 per meglio capire i meccanismi che maggiormente incidono sull'inquinamento da polveri fini e ricavare delle informazioni precise sulle relazioni tra causa e effetto.

Infine nel capitolo 6 sono descritti i provvedimenti proposti per diminuire l'inquinamento da PM10 in Ticino. Le schede tecniche di questi provvedimenti sono raccolte nell'Allegato 1.

2. Basi legali e tecniche

2.1. Obiettivi della politica di protezione dell'aria

Gli obiettivi della politica federale in materia di protezione dell'aria sono ancorati nella Legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) e definiti più concretamente nell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt). I limiti d'immissione vengono rispettati o raggiunti grazie ad un concetto di protezione delle immissioni a *due fasi*.

- La prima fase si focalizza sulla *prevenzione*. Grazie a misure alla fonte occorre limitare nella misura massima consentita dal progresso tecnico, dalle condizioni d'esercizio e dalle possibilità economiche gli inquinanti atmosferici.
- Con la seconda fase si cerca di *evitare gli effetti nocivi*. Se è accertato o c'è da aspettarsi che a causa di diverse fonti di emissione si producano immissioni eccessive, allora occorre allestire un *Piano dei provvedimenti* giusta l'articolo 44a LPAmb e art. 31 ss. OIAt. Il piano dei provvedimenti deve indicare le misure che contribuiscono a ridurre o eliminare le immissioni eccessive nei tempi fissati dall'Ordinanza.

Nel rapporto sullo sviluppo della strategia di risanamento dell'aria del Consiglio federale [19] vengono indicati per l'intera Svizzera gli obiettivi di riduzione delle emissioni. Per poter rispettare i valori limite di immissione (obiettivo ecologico) è necessario ridurre le emissioni di PM10 di circa il 45% rispetto al 2000.

Nelle polveri fini sono contenute anche delle sostanze cancerogene come ad esempio le particelle di fuliggine provenienti dai motori diesel (fuliggine da diesel) e dagli impianti di combustione della legna. Questo tipo di sostanze è da annoverare già in concentrazioni minime tra le sostanze pericolose per la salute. In presenza di particelle di fuliggine, anche se gli obiettivi ecologici relativi alle PM10 sono rispettati, non si può dunque escludere il rischio per la salute delle persone. In questo senso le emissioni di queste sostanze cancerogene vanno ulteriormente limitate.

2.2. Inquinanti atmosferici e loro processi di trasformazione

Le emissioni di sostanze inquinanti dalle diverse fonti antropiche (trasporti, economie domestiche, industria/artigianato/servizi, agricoltura e selvicoltura) influiscono sull'ambiente sia direttamente che a seguito di processi di trasformazione.

Molti problemi relativi all'igiene dell'aria sono strettamente connessi tra loro. La medesima fonte emette diversi inquinanti atmosferici il cui effetto non è circoscritto alle sue immediate vicinanze. Gli inquinanti atmosferici vengono trasformati e trasportati per lunghe distanze e possono quindi espletare il loro influsso negativo su ricettori sensibili anche lontano dalle fonti di emissione. La Figura 3 mostra, in forma semplificata, alcune relazioni tra i principali inquinanti atmosferici.

In questo schema semplificato non sono indicati i meccanismi chimici di formazione di sostanze inquinanti. Essi sono particolarmente importanti per la formazione fotochimica dell'ozono e la formazione delle polveri fini secondarie dai loro rispettivi precursori. Un altro aspetto non considerato è la relazione tra inquinamento dell'aria e cambiamenti climatici. Se da una parte i processi che avven-

gono nell'atmosfera e che portano alla formazione delle sostanze inquinanti è influenzato dalla meteorologia (soprattutto temperatura e irraggiamento), d'altra parte alcune sostanze inquinanti hanno un influsso sul clima (in particolare la fuliggine e altre particelle fini, il metano, l'ozono e i gas esilaranti).

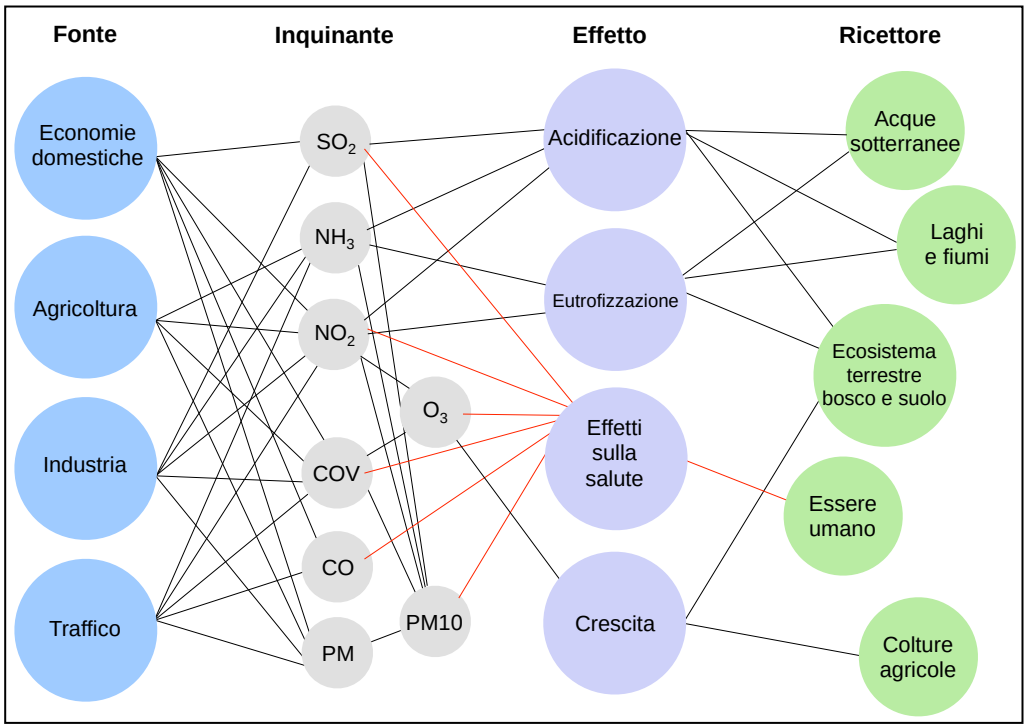

Figura 3: ***Rappresentazione schematica delle relazioni che intercorrono tra le fonti di emissioni (blu), le sostanze inquinanti (grigio), gli effetti (viola) e i ricettori (verde). SO_2: diossido di zolfo, NH_3: ammoniaca, NO_2: diossidi di azoto, O_3: ozono, COV: composti organici volatili, PM: polveri primarie (quali fuliggine, cristalli di sale o particelle minerali), PM10: polveri fini (con una parte di polveri fini secondarie).***

Le particelle di polvere presentano forme diverse (cfr. Figura 4), sono formate da composti molto disparati e provengono da diverse fonti naturali e antropiche. Nell'atmosfera troviamo particelle primarie come fuliggine, cenere volatile, cristalli di sale o particelle minerali, ma anche particelle secondarie, che si formano nell'aria da gas precursori.

Come si può osservare nella Figura 5 la grandezza delle polveri sottili può variare significativamente. Nella curva di distribuzione delle dimensioni delle particelle è possibile individuare tre massimi (modi), dai quali si possono estrapolare tre categorie di particelle:

- Particelle ultrafini con un diametro inferiore a 0.1 µm, sono il prodotto diretto di combustioni non complete (in "nuclei mode" (A)) oppure di processi di trasformazioni di gas precursori.
- Particelle fini con un diametro inferiore a 2.5 µm (soprattutto in "accumulation mode" (B)), si formano da piccole particelle attraverso l'assorbimento di gas o coagulazione.
- Particelle grossolane con un diametro tra 2.5 e 10 µm (in "coarse mode"(C)), sono in prevalenza prodotte meccanicamente.

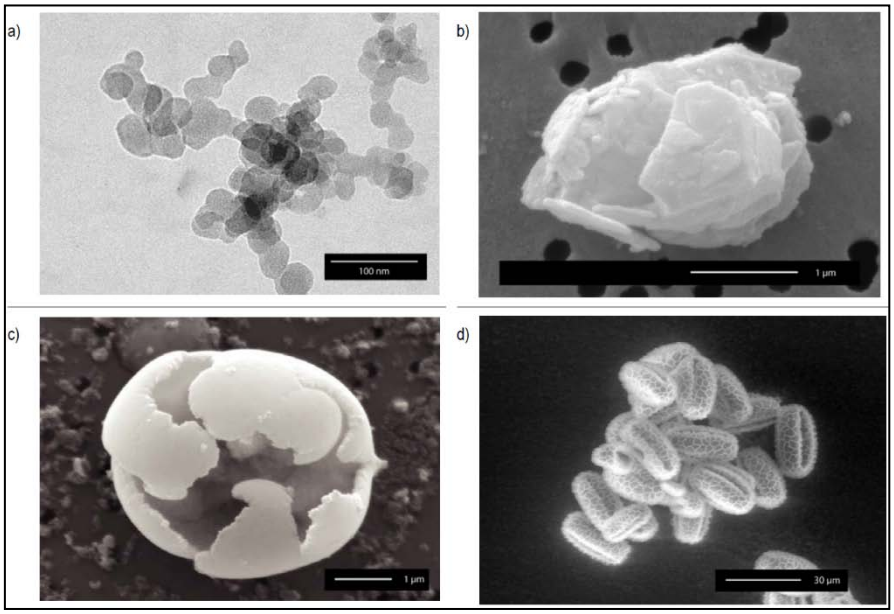

Figura 4: ***Immagini al microscopio [13]: a) agglomerato di fuliggine diesel; b) particella minerale (particella di roccia); c) particella di abrasione della ferrovia; d) polline.***

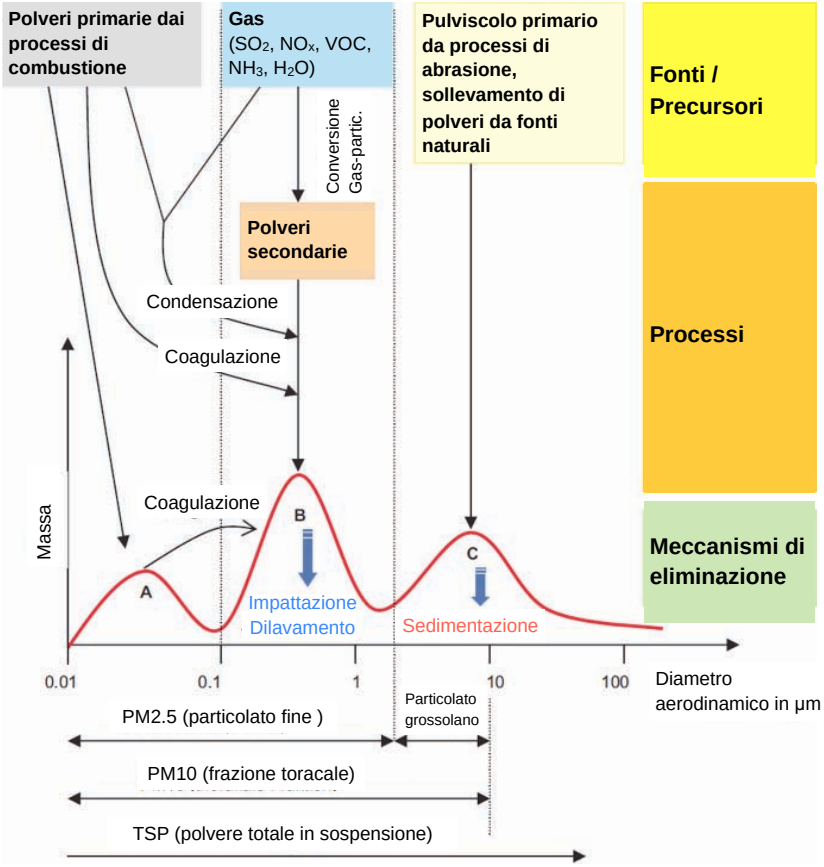

Figura 5: ***Schema semplificato della distribuzione delle dimensioni degli aerosol atmosferici in vicinanza della fonte e dei processi più importanti [13]: A particelle ultrafini, B particelle fini, C particelle grossolane. Le PM10 sono la frazione toracale, cioè le polveri fini che attraverso la laringe raggiungono i bronchi e gli alveoli.***

Nelle PM10 è conteggiata la massa di tutte le particelle con diametro inferiore a 10 µm. Quando respiriamo queste particelle possono superare la barriera rappresentata dalle ciglia nasali e si insinuano nei bronchi e negli alveoli (vedi capitolo 2.3). Analogamente nelle PM2.5 è conteggiata la massa di tutte le particelle con diametro inferiore a 2.5 µm, e nelle PM1 la massa di quelle inferiori a 1 µm. TSP è l'abbreviazione di "Total Suspended Particulate Matter" e contempla tutte le polveri in sospensione nell'aria fino ad un diametro massimo di ca. 40 µm.

Le polveri in sospensione sono una miscela complessa di sostanze chimiche. Spesso persino una singola particella non è una sostanza pura. Di seguito sono elencante le componenti chimiche più importanti, se consideriamo la massa, degli aerosol:

- **Polveri contenenti carbonio (Total Carbon, TC)**

  Rappresentano una parte importante delle polveri fini e possono essere ulteriormente classificate in componenti di carbonio elementare (EC) e carbonio organico (OC):

  - *Carbonio elementare (*o *nero*), abbreviato con EC (Elementar Carbon) o BC (Black Carbon). Si tratta in prevalenza di particelle fini che si formano a seguito di processi di combustione incompleti, ad es. fuliggine diesel. Le particelle atmosferiche di questo tipo sono solitamente degli agglomerati di particelle primarie che possono aver assorbito altri composti chimici.
  - *Carbonio organico (OC, Organic Carbon)* o composti organici contenenti carbonio (OM; Organic Material). Nel caso di combustioni incomplete (ad es. nei motori o durante la combustione di legna) si formano dei composti organici gassosi. Quando i gas di scarico si raffreddano è possibile che le sostanze volatili più pesanti siano soggette a nucleazione (particelle ultrafini) o condensino su particelle esistenti. Queste particelle vengono liberate nell'atmosfera e sono denominate aerosol organici primari (POA). È inoltre possibile che particelle di carbonio organico vengano create nell'atmosfera come aerosol organici secondari (SOA) che di norma hanno un diametro tra 1 e 2.5 µm. Le particelle SOA si formano a seguito dell'ossidazione di emissioni di gas di origine biologica come i terpeni (emessi in particolare dalle conifere) e gli isopreni (emessi dalle latifoglie), oppure di gas emessi dalle attività umane come ad esempio i composti aromatici (toluene, xilene).

    Anche le particelle grossolane possono contenere carbonio, ad es. quelle derivanti dall'abrasione di pneumatici o quelle che si liberano dalla lavorazione di legname o direttamente dai vegetali (pollini, ecc.).

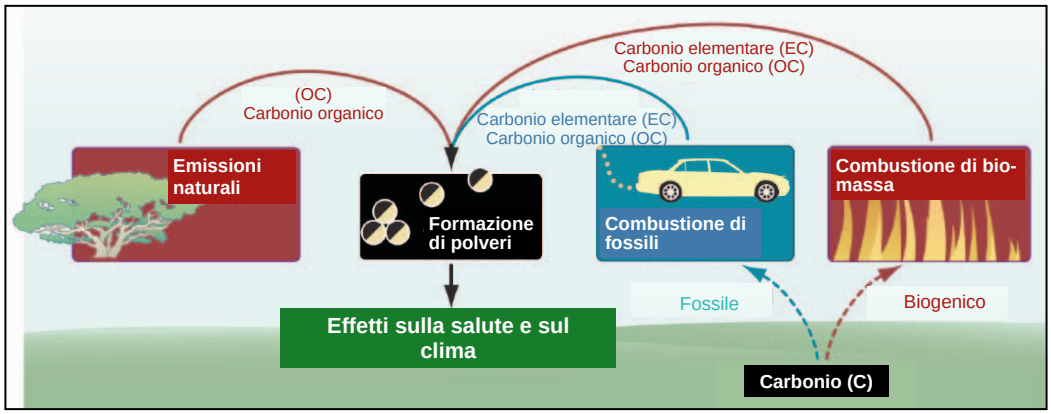

Figura 6: ***Particelle contenti carbonio (TC): una componente delle polveri fini [39]. Classificazione delle fonti di OC e EC con il metodo del ^{14}C.***

- **Solfati di ammonio ($(NH_4)_2SO_4$ e NH_4HSO_4) e nitrato di ammonio (NH_4NO_3)**

  Sono detti aerosol secondari perché si formano nell'atmosfera da gas precursori quali l'ammoniaca (NH_3) e a seguito dell'ossidazione dell'ossido di zolfo (SO_2) e degli ossidi di azoto (NO_x). Si presentano soprattutto in "accumulation mode" (cioè con un diametro inferiore ai 2.5 µm).

- **Componenti minerali (ad es. silicato di alluminio, carbonato di calcio e gesso)**

  Si formano a seguito di attività in cantieri, cave di ghiaia e in agricoltura (lavorazione dei campi) e dal sollevamento di polveri presenti sulle strade e sul terreno. Qualche volta può anche succedere che le correnti atmosferiche trasportino in Svizzera le polveri di sabbia provenienti dal Sahara. Si tratta principalmente di polveri grossolane che si sedimentano relativamente veloce.

- **Metalli**

  Si formano tramite abrasione (ad es. ferrovia, cavi degli elettrodotti, pneumatici dei veicoli durante le frenate) o da processi industriali (industria metallurgica), ma anche dai fuochi d'artificio. Queste polveri sono in prevalenza grossolane (hanno un diametro tra i 2.5 e i 10 µm).

La concentrazione e la composizione media delle PM10 variano considerevolmente con la distanza dalla fonte di emissione e sono influenzate dalla topografia. Nella Figura 7 è riportata la composizione delle polveri in diverse stazioni di misura svizzere [39]. Complessivamente si può osservare che in tutte le stazioni le polveri sono composte in buona parte da carbonio elementare e composti organici. I sali di ammonio formatisi secondariamente si misurano ovunque; la loro composizione è diversa a dipendenza delle fonti che hanno influsso nei diversi luoghi. In tutte le stazioni giocano inoltre un ruolo importante le concentrazioni di nitrati e solfati.

Compressivamente si piò osservare che le stazioni localizzate al sud delle Alpi (Chiasso, Magadino e Moleno) registrano concentrazioni di PM10 più elevate rispetto alle altre stazioni svizzere. Per queste tre stazioni si nota inoltre che il contributo di particelle contenenti carbonio (OC e EC) è estremamente importante.

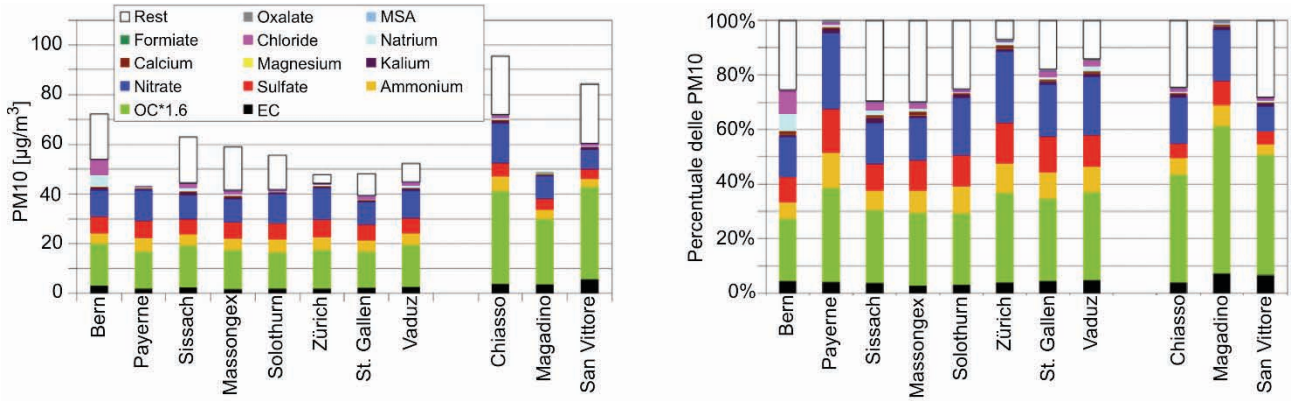

Figura 7: ***Concentrazioni assolute (sinistra) e concentrazioni relative (destra) delle componenti delle polveri fini PM10 in diverse stazioni della Svizzera nell'inverno 2011/2012 [39].***

Nella Figura 8 sono illustrate le tipologie di particelle contenenti carbonio nelle PM10. Si fa distinzione fra componenti organiche di origine fossile (OC_F), componenti organiche di origine non fossile

(OC_{NF}), carbonio elementare di origine fossile (EC_F) e carbonio elementare di origine non fossile (EC_{NF}).

È interessante notare come nelle stazioni lungo strade trafficate (come ad esempio Moleno e Chiasso) la fuliggine prodotta dalla combustione dei motori a diesel (EC_F) abbia un'importanza maggiore rispetto alla fuliggine prodotta dalla combustione della legna (EC_{NF}), mentre nelle stazioni meno influenzate dal traffico stradale – come ad esempio Magadino e in particolare San Vittore – la fuliggine prodotta dalla combustione della legna gioca un ruolo più importante.

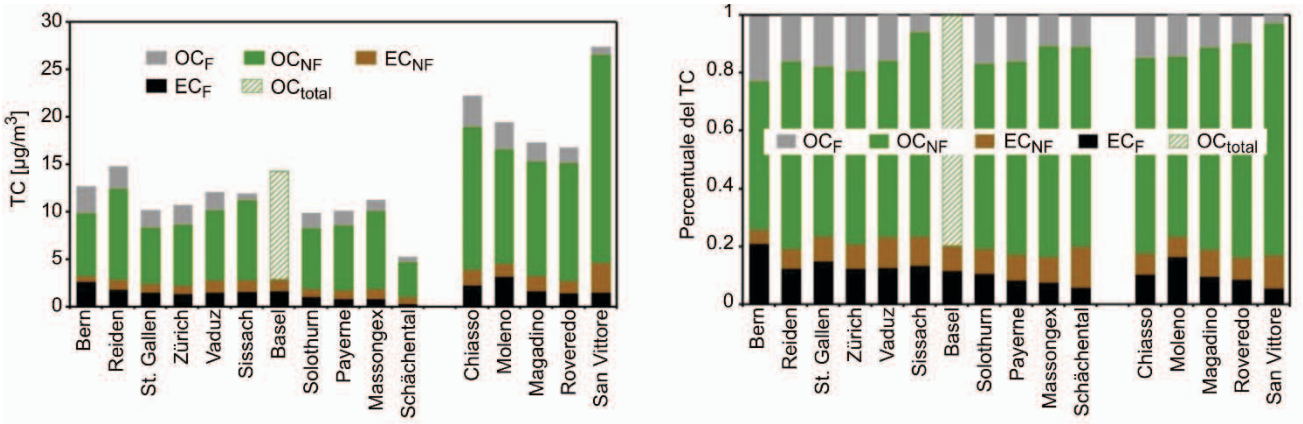

Figura 8: ***Concentrazioni assolute (sinistra) e concentrazioni relative (destra) delle particelle contenenti carbonio (TC) in diverse stazioni della Svizzera nell'inverno 2011/2012 [39].***

2.3. Effetti delle polveri fini sulla salute

Le polveri fini hanno diversi effetti sulla salute che dipendono soprattutto dalla loro grandezza (PM10, PM2.5, …) e dalla loro composizione.

La grandezza delle particelle di polvere influenza in particolare i meccanismi di deposizione e quindi l'accumulo delle particelle nel nostro apparato respiratorio (Figura 9):

- Può succedere che a causa della loro massa e della loro inerzia, le polveri grossolane non seguano il flusso dell'aria inspirata, che arrivata alle ramificazioni dell'albero bronchiale cambia direzione; esse si depongono quindi per collimazione in questi punti.
- Le polveri fini si depositano a causa della forza gravitazionale sulla mucosa polmonare soprattutto nelle zone più interne dei polmoni dove la velocità di circolazione è bassa.
- Le polveri ultrafini (con diametro < 1 µm) a seguito di rallentamenti e collisioni casuali con altre molecole presenti nel flusso d'aria possono depositarsi sulla superficie degli alveoli, da dove possono entrare nel sangue. Questo meccanismo avviene prevalentemente nella regione alveolare.

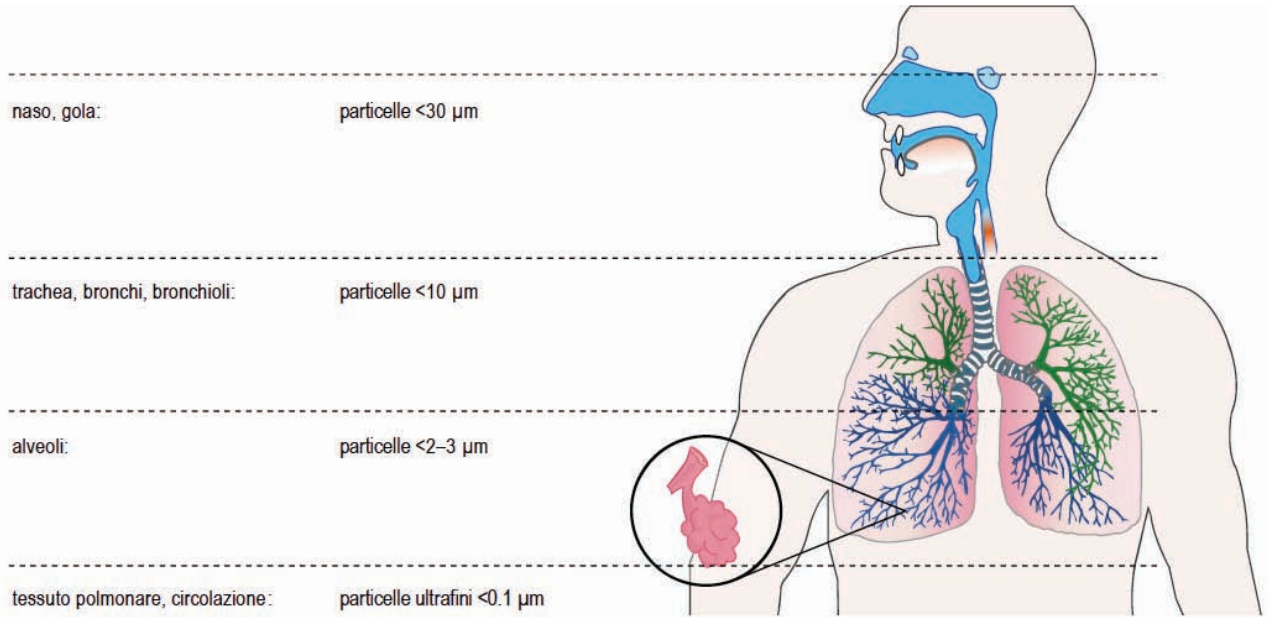

Figura 9: ***Deposizione di particelle nell'apparato respiratorio umano [14].***

La deposizione delle particelle nell'apparato respiratorio umano può danneggiare sia le vie respiratorie che l'apparato cardiovascolare. Nella Figura 10 sono riassunti i possibili effetti delle polveri fini sulla salute umana.

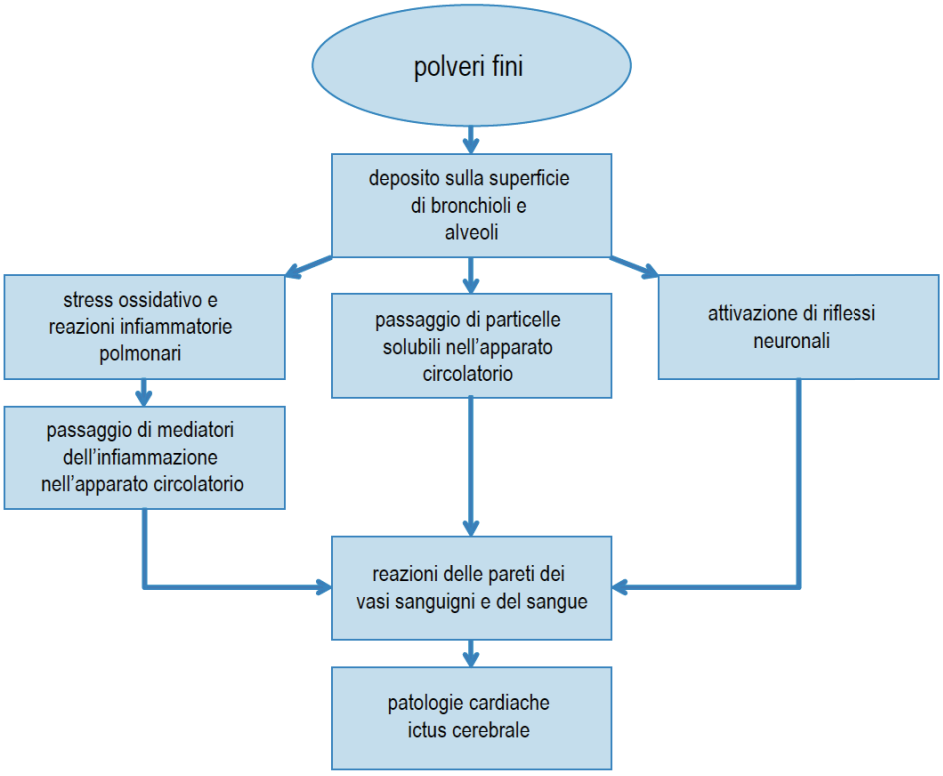

Figura 10: ***Schema degli effetti a catena provocati dalle polveri fini nel nostro corpo [14].***

2.3.1. Effetti a breve termine delle polveri fini sulla salute

Decessi

Lo studio APHEA 2 [6], condotto su diverse città europee, ha evidenziato una relazione statistica diretta tra la mortalità giornaliera e le concentrazioni giornaliere di polveri fini: un aumento delle concentrazioni di PM10 di 10 µg/m^3 provoca una crescita di ca. 0.6% della mortalità.

Ospedalizzazioni, sintomi e assunzioni di medicamenti

L'aumento del carico di polveri in sospensione è correlato con un numero maggiore di ospedalizzazioni e di consultazioni mediche presso i centri di pronto soccorso. I problemi di salute osservati riguardano il sistema cardiovascolare e quello respiratorio. Lo studio APHEA [6], che raggruppa i dati di 8 città europee, ha mostrato un aumento dei ricoveri a causa di malattie cardiovascolari e respiratorie dello 0.5% per ogni 10 µg/m^3 di PM10 in più durante il giorno precedente (a quello di campionamento). Parallelamente è stato osservato un aumento dell'1% dei ricoveri di persone anziane a causa di malattie alle vie respiratorie e di giovani a causa dell'asma.

2.3.2. Effetti a lungo termine delle polveri sulla salute

Mortalità e speranza di vita

L'effetto del carico cronico di polveri fini sulla mortalità è stato indagato in diversi studi di coorte, relazionando le diverse componenti delle polveri fini (PM2.5, PM10, …) con la speranza di vita. Uno studio americano (1982-1988) [24] – che ha preso in considerazione più di 500'000 persone – ha dimostrato, che un aumento delle concentrazioni di PM2.5 di 10 µg/m^3 ha quale conseguenza un aumento del 6% della mortalità. In combinazione con malattie cardiopolmonari si è potuto costatare un aumento della mortalità del 9% a ogni aumento di 10 µg/m^3 delle concentrazioni di PM2.5.

Considerato che in Svizzera (e in Ticino) circa il 70-80% della massa di PM10 è composta da PM2.5 [8], e visto che i due parametri sono strettamente correlati, si può assumere che gli effetti descritti sopra valgono anche per le PM10.

Rischio a lungo termine di contrarre delle malattie

Le concentrazioni elevate di polveri fini nell'aria possono avere effetti sia sulle vie respiratorie (rallentamento della crescita dei polmoni nei bambini, malattie infettive, riduzione della funzionalità polmonare, asma, bronchite cronica, ecc.) sia sul sistema cardiocircolatorio (alterazioni della coagulazione sanguigna, ipertensione arteriosa, arteriosclerosi, restringimento delle arterie coronarie, disturbi al ritmo cardiaco, ictus celebrale, ecc.).

Studi effettuati in Svizzera (vedi Figura 11) hanno ad esempio evidenziato che le immissioni di PM10, rilevate nelle stazioni di misura ufficiali, sono correlate con la capacità respiratoria negli adulti (SAPALDIA, [3]). Più elevate sono le immissioni più ridotta è la capacità respiratoria e la possibilità dell'insorgere di malattie e sintomi alle vie respiratorie non di origine allergica nei bambini e negli adulti.

Le analisi più recenti svolte in Svizzera sui bambini in età scolastica hanno potuto dimostrare una relazione diretta tra l'inquinamento da PM10 e le infezioni alle vie respiratorie e gli effetti irritanti (SCARPOL [10], Figura 12).

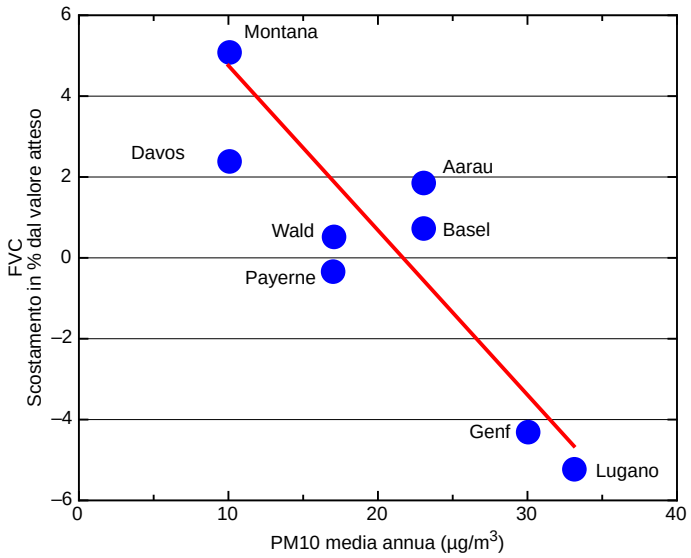

Figura 11: ***Media annua delle PM10 e funzione polmonare negli adulti in Svizzera [3].***

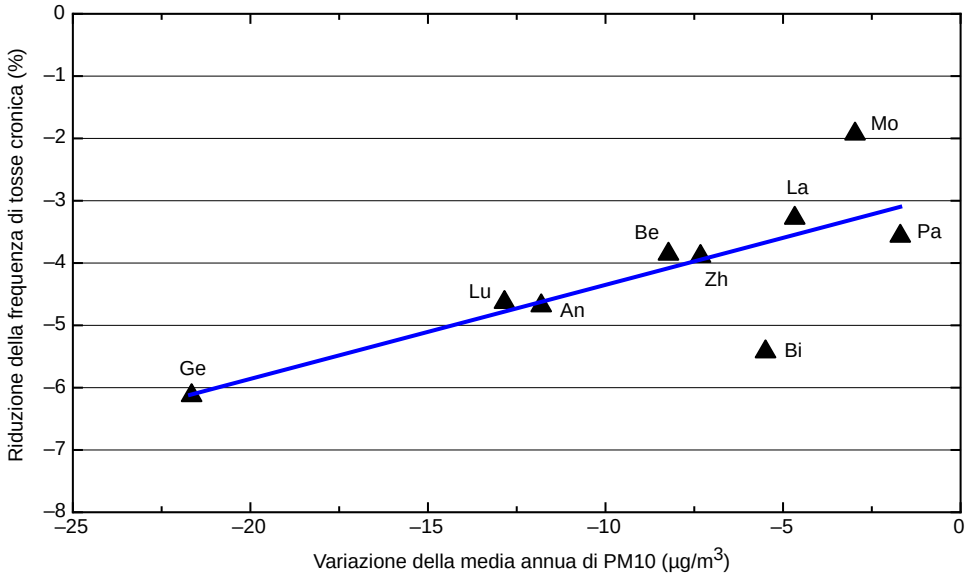

Figura 12: ***Diminuzione dell'inquinamento da PM10 a cui sono sottoposti i bambini in età scolastica e riduzione della frequenza di tossi croniche dal 1992/1993 al 1998/2001 [10].***

Rischio a lungo termine di insorgenza del cancro ai polmoni

Le ricerche mediche relative alla salute sul posto di lavoro riconoscono che il rischio di insorgenza del cancro ai polmoni è correlato a determinate particelle di inquinanti atmosferici, quali fibre artificiali, cristalli di silicati, gas di scarico diesel, idrocarburi policiclici aromatici e amianto.

Nel 1998 l'Organizzazione mondiale per la salute (WHO – World Health Organization) e la IARC (International Agency for Research on Cancer), sulla base delle prove della cancerogenicità dei gas di scarico diesel ottenute tramite esposizione sperimentale di animali e sulla base delle indicazioni delle ricerche mediche sulla cancerogenicità sugli esseri umani, hanno indicato i gas di scarico diesel come presumibilmente cancerogeni per gli esseri umani (Gruppo 2A, IARC). Nel giugno

del 2012 la IARC – a seguito dei risultati di nuovi studi epidemiologici eseguiti in America [31] – ha nuovamente verificato su alcuni gruppi di lavoratori l'evidenza scientifica della cancerogenicità della fuliggine diesel. Le conclusioni della IARC sono che i gas di scarico dei motori diesel sono una causa dell'insorgenza del cancro ai polmoni (evidenza sufficiente) e ha classificato quindi la **fuliggine diesel nel Gruppo 1, ossia come cancerogena per l'uomo.**

Nella Tabella 2 sono riassunte le principali conseguenze sulla salute dell'inquinamento da polveri fini.

Impatti sulla salute	
Fisiopatologici	Manifestazioni d'infiammazioni locali nelle vie respiratorie.
	Inibizione della funzione difensiva dei macrofagi alveolari.
	Incremento della predisposizione alle allergie.
	Alterazioni della variabilità della frequenza cardiaca.
	Alterazioni delle proprietà del sangue.
	Alterazioni della funzione del tessuto endoteliale dei vasi sanguigni.
Conseguenze a breve e medio termine	Peggioramento dello stato di salute in persone con asma e bronchite cronica.
	Aumento della frequenza di infezioni alle vie respiratorie nei bambini.
	Aumento delle ospedalizzazioni a seguito di malattie delle vie respiratorie.
	Aumento delle ospedalizzazioni a causa di malattie cardiocircolatorie.
	Aumento della mortalità nei neonati a seguito di malattie dell'apparato respiratorio.
	Aumento dei decessi a causa di malattie cardiopolmonari.
Conseguenze a lungo termine	Peggioramento delle funzioni polmonari.
	Incremento dei casi di bronchite cronica.
	Incremento della mortalità a seguito di malattie cardiocircolatorie e dell'apparato respiratorio.
	Maggiore mortalità a seguito dell'insorgere del cancro ai polmoni.

Tabella 2: Riassunto degli impatti sulla salute associati all'inquinamento da polveri fini.

3. Emissioni annuali di PM10

Nel seguente capitolo sono state analizzate tutte le fonti di emissione di PM10 sul territorio ticinese. Le emissioni annuali sono state quantificate per lo stato attuale (2015) e per uno scenario futuro (2030).

L'analisi comprende unicamente le emissioni antropiche direttamente riconducibili a una sorgente. Le emissioni di PM10 secondarie (che possono essere di quantità comparabili alle emissioni primarie) non sono pertanto considerate.

Le sorgenti antropiche primarie di PM10 considerate in questo studio possono essere suddivise nelle seguenti categorie:

- **Trasporti** (traffico stradale, ferrovia, aviazione e navigazione);
- **Econome domestiche** (combustione in impianti a olio, gas e legna e tempo libero);
- **Industria artigianato e servizio** (combustione in impianti a olio, gas e legna, processi industriali e attività edile);
- **Selvicoltura e agricoltura**.

Nella Tabella 3 e nella Figura 13 sono riassunti i risultati ottenuti nell'analisi per lo stato attuale (2015) e lo scenario 2030, suddivisi in base alle diverse categorie di sorgenti.

Categoria		**Emissioni PM10 2015 (kg/anno)**	**Emissioni PM10 2030 (kg/anno)**
Trasporti	Traffico stradale	139'485	136'546
	Ferrovia	109'176	119'394
	Aviazione	3'521	3'521
	Navigazione	2'003	1'190
Economie domestiche	Combustione olio e gas	1'992	469
	Combustione legna	186'045	185'487
	Tempo libero	438	460
Industria, artigianato e servizi	Combustione olio e gas	1'886	844
	Combustione legna	8'679	11'693
	Processi industriali	38'884	26'052
	Attività edile	107'098	84'608
Agricoltura e selvicoltura	Selvicoltura	2'911	2'233
	Agricoltura	21'201	16'352
TOTALE		**623'319**	**588'848**

Tabella 3: ***Tabella riassuntiva delle emissioni di PM10 nel Canton Ticino per lo stato attuale (2015) e lo scenario futuro (2030). Le emissioni sono suddivise in base alle diverse categorie di fonti.***

Per entrambi gli orizzonti temporali si può osservare che i trasporti sono la principale fonte di PM10 sul territorio cantonale, per questo settore giocano, in particolare, un ruolo importante il traffico stradale e la ferrovia.

È inoltre da sottolineare l'importante ruolo che assumono gli impianti a legna di piccole dimensioni (economie domestiche) come sorgente di PM10. Sia per lo stato attuale, sia per lo scenario 2030 essi incidono nella misura del 30% sulle emissioni complessive di questo inquinante.

Nel 2030 si prevede una diminuzione delle emissioni di PM10 di circa il 6%. In generale si osserverà una diminuzione delle emissioni di industrie, artigianato, servizi, agricoltura e selvicoltura mentre le emissioni delle economie domestiche (determinate in gran parte dalla combustione della legna) e dei trasporti rimarranno pressappoco costanti.

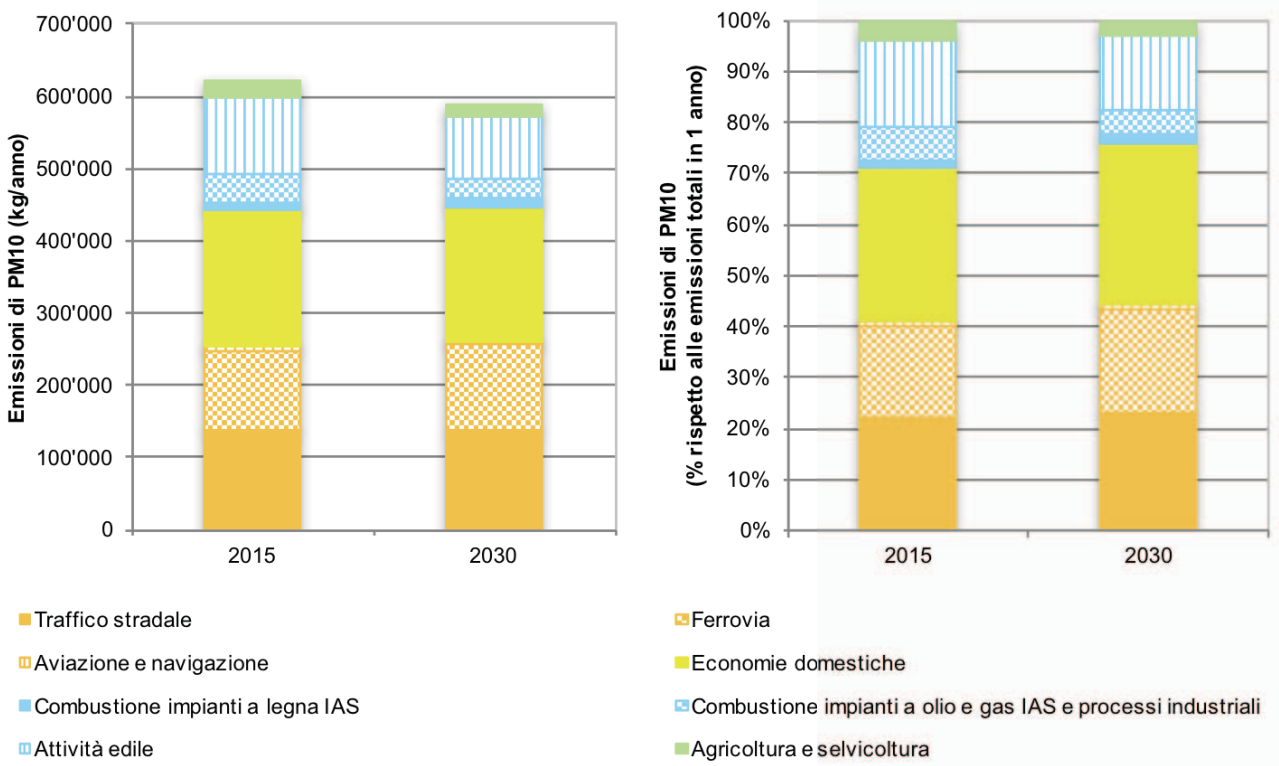

Figura 13: ***Emissioni di PM10 in Ticino suddivise in base alla fonte per lo stato attuale (2015) e lo scenario futuro 2030. Nel grafico sulla sinistra sono rappresentate le emissioni annuali (kg/anno) mentre nel grafico sulla destra sono rappresentate le emissioni in % rispetto al valore complessivo.***

Nei seguenti sottocapitoli sono trattate nel dettaglio le diverse fonti di PM10.

3.1. Trasporti

I trasporti rappresentano la fonte principale di PM10 sul territorio cantonale. Attualmente questa fonte produce circa 254'185 kg di PM10/anno (41% delle emissioni complessive), mentre per il 2030 si prevede produrrà 260'651 kg di PM10/anno (44% delle emissioni complessive).

3.1.1. Traffico stradale

Il traffico stradale è una delle principali fonti di emissioni di PM10 in Canton Ticino. Allo stato attuale (2015) esso risulta, infatti, responsabile di circa il 22% delle emissioni di PM10. Complessiva-

mente le emissioni di veicoli leggeri (VL) e veicoli pesanti (VP) ammontano a circa 140'000 kg/anno.

L'analisi delle emissioni del traffico stradale è basata sul modello di traffico cantonale (stato 2013 e scenario auspicato 2030) sviluppato dalla Sezione della mobilità del Canton Ticino. La rete stradale che lo caratterizza si compone di ca. 70'000 segmenti stradali, per ognuno dei quali il traffico è descritto in base alla categoria di veicoli: pesanti e leggeri. Attribuendo a ciascun segmento stradale la pendenza e la velocità di percorrenza, tramite i fattori di emissioni della banca dati HBEFA 3.2 [17] (vedi curve Figura 17), è stato possibile determinare le emissioni annuali di PM10 dovute alla combustione (emissioni nel gas di scarico) di ciascun tratto.

Oltre alle emissioni di PM10 legate alla combustione i veicoli stradali emettono PM10 a causa del risollevamento di polveri depositate sulle strade, dell'abrasione dei freni (fonti rilevanti), dell'abrasione dell'asfalto e dell'abrasione dei pneumatici (fonti di importanza secondaria). Anche queste emissioni sono legate alla tipologia di strada e alla velocità dei veicoli [5].

Nella Figura 14 i tratti stradali ticinesi sono rappresentati in funzione dell'importanza delle emissioni di PM10 (vedi larghezza del tratto). In generale si può osservare che sia per lo stato attuale (2015), sia per lo scenario 2030 le emissioni di PM10 del traffico stradale sono principalmente legate alle autostrade.

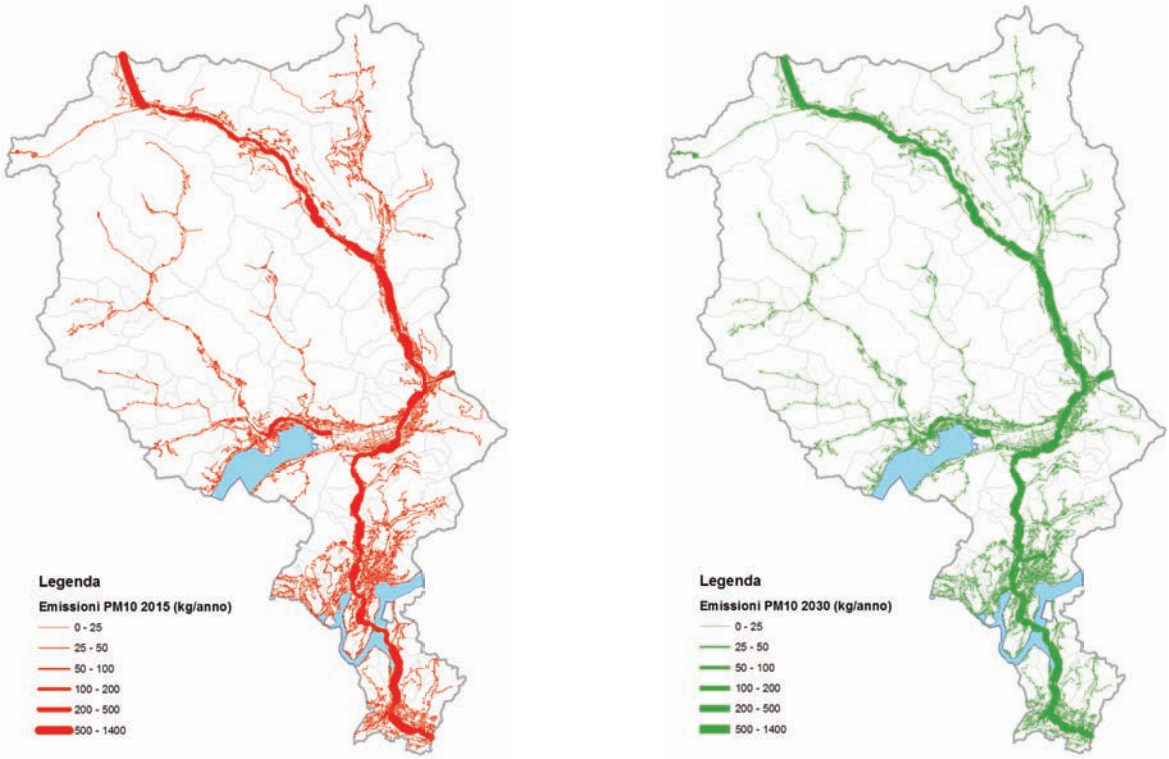

Figura 14: ***Emissioni di PM10 in Ticino legate al traffico stradale nel 2015 e nel 2030. La larghezza delle diverse strade è rappresentata in proporzione alle emissioni di PM10 in un anno.***

L'importanza dell'autostrada tra le fonti di PM10 è evidenziata anche nella Figura 15, nella quale si può inoltre osservare che complessivamente sia per il 2015 sia per il 2030 le emissioni non legate alla combustione rivestono un ruolo più importante rispetto alle emissioni legate alla combustione.

È interessante osservare come per i veicoli leggeri, le emissioni legate alla combustione sulle autostrade siano pressappoco comparabili con le emissioni legate alla combustione sulle strade cantonali e comunali. Su quest'ultime le emissioni non legate alla combustione sono tuttavia molto inferiori. Questa differenza è legata alla velocità dei veicoli; sia il risollevamento sia l'abrasione di freni, penumatici e asfalto assumono, infatti, un ruolo più importante per velocità più elevate.

Nonostante il numero di veicoli leggeri circolanti sulla rete stradale ticinese sia molto superiore rispetto al numero di veicoli pesanti, sia per lo stato attuale, sia per lo scenario futuro le emissioni dovute ai veicoli pesanti raggiungono ca. il 40% delle emissioni complessive (vedi Figura 16). La percentuale importante di emissioni dei veicoli pesanti è riconducibile ai fattori di emissione, i quali sia per la combustione (vedi Figura 17) sia per gli altri processi sono da 6 a 40 volte superiori per i veicoli pesanti rispetto ai veicoli leggeri.

Complessivamente le emissioni di PM10 generate dal traffico stradale per lo stato attuale non differiscono in modo sostanziale rispetto a quelle previste per lo scenario futuro 2030. Osservando le emissioni legate alla combustione e quelle generate da altri processi si osserva tuttavia una differenza rilevante (vedi Figura 16), dovuta all'aumento del traffico su tutte le tipologie stradali. Siccome entro il 2030 non si prevede una variazione delle emissioni specifiche di PM10 provocate dal risollevamento e dall'abrasione di freni, pneumatici e asfalto, un numero maggiore di veicoli porterà ad un aumento di questa tipologia di emissioni. Per le emissioni dovute alla combustione si prevede, invece, una diminuzione dei fattori di emissione (vedi Figura 17 e Figura 18), resa possibile dal miglioramento dello stato della tecnica, che permetterà una riduzione di questa tipologia di emissioni nonostante l'aumento del numero di veicoli.

Le emissioni di PM10 nel 2030 saranno dovute per il 7% alla combustione e per il 93% ad altri processi. Nel 2015 le emissioni causate dalla combustione nei motori rappresentavano il 22% delle emissioni del traffico stradale, mentre la quota delle emissioni degli altri processi è del 78%.

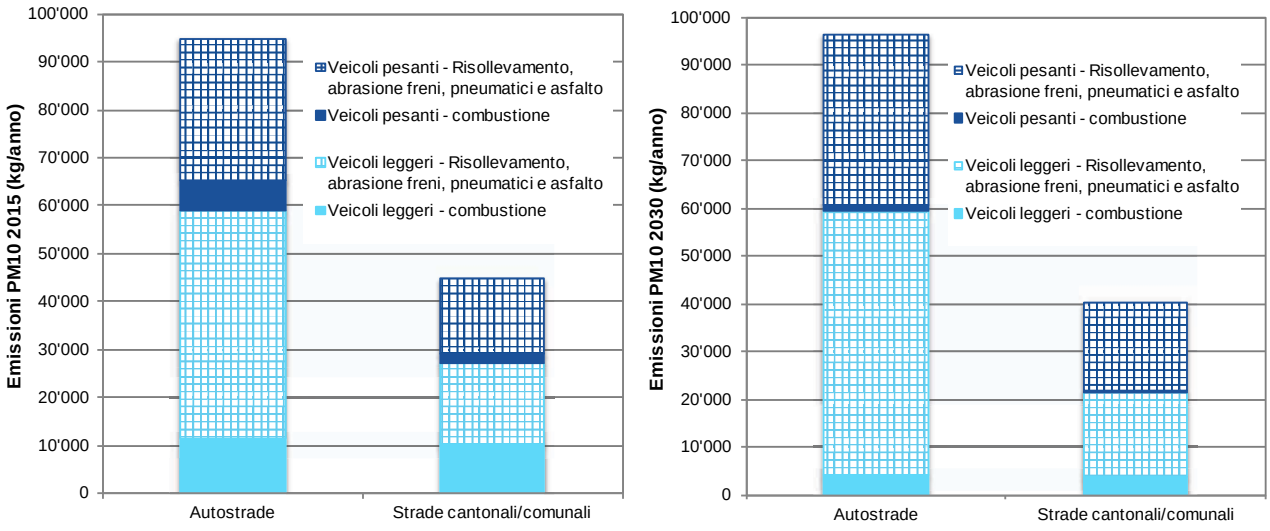

Figura 15: ***Emissioni di PM10 in Ticino legate al traffico stradale nel 2015 (grafico a sinistra) e nel 2030 (grafico a destra), suddivise in autostrada e strade cantonali/comunali, veicoli leggeri e veicoli pesanti e in emissioni legate alla combustione e emissioni di altre origini (risollevamento, abrasione freni, pneumatici e asfalto).***

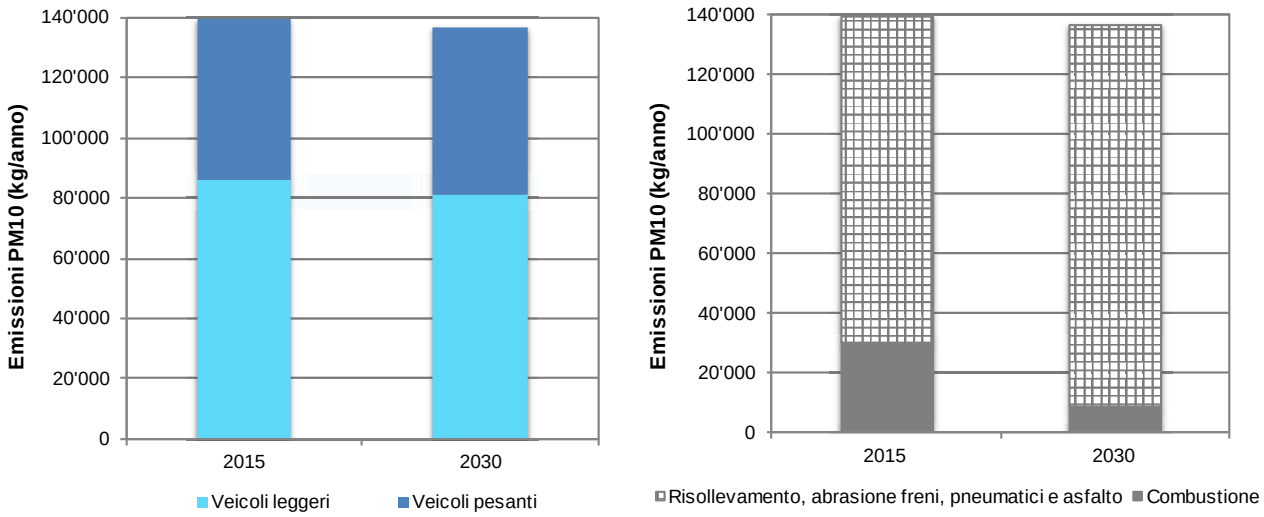

Figura 16: ***Confronto delle emissioni di PM10 in Ticino tra il 2015 e lo scenario auspicato 2030. Nel grafico di sinistra le emissioni sono suddivise in base alla tipologia di veicolo mentre nel grafico di destra sono suddivise sulla base della loro origine (legate alla combustione e legate ad altri processi).***

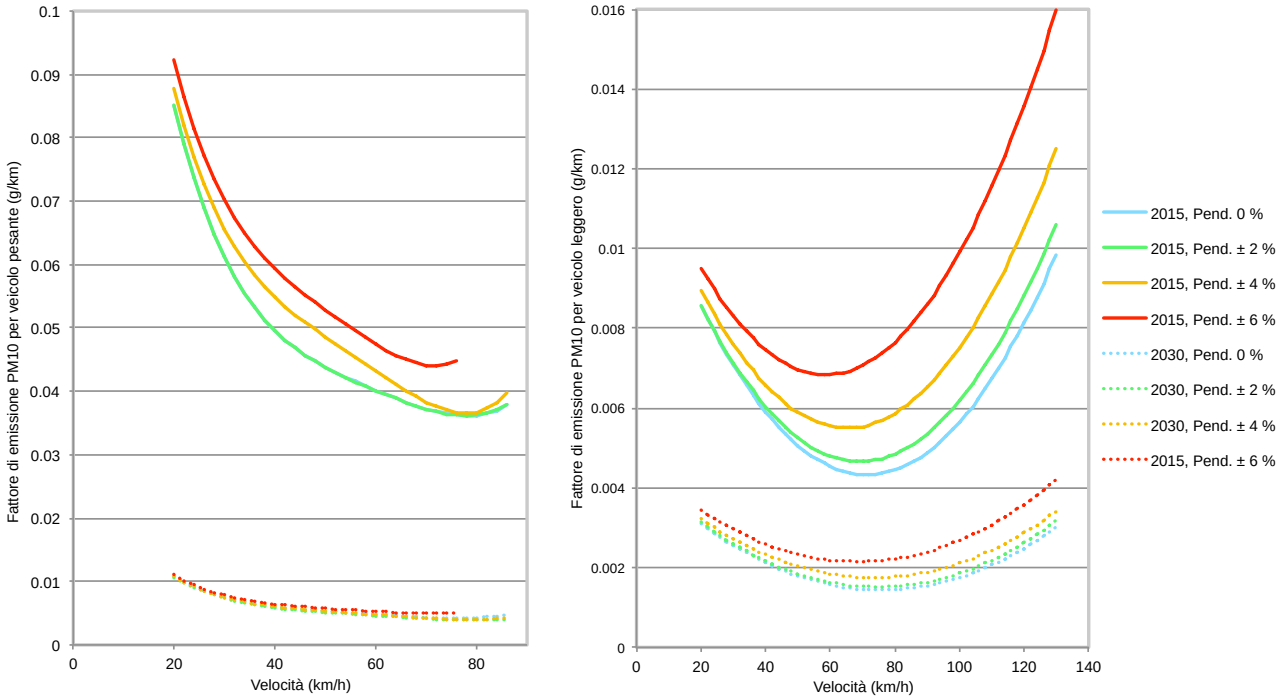

Figura 17: ***Fattori d'emissione di PM10 legate alla combustione nel 2015 e 2030 per i veicoli leggeri e pesanti in funzione della velocità e della pendenza della strada.***

Le emissioni legate alla combustione quantificate per il 2015 risultano inferiori rispetto alle emissioni stimate nel 2003 e incluse nel Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007-2016 [36]. Analogamente a quanto accennato in precedenza questa diminuzione è in parte riconducibile al miglioramento dello stato della tecnica che ha permesso di ridurre sostanzialmente i fattori di emissione di PM10 per i veicoli pesanti e per i veicoli leggeri (nonostante il crescente traffico di veicoli a diesel). Nella Figura 18 si può osservare come per le due categorie di strade (autostrada e strada can-

tonale) dal 2000 al 2015 i fattori di emissione della combustione si siano ridotti di circa 6-7 volte per i veicoli pesanti e di circa 2-3 volte per i veicoli leggeri.

Le emissioni legate al risollevamento di polveri e all'abrasione di freni pneumatici e asfalto quantificate per il 2015 risultano inferiori rispetto a quelle valutate nell'ambito del PRA. In questo caso non si tratta di una diminuzione reale, bensì di una differenza nelle basi di calcolo. Un recente studio dell'USTRA del 2009 [5] ha, infatti, permesso di indentificare fattori di emissione più accurati rispetto a quelli disponibili in precedenza.

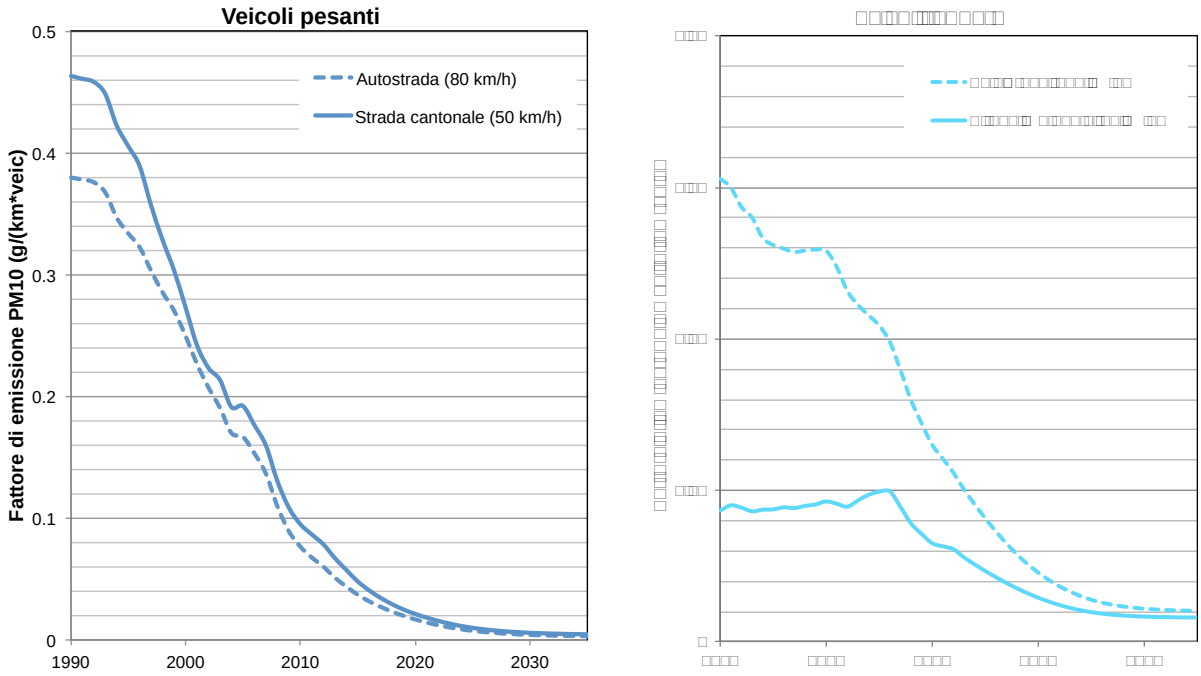

Figura 18: ***Evoluzione dal 1990 al 2030 dei fattori d'emissione di PM10 dovute alla combustione per i veicoli leggeri e pesanti in autostrada e su una strada cantonale con velocità di cartello 50 km/h.***

Le polveri fini emesse dal traffico stradale sono di diverse tipologie. Quelle generate dalla combustione dei motori sono principalmente costituite da carbonio elementare (fuliggine) di origine fossile. Queste polveri sono di dimensioni molto ridotte e possono essere dannose per la salute umana, la fuliggine in particolare è classificata dalla IARC come sostanza cancerogena per l'uomo. Le polveri dovute ai processi di risollevamento e abrasione, che rappresentano un'importante percentuale delle emissioni del traffico stradale, sono invece più grossolane e possono depositarsi nelle parti superiori dell'apparato respiratorio umano causando disturbi quali ad esempio tosse e asma (vedi capitolo 2.3).

3.1.2. Ferrovia

In Svizzera le locomotive funzionano quasi interamente mediante trazione elettrica. Solo poche locomotive utilizzano motori a diesel. Si tratta tuttavia di veicoli prevalentemente impiegati in officine o per trasporti speciali e la maggior parte di essi è dotata di un filtro antiparticolato. Le emissioni dovute alla combustione sono pertanto molto ridotte e di rilevanza trascurabile. Più rilevanti sono invece le emissioni legate al risollevamento delle polveri, all'abrasione dei cuscinetti dei freni, della linea di contatto, dei binari e delle ruote di locomotive e vagoni.

Sulla base delle emissioni di PM10 della ferrovia valutate a livello nazionale [15] e rapportando i consumi di elettricità delle FFS in Svizzera e in Ticino, si è stimato il contributo di questa sorgente a livello cantonale. Esso supera i 100'000 kg/anno e rappresenta il 17% delle emissioni complessive di PM10 (valore dello stato attuale 2015).

L'evoluzione delle emissioni di PM10 della ferrovia nel 2030 sarà particolarmente influenzata dall'apertura della galleria di base del San Gottardo e dalla galleria di base del Ceneri. Per il traffico passeggeri si può ipotizzare un aumento del 50% [26] compensato in parte dalle nuove tratte in galleria; i tratti precorsi in galleria non incidono, infatti, sulle emissioni di PM10. Per il traffico delle merci su rotaia – che aumenterà del 43% [4] – si ipotizza che la maggior parte dei treni attraverserà il Ticino utilizzando la nuova linea AlpTransit. Questa nuova tratta permetterà una notevole diminuzione delle emissioni di PM10 in ragione dei lunghi tratti percorsi in galleria (ca. 40 km). Considerando tutti questi aspetti (nuove gallerie e aumento del traffico ferroviario) si può stimare che le emissioni di PM10 legate alla ferrovia nel 2030 aumenteranno leggermente e raggiungeranno i 119'394 kg/anno.

A livello spaziale le emissioni di PM10 sono state disaggregate e distribuite uniformemente lungo i binari ferroviari del Cantone.

Le polveri fini emesse dalla ferrovia sono generate da processi di risollevamento e abrasione. Si tratta principalmente di particelle di ferro (e altri metalli) di dimensioni piuttosto elevate. A livello svizzero si calcola, infatti, che solo il 15% circa di queste polveri ha un diametro inferiore a 2.5 µm (PM2.5) [15]. Queste particelle possono depositarsi nelle parti superiori dell'apparato respiratorio umano creando disturbi quali tosse, asma, ecc. Siccome le polveri grossolane non raggiungono la superficie di bronchioli e alveoli (cfr. cap. 2.3), le emissioni della ferrovia sono da valutare come meno critiche rispetto a quelle di altri settori.

3.1.3. Aviazione

Sul territorio ticinese ci sono attualmente 4 aeroporti: l'aeroporto regionale di Lugano-Agno, il campo d'aviazione civile e militare di Locarno e i campi d'aviazione civile di Lodrino e di Ambrì.

Tra le emissioni di PM10 causate dall'aviazione la combustione di carburante diesel gioca un ruolo meno importante rispetto alle emissioni di risollevamento, e abrasione dei freni, dell'asfalto e dei pneumatici. Si stima, infatti, che le emissioni legate alla combustione rappresentano circa il 5-6% delle emissioni complessive dell'aviazione.

In Ticino l'aviazione contribuisce in modo poco rilevante alle emissioni di PM10. Analizzando i movimenti aerei e i consumi di carburante in Ticino è stato possibile determinare che attualmente vengono emessi 3'521 kg/anno di PM10, che rappresentano meno dello 0.6% delle emissioni complessive di questo inquinante sul territorio cantonale.

Siccome lo sviluppo futuro dell'aviazione in Ticino non è ancora chiaro e siccome probabilmente le emissioni legate al risollevamento e all'abrasione per gli aerei non subiranno variazioni significative, per lo scenario 2030 non si ipotizzano variazioni rispetto alla situazione attuale.

Rispetto al passato si osserva una diminuzione delle emissioni di PM10 legate all'aviazione. Questa diminuzione è principalmente correlata alla diminuzione del traffico aereo. L'aeroporto di Lugano-Agno, principale fonte di PM10 per l'aviazione ticinese, dal 1995 (anno di massimo sviluppo Crossair) al 2014 ha, infatti, registrato una diminuzione dei movimenti del 75%.

Le emissioni dell'aviazione in Ticino sono principalmente dovute a processi di abrasione e risollevamento. Queste emissioni sono caratterizzate da una composizione chimica molto varia: metalli, composti organici, ecc. Le dimensioni più grossolane di queste particelle fanno ritenere che esse rappresentano un'insidia minore per la salute rispetto a particelle più fini che possono insinuarsi più in profondità nell'apparato respiratorio umano (cfr. cap. 2.3).

3.1.4. Navigazione

In Ticino la navigazione si concentra soprattutto sui laghi Ceresio e Verbano. Le emissioni di PM10 del traffico lacustre sono da ricondurre principalmente alla combustione di gasolio.

Le emissioni di PM10 per questo settore sono state ricavate sulla base del valore svizzero [22] e tenendo conto del rapporto tra consumi di gasolio per la navigazione a livello svizzero e a livello ticinese. Per il 2015 (stato attuale) in Ticino si possono stimare emissioni legate alla navigazione di poco superiori ai 2'000 kg/anno (0.3% rispetto alle emissioni totali di PM10).

In futuro è ipotizzabile una diminuzione delle emissioni della navigazione, grazie ad un miglioramento dello stato della tecnica dei motori a diesel e a possibili nuove disposizioni legali che di tradurranno nell'uso di filtri antiparticolato per battelli di grandi dimensioni. Assumendo che entro il 2030 il 50% delle imbarcazioni venga sostituita e assumendo che per queste imbarcazioni si osserverà una diminuzione delle PM10 simile a quella a quella prevista per i veicoli pesanti (vedi Figura 18) si ricavano delle emissioni per il 2030 pari a 1'190 kg di PM10/anno.

A livello spaziale le emissioni di PM10 sono state distribuite uniformemente sulle superfici in territorio svizzero del lago Ceresio e del lago Verbano.

Analogamente a quanto descritto per il traffico stradale le emissioni della combustione dei motori diesel delle imbarcazioni sono principalmente costituite da fuliggine, polvere molto fine e classificata dalla IARC come sostanza cancerogena per l'uomo (cfr. cap. 2.3).

3.2. Economie domestiche

Complessivamente le economie domestiche in Ticino producono circa 188'475 kg di PM10/anno (30% delle emissioni complessive) per lo stato attuale e circa 186'416 kg di PM10/anno (32% delle emissioni complessive) per lo scenario futuro 2030. La principale fonte di queste emissioni è la combustione della legna in piccoli impianti.

3.2.1. Combustione in impianti a olio e gas (potenza inferiore a 1 MW)

A livello ticinese è stato possibile quantificare le emissioni di PM10 degli impianti stazionari a olio e gas con potenza installata inferiore a 1 MW tramite il catasto degli impianti di combustione (DT, UACER), il quale comprende una lista aggiornata di tutti gli impianti presenti sul territorio; ca. 54'300 impianti (dato 2016).

Siccome il catasto non contiene informazioni riguardo ai consumi, per determinare le emissioni è stato necessario ricavare il fabbisogno energetico di ciascun impianto tramite la potenza, ipotizzando un tempo medio di funzionamento di 1'500 ore/anno e applicando un fattore di 0.7 per ridurre il fabbisogno energetico rispetto alla potenza di dimensionamento dell'impianto (generalmente superiore alla potenza mediamente richiesta dall'impianto in condizioni di esercizio). L'energia finale ri-

cavata è stata infine moltiplicata con i fattori di emissione di PM10 per gli impianti a olio (0.2 mg/MJ) e gli impianti a gas (0.1 mg/MJ) [7].

Per lo stato attuale si è ricavato che gli impianti di riscaldamento a olio e gas delle economie domestiche emettono 1'992 kg di PM10/anno principalmente concentrate nei centri urbani e nei fondovalle (vedi Figura 19). Si tratta di un valore molto ridotto se confrontato con le altre fonti di questo inquinante presenti sul territorio cantonale.

Già da un ventennio circa si osserva sul territorio ticinese una diminuzione degli impianti di riscaldamento a olio in favore di impianti alimentati a calore ambientale (non incidenti sulle emissioni di PM10) o in pochi casi di impianti a gas (meno incidenti sulle emissioni di PM10 rispetto agli impianti a olio). Questa variazione, unitamente al miglioramento dello stato della tecnica degli impianti e alla diminuzione del fabbisogno energetico delle abitazioni (risanamenti), ha portato a una diminuzione delle emissioni di PM10. Questa diminuzione è stata in parte contrastata dall'aumento della popolazione ticinese e dal conseguente aumento degli impianti di riscaldamento. Per valutare le emissioni future di PM10 si è ipotizzato che questa tendenza continui. Nel 2030 si stima pertanto una sostanziale diminuzione delle emissioni a 469 kg/anno (vedi anche Figura 19).

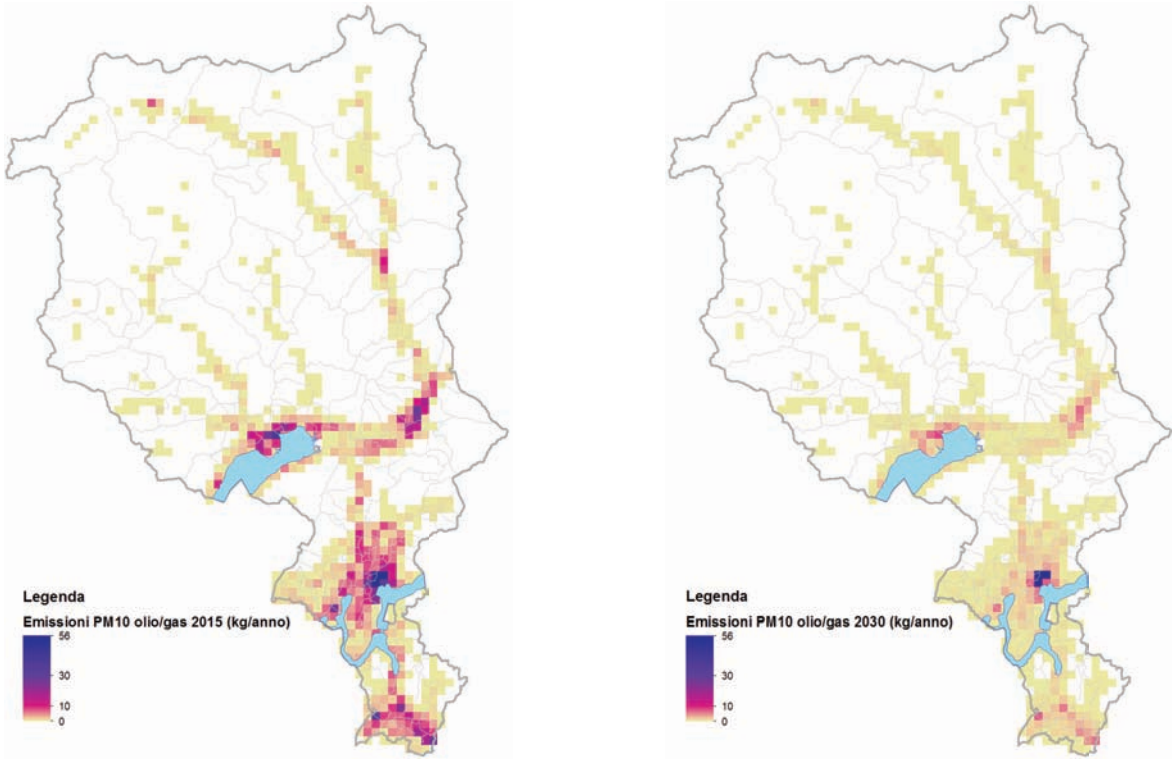

Figura 19: ***Distribuzione sul territorio cantonale delle emissioni di PM10 prodotte dalla combustione in impianti a olio e gas di potenza inferiore a 1 MW, per lo stato attuale (sinistra) e lo scenario futuro 2030 (destra).***

Le emissioni di impianti a gas e olio combustibile sono prevalentemente composte da carbonio. La maggior parte di esse sono polveri di fuliggine ultrafini particolarmente dannose per la salute a causa anche del loro effetto cancerogeno. La restante parte è costituita da polveri di composti organici che condensano a contatto con l'aria per formare particelle in grado di penetrare in profondità nelle vie respiratorie creando disturbi quali ad esempio infiammazioni e asma (cfr. cap. 2.3).

3.2.2. Combustione in impianti a legna (potenza inferiore a 40 kW)

La combustione della legna nelle economie domestiche è una delle principali fonti di PM10 sul territorio ticinese.

Sul territorio cantonale l'UACER ha svolto negli ultimi anni censimenti che hanno permesso di identificare i consumi e le caratteristiche tecniche dei singoli impianti a legna. Conoscendo i consumi e considerando un potere calorifico della legna di 5 kWh/kg, tramite il fattore di emissione relativo al tipo di impianto in questione (fattori tra i 5 e i 200 mg PM10/MJ) [7], è stato possibile determinare le emissioni di PM10 per tutti gli impianti censiti.

I censimenti degli impianti a legna sono attualmente stati svolti per circa il 40% dei comuni ticinesi. Per il restante 60% non sono dunque disponibili dati accurati al riguardo. Nel presente studio le emissioni degli impianti a legna per questi comuni sono state ricavate sulla base delle emissioni dei comuni censiti. I comuni mancanti sono dapprima stati suddivisi in: periferia, aree urbane e agglomerati. Per ognuna di queste categorie è stato definito un fattore di emissione degli impianti a legna per abitante, determinato tramite i dati disponibili dai censimenti. Combinando quest'informazione con il numero di abitanti di ciascun comune è stato possibile determinare le emissioni degli impianti a legna sull'intero territorio cantonale.

Per lo stato attuale (2015) sono state stimate emissioni di PM10 pari a 186'045 kg/anno che rappresentano circa il 30% delle emissioni complessive. Come si può osservare nella Figura 20 le emissioni sono distribuite nei fondovalle del Cantone. Tuttavia, rispetto alle emissioni legate agli impianti a olio e gas, si osserva un'alta concentrazione di emissioni anche al di fuori dei principali agglomerati.

L'evoluzione futura delle emissioni degli impianti a legna dipende da molteplici fattori. Analogamente a quanto osservato per gli impianti a olio e gas, il risanamento energetico degli edifici porterà probabilmente a una diminuzione dei consumi e dunque delle emissioni. Contrariamente a queste tendenze l'aumento della popolazione porterà a un aumento del numero di impianti di riscaldamento a legna, numero che aumenterà anche come conseguenza dell'incentivazione all'uso della legna come fonte di energia rinnovabile, in atto già da qualche anno e promossa da vari enti. I nuovi impianti a legna saranno tuttavia molto più efficienti e emetteranno pertanto meno polveri fini rispetto a quelli presenti attualmente sul territorio ticinese. Siccome per i piccoli impianti a legna non vengono svolti controlli periodici e siccome essi possono avere una durata di vita di più decenni, si può ipotizzare che senza nuove misure incisive questi impianti difficilmente saranno sostituiti con impianti più recenti e dunque più performanti.

Considerando tutti questi fattori si valuta che le emissioni di PM10 nel 2030 resteranno pressappoco simili a quelle che si osservano oggigiorno (leggerissima diminuzione). Complessivamente si stimano emissioni pari a 185'487 kg/anno.

Se confrontate con le emissioni stimate nel 2003 e incluse nel Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007-2016 [36], le emissioni quantificate per il 2015 risultano nettamente superiori. Questa differenza non è legata ad un aumento reale delle emissioni, bensì a basi di calcolo più precise.

Nel 2003 le emissioni dei piccoli impianti a legna erano state ricavate tramite la disaggregazione di dati federali riguardanti i consumi e la potenza istallata dei piccoli impianti a legna. Siccome i censimenti effettuati a livello cantonale rappresentano un dato di base solido e molto vicino alla realtà,

si può concludere che i consumi di legna utilizzati nel PRA sono presumibilmente molto più ridotti dei consumi reali dell'epoca.

I valori riportati in precedenza considerano solo le emissioni legate direttamente alla combustione (exhaust). Durante la combustione della legna vengono emesse tuttavia anche un quantitativo rilevante di composti organici in forma gassosa, che a contatto con l'aria si raffreddano e condensando diventando PM10. Per le economie domestiche si può stimare che considerando anche questa tipologia di emissioni (non-exhaust), il carico di PM10 legato agli impianti a legna sarebbe del 50-60% superiore rispetto ai valori determinati in questo studio [15].

La disaggregazione spaziale delle emissioni di PM10 (illustrata nella Figura 20) è stata ottenuta distribuendo uniformemente le emissioni di ciascun Comune ticinese sulle abitazioni presenti nel Comune in questione.

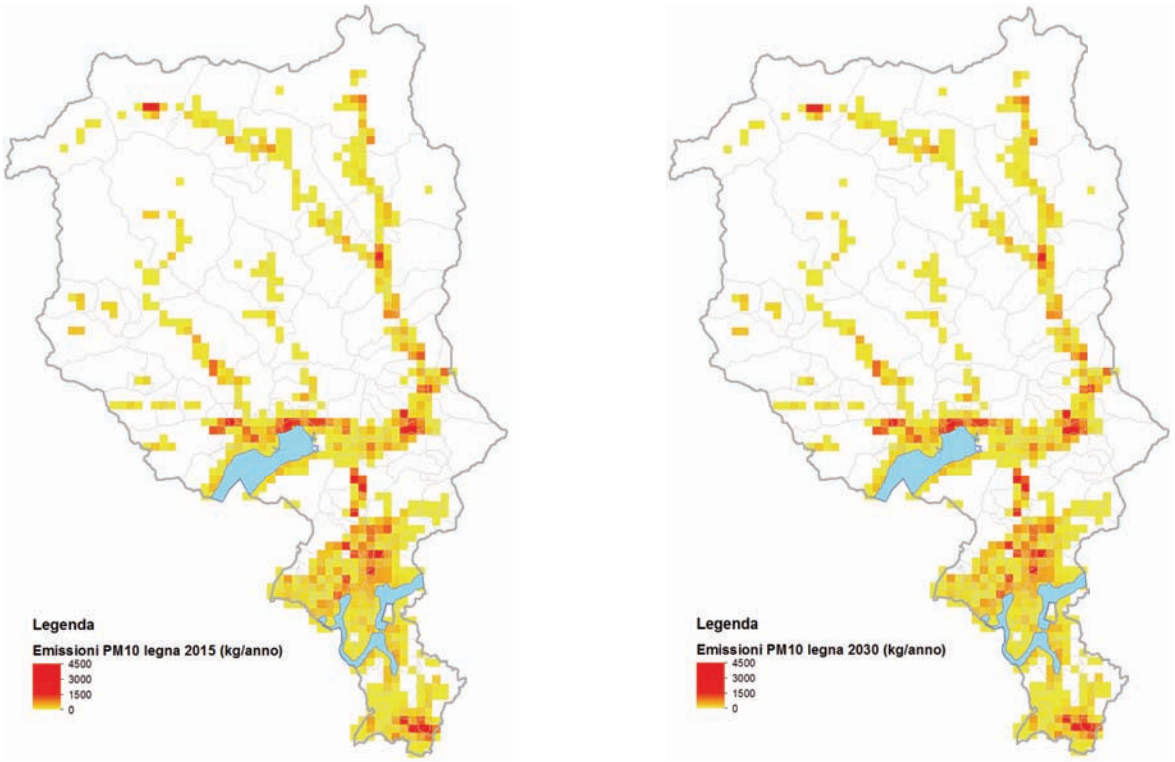

Figura 20: ***Distribuzione sul territorio cantonale delle emissioni di PM10 legate alla combustione in impianti a legna di potenza inferiore a 40 kW, a sinistra per lo stato attuale (2015) e a destra per lo scenario futuro (2030).***

Le polveri prodotte nella combustione della legna contengono una frazione importante di particelle di fuliggine (di origine non fossile), le quali possono essere molto insidiose per la salute dell'uomo in quanto la fuliggine è classificata dalla IARC come sostanza cancerogena. Nelle polveri generate dagli impianti a legna si trovano pure degli aerosol che si formano per condensazione di composti organici gassosi presenti nei gas di scarico. La loro dimensione è tale da permettere che esse si depositino nella parte alta dell'apparato respiratorio causando disturbi quali ad esempio infiammazioni e asma (cfr. cap. 2.3).

3.2.3. Tempo libero

Le emissioni di PM10 del tempo libero sono principalmente legate all'hobby del giardinaggio. Si tratta di emissioni poco rilevanti se confrontate con le emissioni totali di questo inquinante.

Le emissioni di PM10 per il Canton Ticino sono ricavate sulla base delle emissioni di questo settore a livello nazionale [15]. Rapportando la popolazione ticinese con quella svizzera si valuta che le emissioni di PM10 nel 2015 ammontavano a circa 438 kg/anno.

Per determinare le emissioni future del tempo libero si è ipotizzato un aumento proporzionale alla popolazione ticinese. Nel 2030 si stimano pertanto emissioni pari a 460 kg/anno.

A livello spaziale le emissioni di PM10 sono state distribuite uniformemente sulle superfici degli edifici abitativi nel Canton Ticino.

Le polveri fini emesse dal tempo libero sono principalmente costituite da sostanze organiche, che depositandosi nell'apparato respiratorio possono causare disturbi quali ad esempio allergie e asma (cfr. cap. 2.3).

3.3. Industria, artigianato e servizi

Allo stato attuale industria, artigianato e servizi producono circa 156'547 kg di PM10/anno (25% delle emissioni complessive), per lo scenario futuro 2030 si prevede invece che queste emissioni diminuiscano a 123'196 kg di PM10/anno (21% delle emissioni complessive).

3.3.1. Combustione in impianti a olio e gas (potenza superiore a 1 MW)

Gli impianti a olio e gas di grandi dimensioni in Ticino sono costituiti sia da impianti di riscaldamento (principalmente per i servizi) sia da impianti per la produzione di calore utilizzato a fini industriali e artigianali.

A livello ticinese gli impianti di questa categoria sono 108 (vedi Figura 21) e le loro caratteristiche aggiornate sono contenute nel catasto degli impianti di combustione cantonale (DT, UACER).

Analogamente a quanto svolto per gli impianti a olio e gas delle economie domestiche, anche in questo caso le emissioni di ciascun impianto sono state ricavate tramite l'informazione della potenza istallata dell'impianto, ipotizzando un tempo medio di funzionamento di 1'500 ore/anno per gli impianti di riscaldamento e 5'000 ore/anno per gli impianti utilizzati a fini industriali e applicando un fattore di 0.7 per ridurre il fabbisogno energetico rispetto alla potenza di dimensionamento dell'impianto.

Per lo stato attuale (2015) si valuta che gli impianti di riscaldamento a olio e gas di industrie, artigianato e servizi emettono circa 1'886 kg di PM10/anno, principalmente concentrati in vicinanza dei principali agglomerati ticinesi (vedi Figura 21).

Per lo scenario futuro (2030) si ipotizza un aumento di industrie, artigianato e servizi (tendenza già in atto) contrastato da una diminuzione delle emissioni per i singoli impianti possibile grazie al miglioramento dello stato della tecnica. Per gli impianti utilizzati per il riscaldamento, oltre a una crescita dovuta all'aumento della popolazione, si è tenuto conto di una diminuzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento degli edifici dovuto all'aumento dei risanamenti energetici.

Anche per gli impianti di questa potenza alimentati a olio combustibile, si è tenuto conto di un'importante diminuzione dell'utilizzo di questo vettore energetico a favore ad esempio del calore ambientale (localmente non incidente sulle emissioni di PM10).

Complessivamente si stima che nel 2030 le emissioni di PM10 saranno di circa 844 kg/anno.

Nella Figura 21 le emissioni per il 2030 sono distribuite sugli impianti presenti nel 2015; la posizione di eventuali nuovi impianti oppure la dismissione di impianti esistenti non sono state considerate.

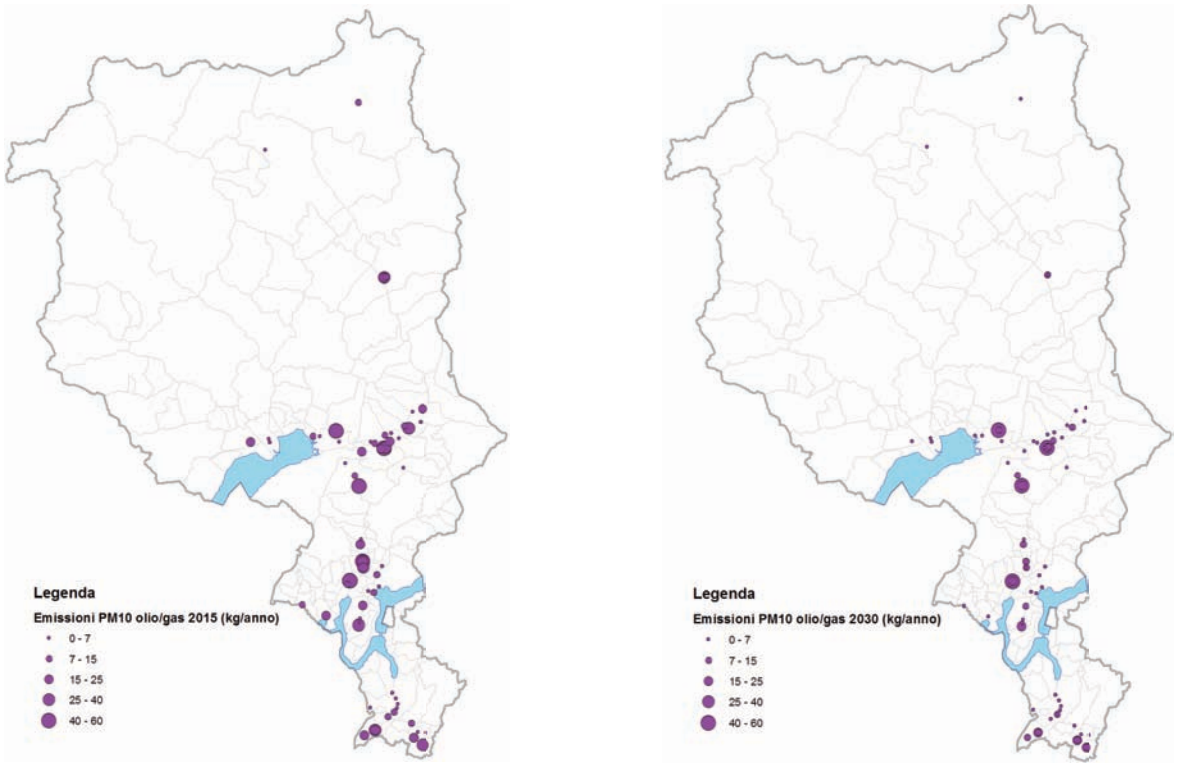

Figura 21: ***Distribuzione sul territorio cantonale delle emissioni di PM10 legate alla combustione in impianti a olio o gas di potenza superiore a 1 MW, a sinistra per lo stato attuale (2015) e a destra per lo scenario futuro (2030).***

Per la caratterizzazione delle polveri emesse si rimanda al capitolo 3.2.1.

3.3.2. Combustione in impianti a legna (potenza superiore a 40 kW)

In Ticino gli impianti a legna di grandi dimensioni sono costituiti sia da impianti di riscaldamento (principalmente per i servizi) sia da impianti utilizzati nell'ambito di attività artigianali (principalmente falegnamerie).

Il catasto Cantonale degli impianti di combustione (DT; UACER), contiene 85 impianti (vedi Figura 22) di questo tipo. L'elenco non comprende tuttavia i consumi di questi impianti. Per questo motivo, analogamente a quanto svolto per gli impianti a olio e gas, le emissioni di ciascun impianto sono state ricavate tramite l'informazione della potenza istallata dell'impianto, ipotizzando un tempo medio di funzionamento di 1'500 ore/anno per gli impianti di riscaldamento e 2'000 ore/anno per le fa-

legnamerie e applicando un fattore di 0.7 per ridurre il fabbisogno energetico rispetto alla potenza di dimensionamento dell'impianto.

Nel 2015 si valuta che le emissioni dovute ai grandi impianti a legna in Ticino siano pari a 8'679 kg/anno e corrispondono a circa l'1.4% delle emissioni complessive di questo inquinante.

Per il 2030 si stima che – senza adeguati provvedimenti – le emissioni dovute a impianti a legna dell'industria, dell'artigianato e dei servizi aumenteranno. Questo aumento sarà principalmente dovuto alla crescente incentivazione all'uso della legna come energia rinnovabile per reti di telersicaldamento e altri impianti centralizzati. È comunque da sottolineare che – grazie alle misure già in vigore – la maggior parte di questi nuovi grandi impianti sarà molto più performante degli impianti attualmente esistenti e sarà inoltre dotata di un filtro antiparticolato. L'aumento sarà accentuato anche dalla crescita generale paragonabile a quella della popolazione. Analogamente ad altri settori analizzati in precedenza anche in questo caso per gli impianti di riscaldamento la diminuzione del fabbisogno di riscaldamento dovuta al risanamento energetico degli edifici porterà a una diminuzione delle emissioni.

Complessivamente si stima che le emissioni di PM10 legate a questa fonte nel 2030 saranno di 11'693 kg/anno.

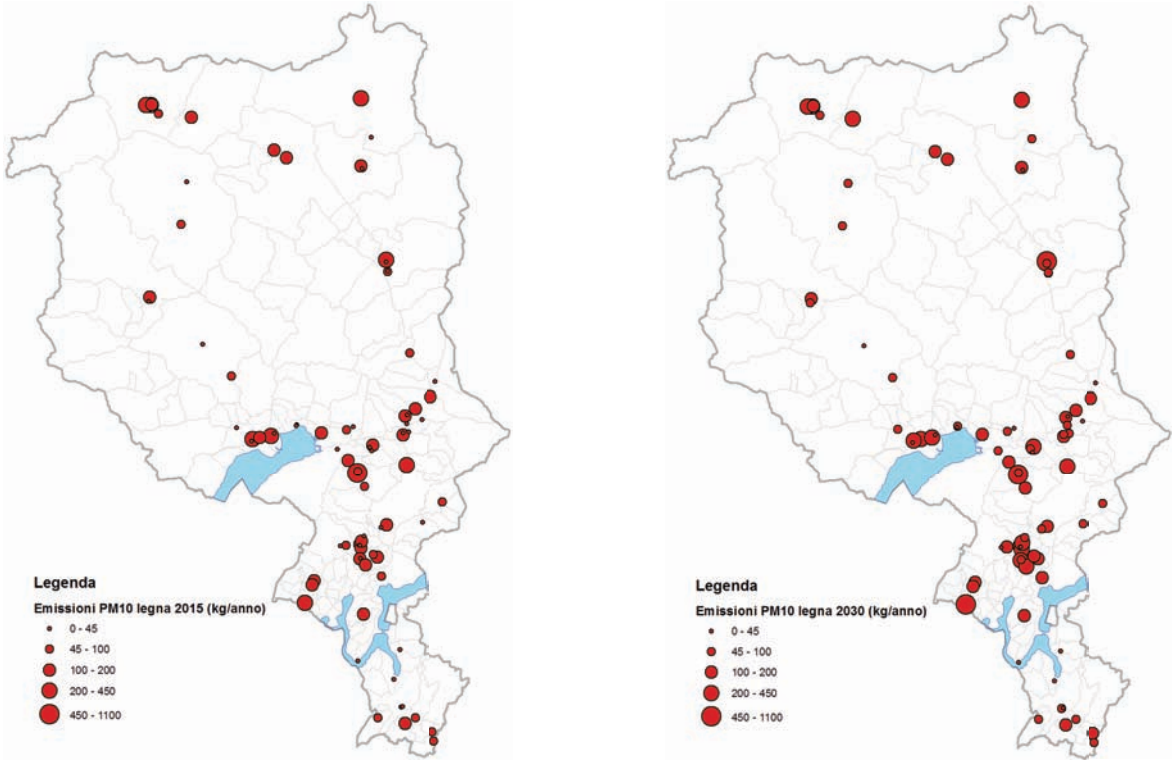

Figura 22: ***Distribuzione sul territorio cantonale delle emissioni di PM10 legate alla combustione in impianti a legna di potenza superiore a 40 kW, a sinistra per lo stato attuale (2015) e a destra per lo scenario futuro (2030).***

Nella Figura 22 le emissioni per il 2030 sono distribuite sugli impianti presenti nel 2015; la posizione di eventuali nuovi impianti oppure la dismissione di impianti esistenti non sono state considerate.

Confrontando le emissioni di PM10 quantificate nel 2003 e incluse nel Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007-2016 [36] con quelle nel presente studio, si può osservare che le emissioni attuali risultano notevolmente inferiori. Non si tratta tuttavia di una reale diminuzione, bensì di una quantificazione più precisa delle emissioni (nel PRA le emissioni erano state ricavate da dati svizzeri disaggregati per il Ticino).

Anche in questo caso i valori analizzati considerano solo le emissioni legate direttamente alla combustione (exhaust) e non tengono conto delle emissioni gassose di composti organici che condensano a contatto con l'aria. In questo caso si può tuttavia stimare che, considerando anche questa tipologia di emissioni (non-exhaust), le emissioni di PM10 legate agli impianti a legna sarebbero solo del 2-4% superiori rispetto al valore determinato in questo studio [15].

Per la caratterizzazione delle polveri emesse si rimanda al capitolo 3.2.2.

3.3.3. Processi industriali

Le emissioni di PM10 derivanti da processi industriali considerano tutti gli impianti stazionari industriali e artigianali presenti sul territorio ticinese esclusi gli impianti a combustione già trattati nei capitoli precedenti (cap. 3.3.1 e 3.3.2). Si tratta ad esempio di emissioni legate agli impianti per la preparazione di calcestruzzo e conglomerati bituminosi o a quelli per la torrefazione del caffè. Rientrano in questa categoria anche le emissioni del nuovo impianto di smaltimento rifiuti cantonale di Giubiasco.

Analizzando le aziende dei settori secondario e terziario, attive sul territorio ticinese tramite i fattori di emissione Corinair [16] [11] è stato possibile stabilire che 471 aziende producono emissioni di PM10 non legate alla combustione (vedi Figura 23).

Per il 2015 si stima che le emissioni di PM10 di questa fonte ammontavano a circa 38'884 kg/anno (ca. il 6% delle emissioni complessive di PM10).

In futuro si prevede che le aziende attive nel settore secondario aumentino (seguendo la tendenza già in atto). Questa tendenza sarà più che compensata dalla diminuzione delle emissioni specifiche per impianto grazie alla continua evoluzione e al continuo miglioramento dello stato della tecnica. Complessivamente si può valutare che nel 2030 le emissioni diminuiranno a 26'052 kg di PM10/anno.

Nella Figura 23 le emissioni per il 2030 sono distribuite sugli impianti presenti nel 2015; la posizione di eventuali nuovi impianti oppure la dismissione di impianti esistenti non sono state considerate.

Le polveri contenute nei gas di scarico delle industrie possono essere di svariate dimensioni e composizione a dipendenza del genere di processo da cui sono formate. Ad esempio le polveri derivanti da aziende metallurgiche sono prevalentemente grossolane e composte da metalli mentre quelle dovute alla lavorazione di calcestruzzo o conglomerati bituminosi sono prevalentemente grossolane e di origine minerale. L'impatto delle polveri generate da processi industriali sulla salute umana varia quindi di caso in caso.

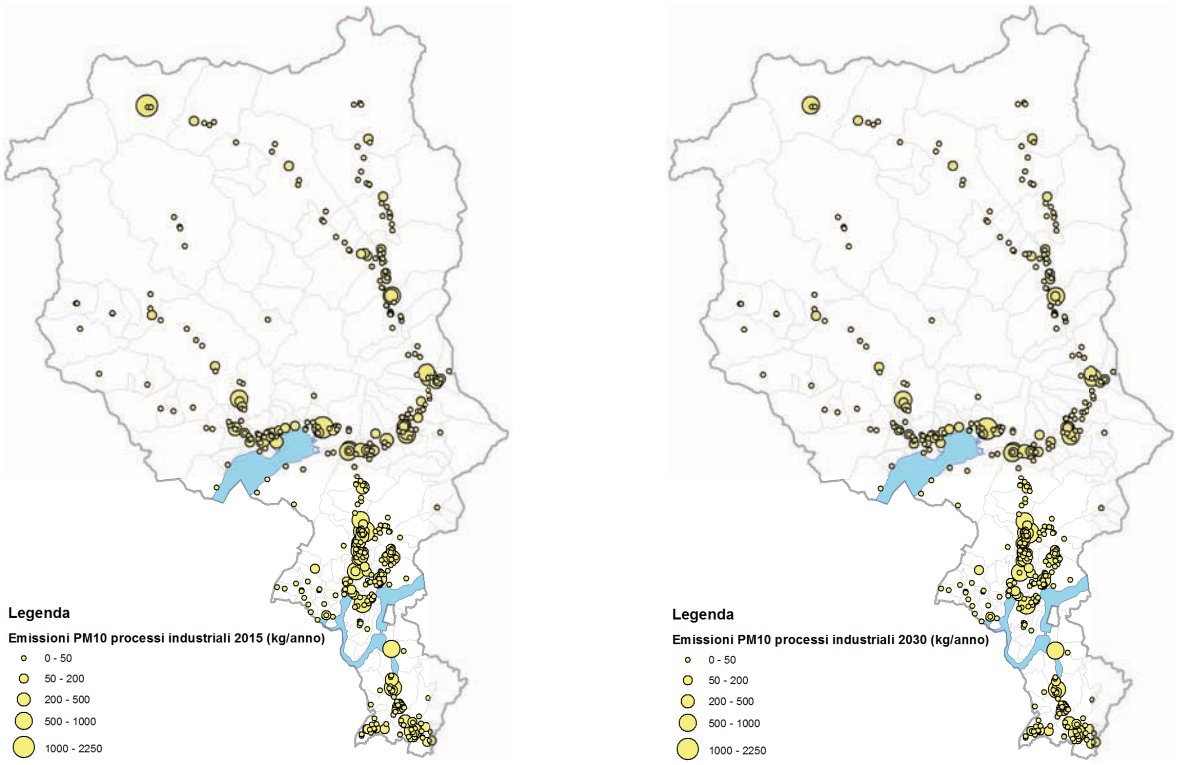

Figura 23: Distribuzione sul territorio cantonale delle emissioni di PM10 a processi industriali, a sinistra per lo stato attuale (2015) e a destra per lo scenario futuro (2030).

3.3.4. Attività edile

I macchinari utilizzati dall'attività edile (come ad esempio escavatrici, autogru, ecc.) causano emissioni di PM10 dovute alla combustione, al risollevamento di polveri e a diversi meccanismi di abrasione.

Le emissioni di PM10 per il Canton Ticino sono state valutate sulla base di valori disponibili a livello nazionale [15]. Rapportando gli investimenti annuali nell'attività edile in Ticino con quelli in Svizzera si ricava che le emissioni di PM10 nel 2015 ammontavano a 107'098 kg/anno.

Confrontando le emissioni di PM10 quantificate nel 2003 e incluse nel Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007-2016 [36] con quelle stimate nel presente studio, si può osservare che le emissioni risultano pressappoco comparabili nonostante l'aumento dell'attività edile sul territorio ticinese. Dal 2000 al 2013 in Ticino si è, infatti, assistito ad un'importante crescita dell'attività edile; a tal riguardo basti pensare ai cantieri AlpTransit per la costruzione della galleria di base del San Gottardo e della galleria di base del Ceneri. L'entrata in vigore di nuove prescrizioni riguardanti i limiti d'emissione nei gas di scarico dei macchinari di cantiere (Allegato 4 cifra 3 dell'OIAt) ha, con ogni probabilità, permesso di contrastare il possibile impatto negativo dovuto alla crescita delle attività. Per parecchie macchine di cantiere è, ad esempio, entrato in vigore l'obbligo di equipaggiamento con filtri antiparticolato, la cui applicazione ha sicuramente permesso una diminuzione delle emissioni di PM10 per mezzo di cantiere.

Analogamente alla tendenza degli ultimi anni, anche per il 2030 è probabile che si osserverà un ulteriore aumento dell'attività edile in Ticino contrastato da una diminuzione delle emissioni specifiche dei macchinari di cantiere, possibile grazie alla maggiore applicazione di filtri antiparticolato e

ad un miglioramento dello stato della tecnica. Considerando questi due aspetti si può stimare che le emissioni di PM10 per questo settore saranno nel 2030 circa 84'608 kg/anno.

A livello spaziale le emissioni di PM10 sono state distribuite uniformemente sulle superfici abitate nel Canton Ticino.

Analogamente a quanto descritto per il traffico stradale (vedi cap. 3.1.1) le emissioni dell'attività edile dovute alla combustione nei motori a diesel contengono polveri ultrafini di fuliggine di origine fossile, che soprattutto per il loro effetto cancerogeno, possono essere dannose per la salute umana. Le polveri derivanti da processi di abrasione e risollevamento (che per questa sorgente giocano un ruolo importante) sono invece più grossolane e possono essere ritenute meno problematiche per la salute, in quanto si depositano nella prima parte delle vie respiratorie (non raggiungono bronchioli e alveoli) (cfr. cap. 2.3).

3.4. Selvicoltura e Agricoltura

Allo stato attuale l'agricoltura e la selvicoltura emettono annualmente 24'112 kg di PM10, che corrispondono a ca. il 4% delle emissioni totali di questo inquinate sul territorio ticinese. Per lo scenario futuro 2030 si stima una leggera diminuzione di queste emissioni (18'585 kg/anno).

3.4.1. Selvicoltura

Le emissioni di PM10 legate alla selvicoltura comprendono le emissioni della combustione, di risollvamento e di abrasione di veicoli e macchinari forestali (ad es. trattori, motoseghe, ecc.).

Le emissioni di PM10 per il Canton Ticino sono ricavate sulla base delle emissioni di questo settore a livello nazionale [15], [7] e considerando il divieto di briciare scarti verdi all'aperto. Rapportando la superficie forestale produttiva ticinese con quella svizzera, per lo stato attuale si ricavano emissioni pari a 2'911 kg/anno.

Entro il 2030 è possibile che si osserverà, analogamente a quanto osservato per le altre tipologie di veicoli, una diminuzione delle emissioni legate alla combustione (considerando anche il fatto che pochi macchinari della selvicoltura sono attualmente dotati di un filtro antiparticolato). Le altre tipologie di emissioni dovrebbero invece rimanere pressappoco costanti. Complessivamente si stima che le emissioni legate a questa fonte saranno pari a 2'233 kg di PM10/anno.

A livello spaziale le emissioni di PM10 sono state distribuite uniformemente sulle superfici forestali del Canton Ticino.

Le emissioni di polveri fini per questa sorgente prodotte dalla combustione nei motori sono costituite da particelle di fuliggine, che è classificata dalla IARC come sostanza cancerogena per l'uomo. I processi di abrasione e risollevamento emettono invece polveri più grossolane formate da composti organici, metalli, composti minerali, ecc., che possono depositarsi nell'apparato respiratorio umano (in special modo nella parte superiore) causando disturbi quali ad esempio allergie e asma (vedi capitolo 2.3).

3.4.2. Agricoltura

L'agricoltura ticinese è responsabile dell'emissione di PM10 di veicoli e macchinari agricoli (combustione, risollevamento e abrasione), dell'essicazione dell'erba e delle emissioni legate all'allevamento di bestiame.

Le emissioni per il Canton Ticino sono ricavate sulla base delle emissioni di questo settore a livello nazionale [15], [7] e considerando il divieto di bruciare scarti verdi all'aperto. Rapportando la superficie agricola utile (SAU) ticinese con quella svizzera, per lo stato attuale si ricavano emissioni di PM10 pari a 21'201 kg/anno.

Negli ultimi anni si è osservata una progressiva diminuzione della SAU e dell'attività agricola in Ticino. In futuro è probabile che questa tendenza continui portando nel 2030 a una riduzione delle emissioni. Allo stato attuale solo pochi veicoli agricoli sono dotati di un filtro antiparticolato, in futuro è possibile un incremento dell'utilizzo di filtri che, combinato a un miglioramento dello stato della tecnica, potrebbe portare a una diminuzione delle emissioni legate alla combustione di veicoli e macchinari agricoli. Complessivamente si stima che le emissioni di PM10 legate all'agricoltura nel 2030 saranno pari a 16'352 kg/anno.

Le emissioni di questo settore sono state disaggregate spazialmente sulle zone SAC e sui restanti terreni agricoli presenti sul territorio cantonale.

La maggior parte delle emissioni di PM10 dell'agricoltura sono costituite da particelle grossolane di composti organici (che si generano ad esempio per risollevamento e durante l'essicazione dell'erba). Le emissioni di polveri fini dell'allevamento di bestiame si generano a partire dall'ammoniaca che nell'atmosfera si trasforma in particolato fine a seguito di processi chimici. Queste particelle possono depositarsi nell'apparato respiratorio umano (in special modo nella parte superiore) causando disturbi quali ad esempio allergie e asma. Anche in questo caso le emissioni della combustione dei motori a diesel sono caratterizzate da particelle di fuliggine particolarmente dannose per la salute a causa in particolare del loro effetto cancerogeno (vedi capitolo 2.3).

4. Emissioni giornaliere di PM10

Le emissioni di PM10 oscillano giornalmente a dipendenza della stagione (mesi freddi o mesi caldi) e del tipo di giorno (feriale, festivo, ecc.). In questo capitolo le emissioni annuali del 2015 sono state disaggregate per quantificare le emissioni giornaliere nel corso dell'anno.

Nella Tabella 4 sono indicati i metodi adottati per suddividere giornalmente le emissioni annuali del 2015. Per ogni tipologia di emissione è stato adottato un metodo appropriato per la situazione.

Categoria		**Suddivisione giornaliera delle emissioni**
Trasporti	Traffico stradale	*Autostrada:* andamento basato sul traffico giornaliero nel 2015 a Moleno e Camingolo suddiviso per VL e VP. *Strade cantonali/comunali*: Andamento basato sul traffico giornaliero nel 2015 a Ponte Tresa, Chiasso e Vezia. Suddivisione VL/VP considerando i giorni festivi, i fine-settimana e i periodi di ferie.
	Ferrovia	Suddivisione omogenea su tutto l'anno.
	Aviazione	Suddivisione omogenea su tutto l'anno.
	Navigazione	Nessuna emissione nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre. Emissioni massime nei mesi di giugno, luglio e agosto e 50% delle emissioni massime nei mesi di aprile, maggio e settembre.
Economie domestiche	Combustione olio e gas	Emissioni proporzionali ai gradi giorno di riscaldamento nel 2015.
	Combustione legna	
	Tempo libero	Nessuna emissione nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre. Emissioni massime nei mesi di giugno, luglio e agosto e 50% delle emissioni massime nei mesi di aprile, maggio e settembre.
Industria, artigianato e servizi	Combustione olio e gas	*Impianti di riscaldamento*: Emissioni proporzionali ai gradi giorno di riscaldamento nel 2015, escludendo i periodi di ferie. *Impianti industriali/artigianali*: distribuzione omogenea su tutto l'anno escludendo i giorni festivi, i fine-settimana e i periodi di ferie.
	Combustione legna	
	Processi industriali	Distribuzione omogenea su tutto l'anno escludendo i giorni festivi, i fine-settimana e i periodi di ferie.
	Attività edile	
Agricoltura e selvicoltura	Selvicoltura	Emissioni massime nei mesi di maggio, giugno, ottobre e novembre, 60% delle emissioni massime nei mesi di gennaio, febbraio e dicembre e 90% delle emissioni massime nei mesi di marzo, aprile, luglio, agosto e settembre. I giorni festivi, i fine-settimana e i periodi di ferie sono stati esclusi (emissioni nulle).
	Agricoltura	Emissioni massime nei mesi da aprile e settembre e 20% delle emissioni massime nei restanti mesi dell'anno. I giorni festivi, i fine-settimana e i periodi di ferie sono stati esclusi (emissioni nulle).

Tabella 4: Descrizione della disaggregazione temporale (da valori annuali a valori giornalieri) delle emissioni di PM10 per le diverse tipologie di sorgenti.

Nella Figura 24 e nella Figura 25 sono riportate le emissioni giornaliere di PM10 per l'anno 2015 suddivise in base alla categoria della fonte.

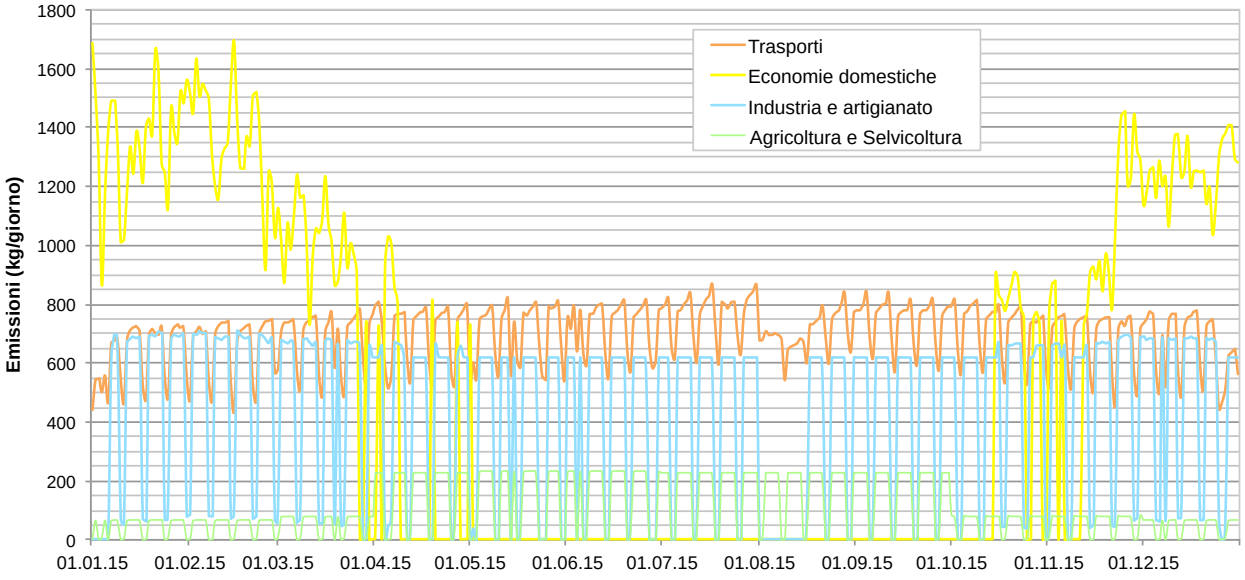

Figura 24: ***Emissioni giornaliere di PM10 di ogni tipologia di fonte nell'anno 2015.***

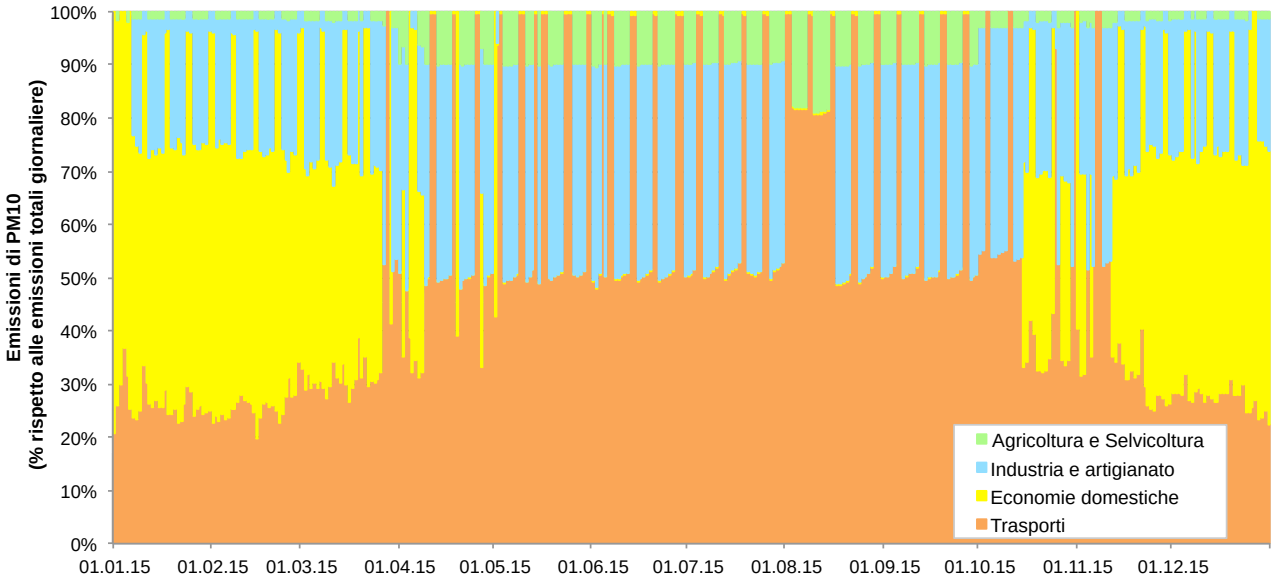

Figura 25: ***Ripartizione delle emissioni giornaliere di PM10 nell'anno 2015. Le emissioni sono espresse in percentuale rispetto alle emissioni totali giornaliere e sono suddivise in base alla categoria della fonte.***

I trasporti presentano emissioni suddivise pressappoco omogeneamente nel corso dell'anno. Si osserva un leggero aumento durante la stagione estiva (determinato dall'aumento del traffico autostradale) e una diminuzione delle emissioni durante i fine-settimana, i giorni festivi e i periodi di ferie (periodi di interruzione della circolazione dei veicoli pesanti).

Le emissioni legate alle economie domestiche sono in gran parte legate a impianti di riscaldamento (soprattutto impianti a legna) e si concentrano pertanto nei mesi invernali, dove il fabbisogno di riscaldamento è maggiore. Queste emissioni generano un carico importante di PM10 (fino a ca.

1'700 kg/giorno) nei mesi invernali, mesi dove le condizioni meteorologiche favoriscono l'accumulo di PM10 nell'atmosfera (vedi anche cap. 5).

Le emissioni legate all'industria, l'artigiano e i servizi sono suddivise in modo piuttosto omogeneo sul corso dell'anno. Nei fine-settimana, nei giorni festivi e nei periodi di ferie esse sono praticamente nulle a causa dell'interruzione dell'esercizio di parecchie aziende attive in questo settore.

Le emissioni di PM10 del settore agricolo e forestale sono di importanza minore rispetto a quelle di altre sorgenti. Esse presentano un aumento nei mesi estivi (dovuto all'aumento dell'attività agricola) e una diminuzione nei mesi invernali. Anche in questo caso nei fine-settimana e nei giorni festivi le emissioni sono considerate nulle a causa dell'interruzione dell'esercizio delle aziende agricole e forestali.

5. Immissioni di PM10

Nel seguente capitolo sono presentati i risultati relativi alla caratterizzazione delle immissioni di polveri fini, basata sui dati di misura dell'anno 2015 di diverse stazioni distribuite sul territorio.

Dopo una breve parte introduttiva legata all'evoluzione delle concentrazioni annuali fra il 2003 e il 2015 e all'analisi dell'andamento annuale (2015) delle concentrazioni medie giornaliere di PM10, è presentata un'analisi della correlazione fra i dati di misura delle diverse stazioni. Per alcune stazioni è poi stata eseguita un'analisi delle correlazioni fra le immissioni di PM10 e ossidi di azoto. Nella seconda parte del capitolo sono presentati, per la stazione di misura di Chiasso, i risultati dell'analisi a gruppi (cluster), seguiti da una valutazione dell'influsso di diversi parametri meteorologici. La parte finale del capitolo è dedicata all'approfondimento della relazione fra valori di immissione misurati e le emissioni calcolate nel capitolo precedente.

5.1. Stazioni di misura e periodo considerato

Nella Tabella 5 sono riportate le principali caratteristiche delle stazioni di misura di cui sono stati analizzati i valori rilevati di concentrazione di PM10.

No.	Località	Coordinate svizzere	Altitudine (m s.l.m.)	Breve descrizione	Strumento di misura
1	Chiasso	723490, 77455	240	Stazione situata in centro città, a circa 200 m di distanza dall'autostrada A2.	Betameter
2	Mendrisio	719477, 81342	308	Stazione situata in zona urbana presso l'uscita autostradale di Mendrisio.	Betameter
3	Bioggio	714170, 96525	285	Stazione situata in zona suburbana presso l'aeroporto di Agno.	Betameter
4	Pregassona	718385, 98300	305	Stazione situata ai confini della città di Lugano, all'altezza dell'uscita della galleria Vedeggio-Cassarate.	Betameter
5	Lugano	717600, 96600	280	Stazione situata in un parco in centro città, non esposta direttamente alle emissioni di strade principali.	Betameter
6	Camignolo	715430, 106905	435	Stazione situata lungo l'autostrada A2 in una zona di periferia.	Digitel
7	Locarno	704653, 113836	206	Stazione situata in centro città, nelle immediate vicinanze di una strada principale.	Betameter
8	Magadino	715500, 113200	203	Stazione situata in campagna. Alcune piccole industrie in zona e autostrada A2 a 2.5 km.	Betameter
9	Giubiasco	720203, 114568	221	Stazione situata in una zona suburbana e industriale, a 300 m dall'autostrada A2.	Betameter
10	Moleno	719940, 126560	255	Stazione situata lungo l'autostrada A2 in una zona di periferia.	Digitel
11	Biasca	717858, 134224	285	Stazione situata in zona suburbana e industriale, a 450 m dall'autostrada A2.	Betameter
12	Bodio	713360, 137370	330	Stazione situata in zona suburbana e industriale, a 350 m dall'autostrada A2.	Betameter

Tabella 5: Breve descrizione delle caratteristiche delle stazioni di misura considerate nello studio.

Le stazioni di Magadino e Lugano appartengono alla rete nazionale di monitoraggio NABEL gestita dall'EMPA e dall'UFAM, mentre le altre stazioni di misura rientrano nella rete di monitoraggio del Canton Ticino (UACER). Nella Figura 26 è illustrata la posizione delle stazioni sul territorio cantonale. Il periodo considerato per l'analisi è l'anno 2015 (01/01/2015 - 31/12/2015).

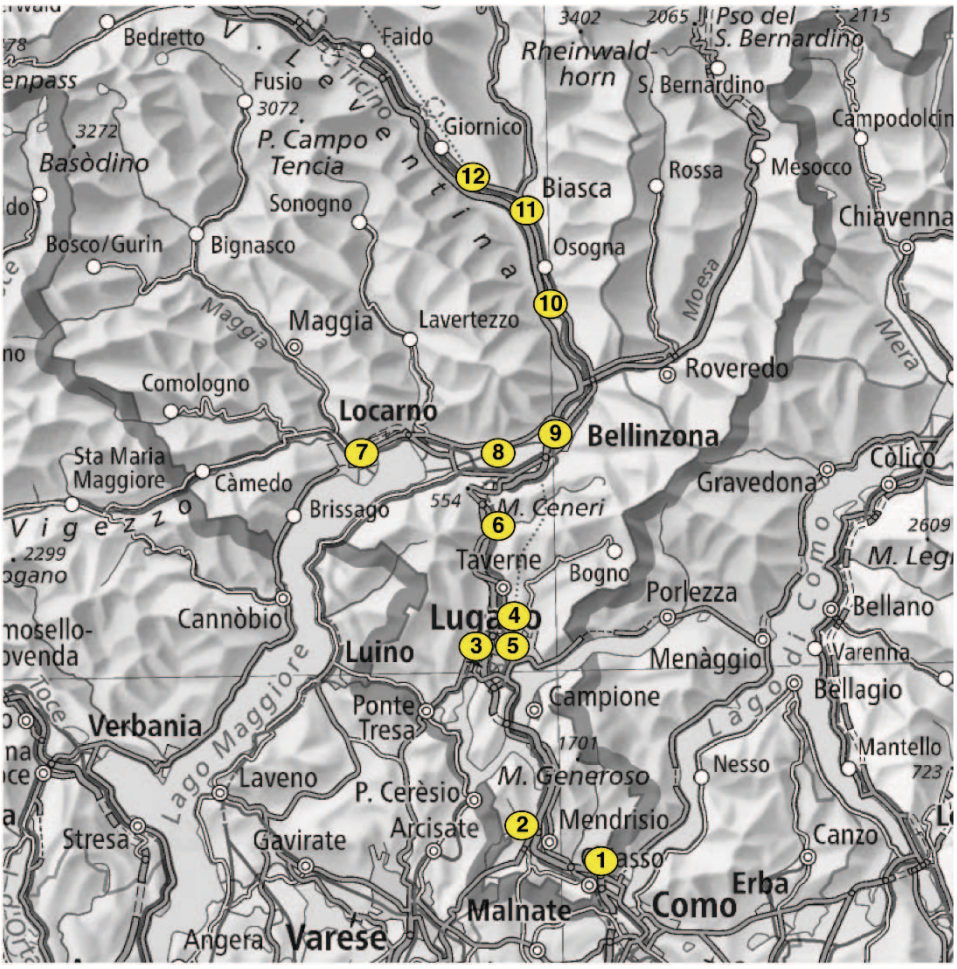

Figura 26: ***Posizione sul territorio cantonale delle diverse stazioni di misura considerate nello studio. I numeri indicati si riferiscono alle stazioni elencate nella Tabella 5.***

5.1.1. Clima dell'anno 2015 a Sud delle Alpi [20]

Il 2015 è stato l'anno più caldo registrato in Svizzera dall'inizio delle misurazioni (1864). La temperatura annuale ha superato di ben 1.29°C la media del periodo 1981-2010. La somma delle precipitazioni a Sud delle Alpi ha raggiunto il 70-95% della norma del trentennio 1981-2010.

Dopo una prima metà di gennaio mite e un mese di febbraio freddo e con diverse nevicate, i mesi di marzo e aprile a Sud delle Alpi sono stati prevalentemente caratterizzati da tempo soleggiato e mite. Il mese di maggio è invece risultato essere il più piovoso dall'inizio delle misurazioni, mentre l'estate è stata molto calda (seconda solo a quella del 2003). La seconda metà di luglio è stata in particolare caratterizzata da un periodo di forte canicola. I mesi di settembre e ottobre sono stati freschi e caratterizzati da diverse precipitazioni, mentre l'ultimo periodo dell'anno (novembre e dicembre) si è distinto per un tempo particolarmente mite e molto asciutto.

5.2. Stato delle immissioni anno 2015

La media annuale del valore di immissione di PM10 e il numero di giorni con superamento del limite d'immissione giornaliero di 50 µg/m^3 per l'anno 2015 sono stati calcolati per le diverse stazioni di misura (v. Figura 27 e Figura 28). Delle 12 stazioni considerate, 8 presentano un superamento del limite OIAt per la media annuale (20 µg/m^3). Le stazioni più critiche (Chiasso, Mendrisio e Bioggio) sono situate in zone pianeggianti fortemente urbanizzate nella parte meridionale del Cantone. È interessante notare che anche le stazioni di misura situate sul fondovalle stretti e pianeggianti del Sopraceneri (Biasca, Moleno e Bodio) presentano valori di immissione importanti.

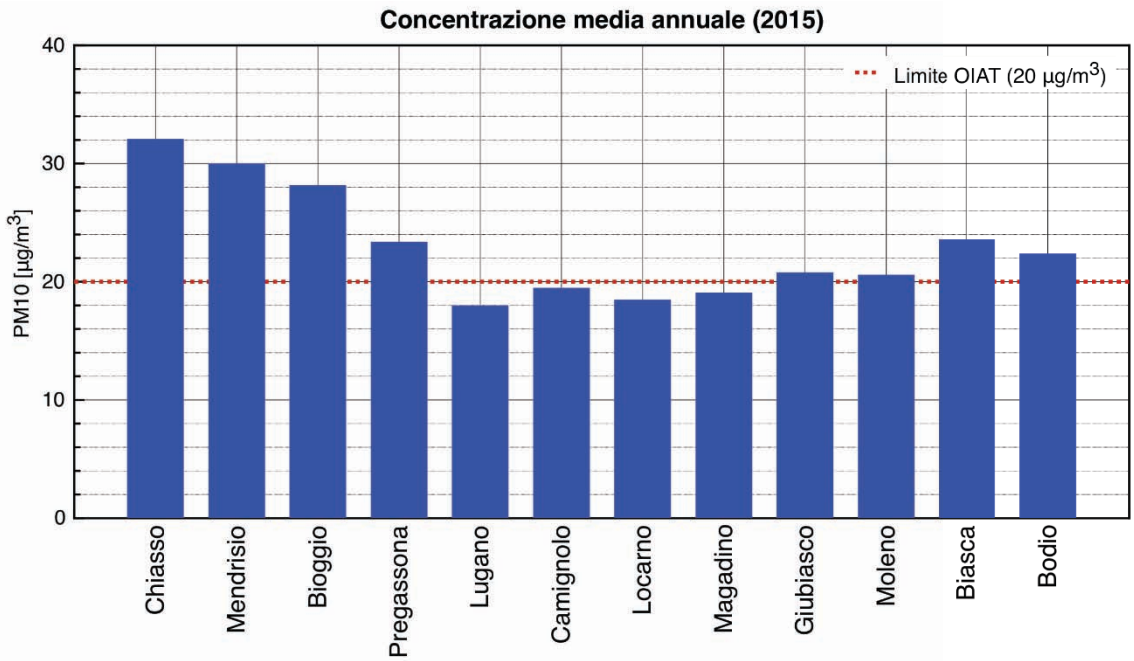

Figura 27: ***Concentrazione media annuale di polveri fini misurata dalle diverse stazioni durante l'anno 2015. In rosso è indicato il limite di 20 µg/m^3 fissato dall'OIAt.***

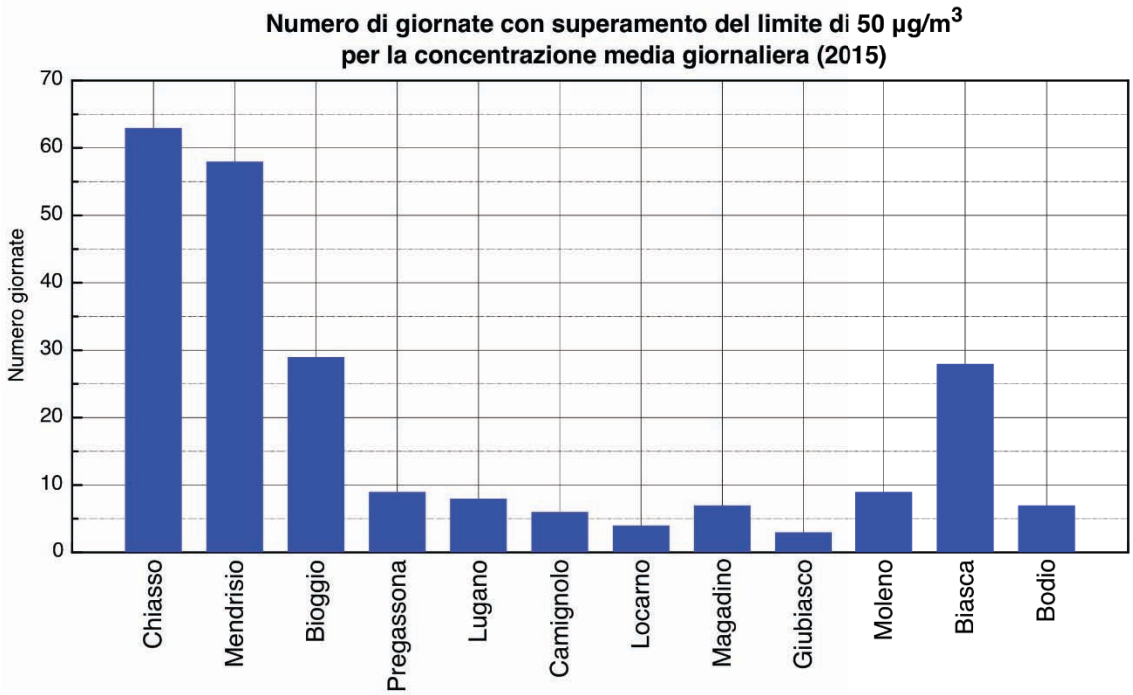

Figura 28: ***Numero di giorni con superamento del limite d'immissione giornaliero (50 µg/m³) registrati presso le diverse stazioni di misura durante l'anno 2015.***

Nella Figura 29 è rappresentato l'andamento della concentrazione media giornaliera di polveri fini durante l'anno 2015 per le stazioni di misura di Chiasso e Biasca. Si nota chiaramente come i mesi invernali e tardo autunnali siano stati i più critici, con diverse giornate caratterizzate da valori elevati di concentrazione di polveri fini. Le giornate con superamento del limite d'immissione giornaliero (50 µg/m^3) si verificano quasi esclusivamente in questo periodo. L'importante superamento del limite giornaliero riscontrato a Biasca il 15 luglio è legato ad un forte incremento momentaneo della concentrazione di PM10, probabilmente causato da un'ondata momentanea di polvere sollevata.

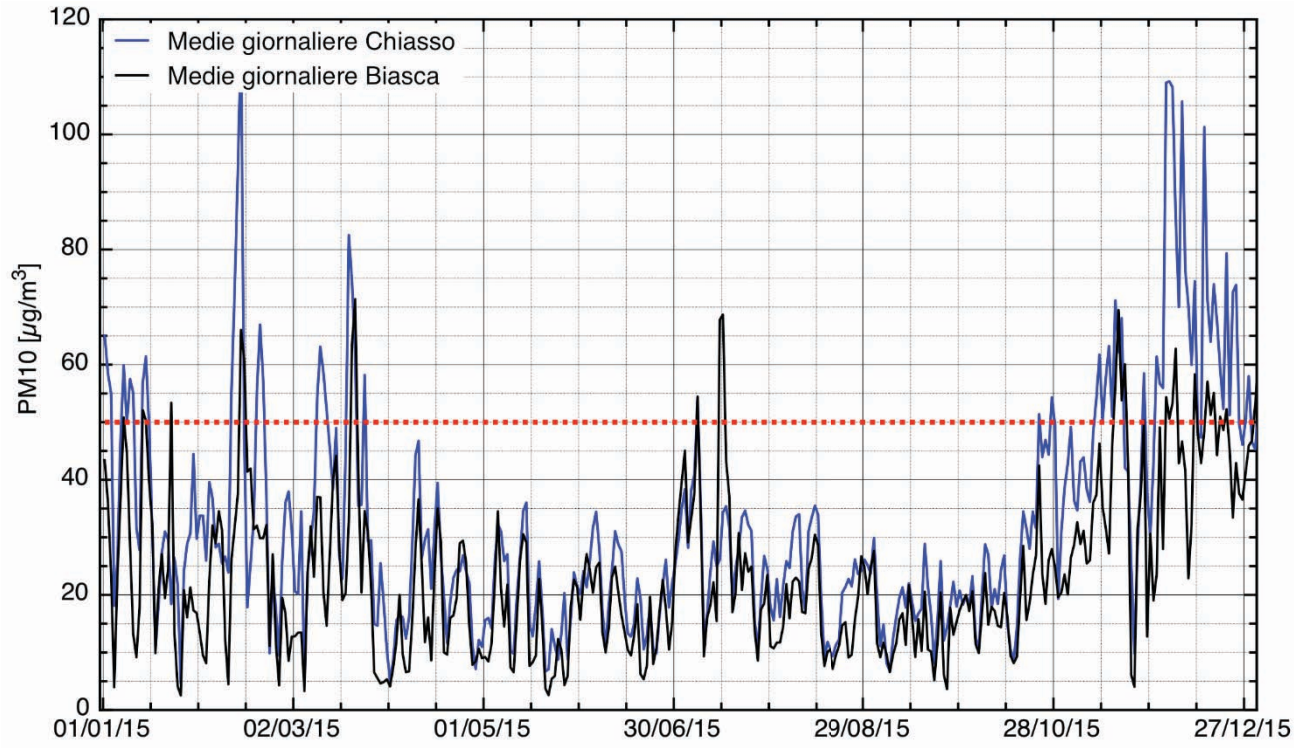

Figura 29: ***Andamento della concentrazione media giornaliera di PM10 durante l'anno 2015 per le stazioni di misura di Chiasso e Biasca. In rosso è indicato il limite d'immissione di 50 µg/m³ per la media giornaliera che, secondo l'OIAt, non dovrebbe essere superato più di una volta all'anno.***

5.3. Evoluzione delle immissioni 2003-2015

L'evoluzione dal 2003 al 2015 della media annuale della concentrazione di PM10 e del numero di giorni con superamento del limite d'immissione giornaliero di 50 µg/m³ [1] per le stazioni di misura di Chiasso e Magadino è illustrato nella Figura 30 (v. anche Figura 1 e Figura 2 per i dati di altre stazioni). L'andamento delle curve mostra una generale tendenza alla diminuzione della concentrazione di polveri fini fra il 2003 e il 2015 sia nelle zone urbane (Chiasso), sia in quelle di campagna (Magadino). Le importanti variazioni delle concentrazioni medie di anni consecutivi (quali ad esempio il 2010 e il 2011 o il 2014 e il 2015) sono principalmente da ricondurre alle differenti condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato le diverse annate.

Si nota in particolare un andamento simile della concentrazione media annuale e del numero di giorni con superamento del limite giornaliero. Il secondo parametro presenta variazioni più accentuate perché è più legato alle condizioni climatiche annuali.

[1] Limite che, secondo l'OIAt, non dovrebbe essere superato più di una volta all'anno.

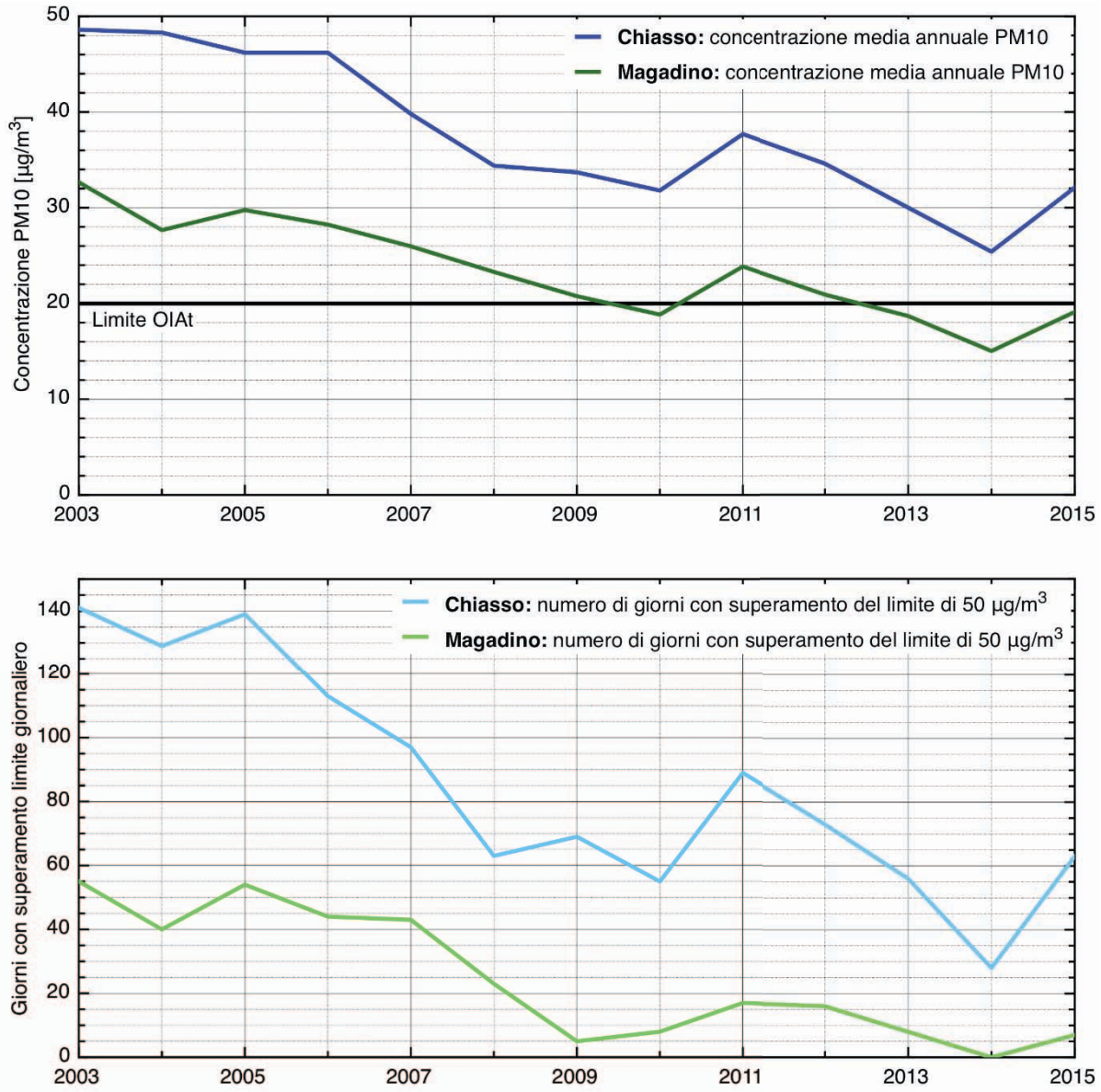

Figura 30: ***Evoluzione delle concentrazioni medie di PM10 (grafico in alto) e del numero di giorni con superamento del limite giornaliero (grafico in basso) dal 2003 al 2015 per le stazioni di misura di Chiasso (blu) e Magadino (verde).***

5.4. Correlazione fra le misure presso diverse stazioni

Sulla base dei valori medi giornalieri di concentrazione di PM10 è stata calcolata la correlazione fra i dati di misura dell'anno 2015 delle diverse stazioni (v. Tabella 6).

Correlazione (medie giornaliere 2015)	Chiasso	Mendrisio	Bioggio	Pregassona	Lugano	Camignolo	Locarno	Magadino	Giubiasco	Moleno	Biasca	Bodio
Chiasso	1	0.96	0.88	0.74	0.8	0.75	0.77	0.84	0.73	0.76	0.77	0.79
Mendrisio	0.96	1	0.89	0.78	0.81	0.76	0.75	0.84	0.78	0.73	0.75	0.77
Bioggio	0.88	0.89	1	0.91	0.94	0.91	0.90	0.93	0.91	0.81	0.82	0.81
Pregassona	0.74	0.78	0.91	1	0.92	0.90	0.87	0.83	0.87	0.73	0.74	0.71
Lugano	0.8	0.81	0.94	0.92	1	0.92	0.90	0.89	0.86	0.76	0.74	0.71
Camignolo	0.75	0.76	0.91	0.90	0.92	1	0.89	0.89	0.90	0.82	0.79	0.74
Locarno	0.77	0.75	0.90	0.87	0.9	0.89	1	0.93	0.92	0.86	0.86	0.79
Magadino	0.84	0.84	0.93	0.83	0.89	0.89	0.93	1	0.93	0.91	0.89	0.84
Giubiasco	0.73	0.78	0.91	0.87	0.86	0.90	0.92	0.93	1	0.85	0.89	0.85
Moleno	0.76	0.73	0.81	0.73	0.76	0.82	0.86	0.91	0.85	1	0.92	0.85
Biasca	0.77	0.75	0.82	0.74	0.74	0.79	0.86	0.89	0.89	0.92	1	0.91
Bodio	0.79	0.77	0.81	0.71	0.71	0.74	0.79	0.84	0.85	0.85	0.91	1

Tabella 6: ***Correlazione fra i dati di misura della concentrazione media giornaliera di PM10 delle diverse stazioni. In verde scuro sono evidenziati gli incroci con un fattore di correlazione superiore a 0.89, in verde chiaro quelli fra 0.85 e 0.89, in giallo quelli fra 0.80 e 0.85, in arancione quelli fra 0.75 e 0.80 e in rosso quelli inferiori a 0.75.***

È innanzitutto interessante notare che, nonostante i punti di misura siano situati anche a distanze importanti e in prossimità di fonti di emissione diverse, la correlazione osservata è rilevante fra tutte le stazioni: il fattore di correlazione più basso (Lugano-Bodio) è di 0.71. Questo fatto è probabilmente da ricondurre all'importante influsso esercitato dalle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni di polveri fini (v. capitolo 5.7 per maggiori dettagli).

La Tabella 6 mostra inoltre la presenza di diversi gruppi di stazioni di misura che presentano fattori di correlazione elevati (rettangoli neri). Si distinguono in particolare le stazioni più a meridione (Chiasso, Mendrisio e Bioggio), le stazioni del centro-Sud del Cantone (Bioggio, Pregassona, Lugano, Camignolo, Locarno, Magadino e Giubiasco) e le stazioni del Sopraceneri (Locarno, Magadino, Giubiasco, Moleno e Biasca).

È infine interessante osservare come le stazioni di misura di Moleno e Camignolo, situate in prossimità dell'asse autostradale della A2, presentino valori di correlazione importanti anche con sta-

zioni lontane dall'autostrada quali ad esempio Locarno o Magadino (v. Figura 31). Questa caratteristica sembra indicare un limitato influsso delle emissioni primarie del traffico autostradale sulle immissioni di PM10.

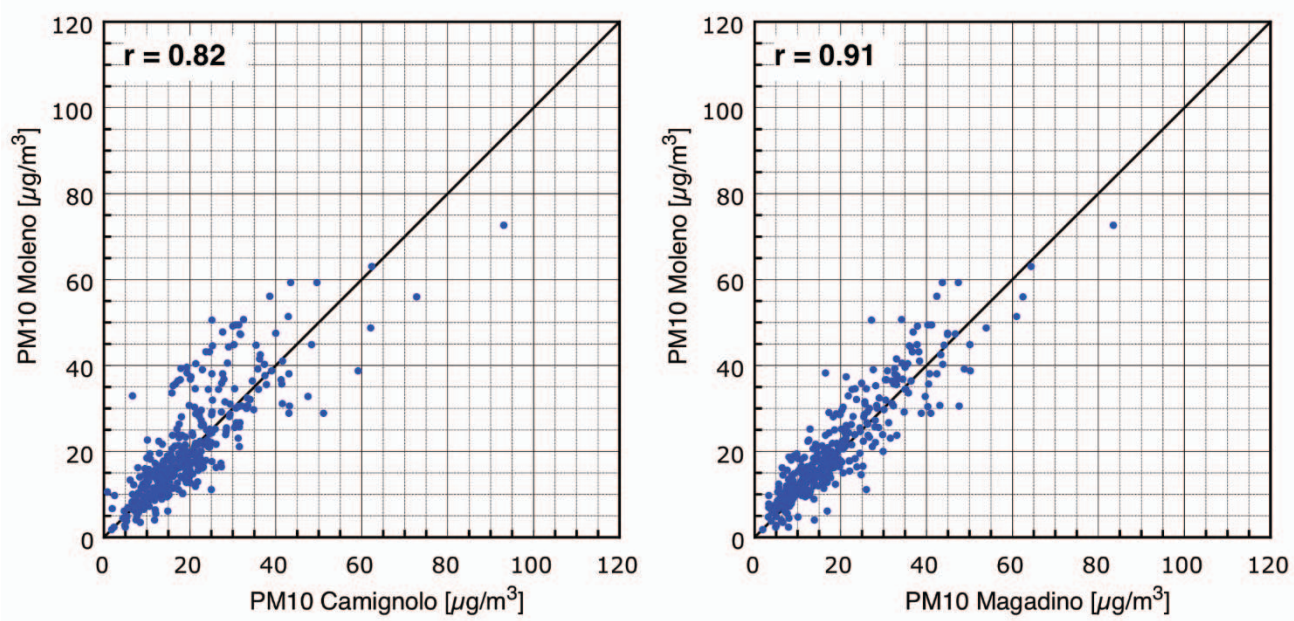

Figura 31: ***Medie giornaliere di concentrazione di PM10 misurate a Moleno in funzione di quelle misurate a Camignolo (grafico di sinistra) e Magadino (grafico di destra).***

5.5. Correlazione tra PM10 e ossidi di azoto

La relazione fra i valori di immissione di PM10 e ossidi di azoto è stata analizzata per alcuni punti di misura.

Gli ossidi di azoto (indicati con la sigla NO_x) sono generati prevalentemente da processi di combustione di carburanti e combustibili di origine fossile. Essi vengono emessi primariamente sotto forma di monossido di azoto (NO) che, una volta nell'atmosfera, reagisce con altri composti e tende a trasformarsi in biossido di azoto (NO_2).

5.5.1. Stazioni lungo l'autostrada (Moleno e Camignolo)

Le medie giornaliere di concentrazione degli ossidi di azoto (NO_x) e diossido di azoto (NO_2) misurate presso le stazioni di Moleno e Camignolo sono stati confrontati con i valori di misura della concentrazione di polveri fini (Figura 32 e Figura 33).

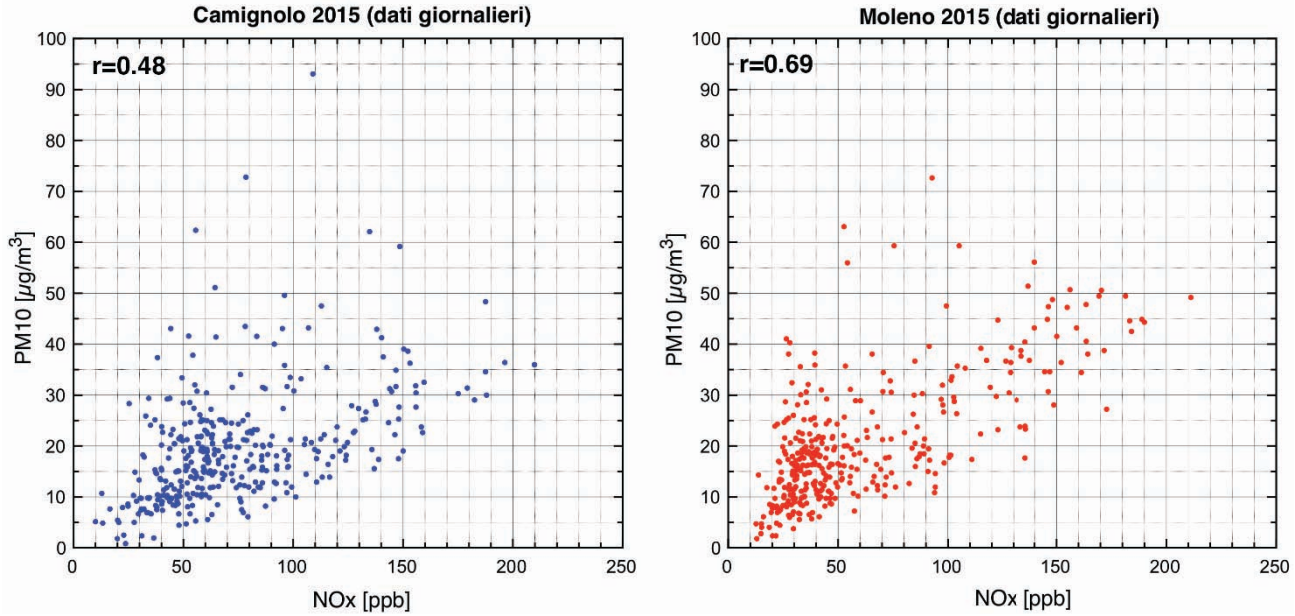

Figura 32: ***Medie giornaliere di concentrazione di PM10 in funzione della concentrazione di ossidi di azoto (NO_x) per le stazioni di Camignolo (grafico di sinistra) e Moleno (grafico di destra).***

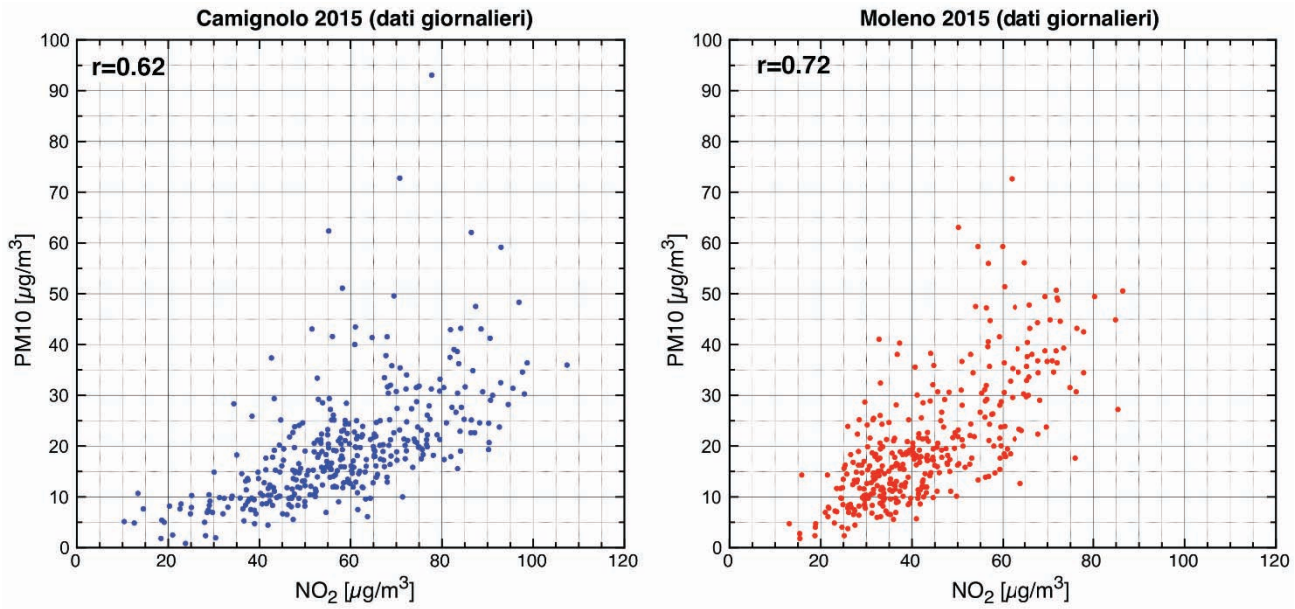

Figura 33: ***Medie giornaliere di concentrazione di PM10 in funzione della concentrazione di diossido di azoto (NO_2) per le stazioni di Camignolo (grafico di sinistra) e Moleno (grafico di destra).***

La correlazione fra concentrazione di PM10 e NO_x è più marcata per la stazione di Moleno, mentre a Camignolo è meno evidente (Figura 32). È interessante osservare che, restringendo l'attenzione al diossido di azoto, la correlazione migliora considerevolmente per entrambe le stazioni. In questo senso le immissioni di polveri fini lungo l'autostrada sembrano essere legate più a inquinanti di tipo secondario (NO_2) che a emissioni dirette del traffico stradale (NO).

5.5.2. Altre stazioni (Chiasso, Lugano e Magadino)

La migliore correlazione fra concentrazione di PM10 e NO_2 rispetto agli NO_x è stata osservata anche per le altre stazioni, per le quali sono disponibili dati di misura semiorari.

La concentrazione di polveri fini in funzione della concentrazione di biossido di azoto per le stazioni di Chiasso, Lugano e Magadino è illustrata nella Figura 34. È interessante osservare come la correlazione fra le misure semiorarie delle due sostanze sembri migliorare con l'allontanamento da fonti di emissione importanti (Chiasso (zona urbana e autostrada), Lugano (zona urbana) e Magadino (campagna)).

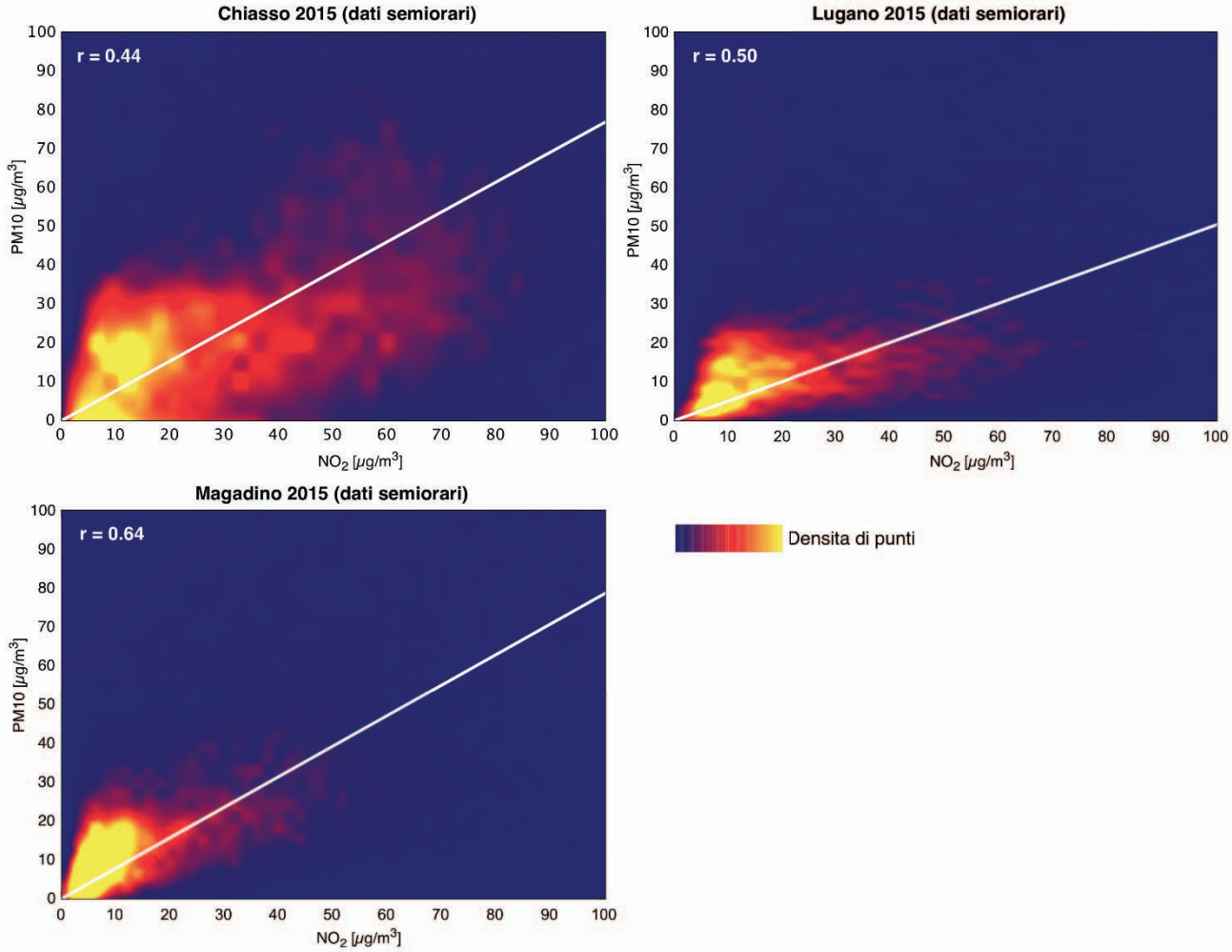

Figura 34: ***Dati di concentrazione semioraria di PM10 in funzione della concentrazione di diossido di azoto (NO_2) per le stazioni di Chiasso (grafico in alto a sinistra), Lugano (grafico in alto a destra) e Magadino (grafico in basso a sinistra). Nei grafici è rappresentata la densità di punti di misura semiorari: giallo corrisponde ad un'elevata densità, mentre le zone blu non contengono punti. In bianco è rappresentata la retta risultante dal fit lineare dei dati.***

5.6. Analisi tramite cluster

Allo scopo di caratterizzare l'andamento stagionale della concentrazione di polveri fini e identificare comportamenti giornalieri caratteristici che si ripetono periodicamente è stata eseguita un'analisi a

gruppi (cluster) dei dati di misura semiorari di alcune stazioni. Nei prossimi paragrafi è presentata una breve descrizione della metodologia utilizzata, seguita dalla presentazione dei risultati ottenuti per la stazione di Chiasso che, oltre ad essere la più critica dell'intero Cantone per quanto riguarda le polveri fini, presenta andamenti caratteristici molto interessanti.

5.6.1. Metodologia

L'analisi a gruppi (cluster) permette di identificare e raggruppare i giorni con andamenti simili della concentrazione di PM10. I dati di misura semiorari sono inizialmente suddivisi in giornate (corrispondenti a vettori di 48 elementi) (v. Figura 35).

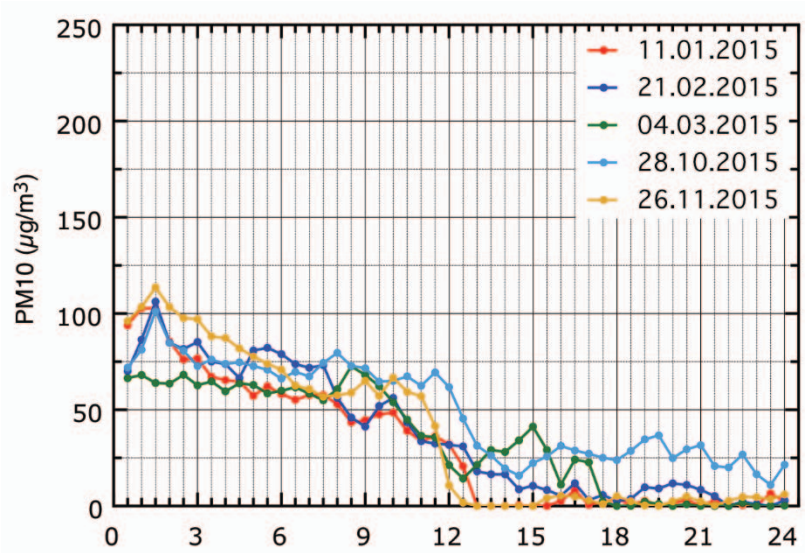

Figura 35: ***Esempio di evoluzione giornaliera della concentrazione di polveri fini misurata alla stazione di Chiasso per diverse giornate con andamento simile. Ogni giornata si compone di 48 dati di misura (uno ogni mezzora).***

Le diverse giornate vengono in seguito confrontate fra di loro (sulla base della distanza euclidea fra i vettori di dati di misura) e quelle simili vengono raggruppate. Le giornate illustrate nella Figura 35 sono ad esempio state identificate come simili e formano un gruppo (cluster).

Per ogni gruppo (cluster) identificato viene in seguito calcolato il cosiddetto centroide, rappresentato dalla media dell'andamento giornaliero della concentrazione di PM10 delle diverse giornate che lo compongono (v. Figura 36). Per ogni gruppo vengono calcolate, oltre al centroide, la distribuzione settimanale e annuale delle giornate corrispondenti (Figura 36).

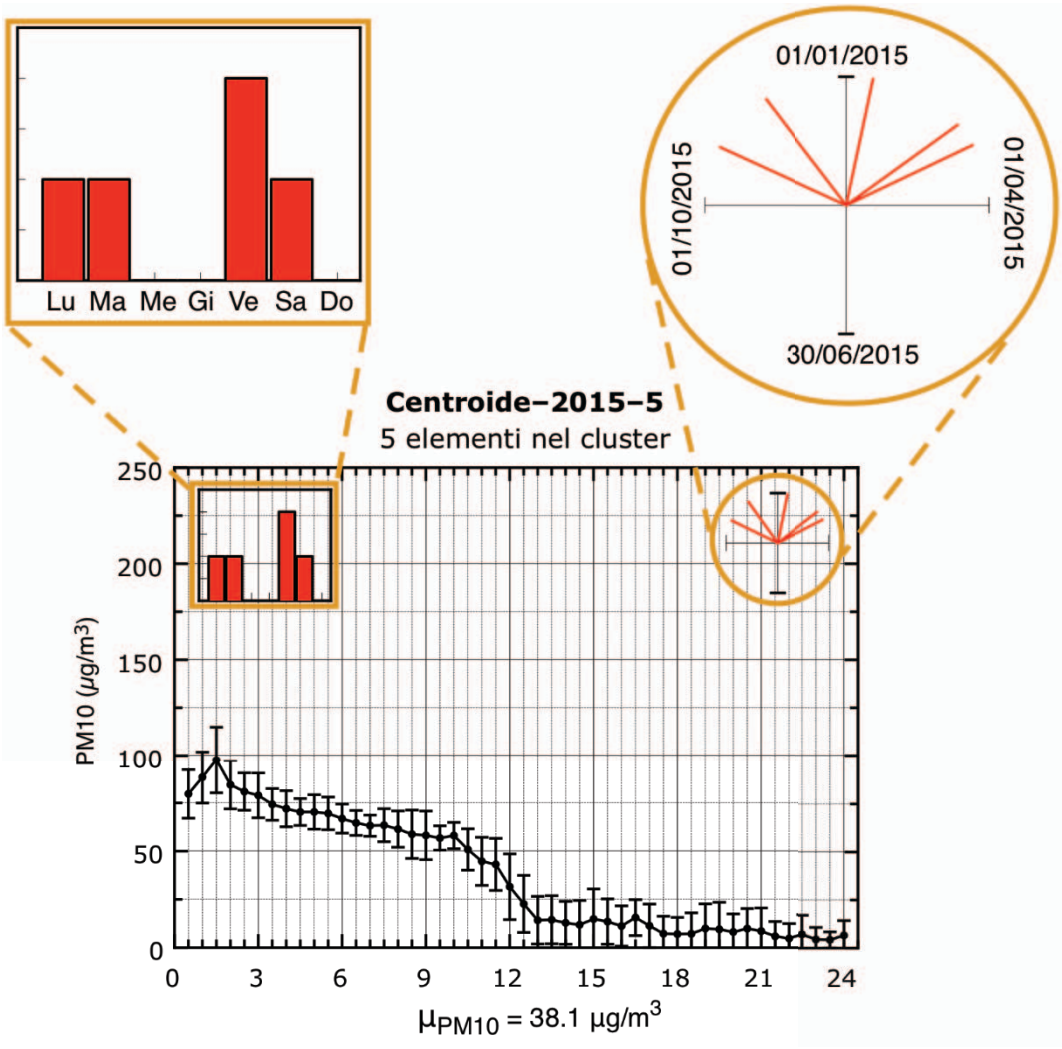

Figura 36: ***Rappresentazione dei risultati dell'analisi tramite cluster per il gruppo formato dalle giornate presentate nella Figura 35. Il grafico principale presenta l'andamento giornaliero del centroide del gruppo (media delle giornate). Le barre di errore sono date dalla deviazione standard dei dati. Nel grafico in alto a sinistra è presentata la distribuzione settimanale delle giornate appartenenti al cluster (le 5 giornate del cluster illustrato sono 1 lunedì, 1 martedì, 2 venerdì e 1 sabato). Nel grafico in alto a destra è invece rappresentata la distribuzione delle giornate sull'arco dell'anno: il 1 gennaio si trova sull'asse verticale in alto e le giornate si susseguono in senso orario. Per ogni gruppo è indicata (in basso) la concentrazione media giornaliera di PM10 (data dai valori del centroide).***

5.6.2. Risultati per la stazione di Chiasso

L'analisi tramite cluster applicata ai dati misurati dalla stazione di Chiasso ha evidenziato la presenza di nove gruppi principali (composti da almeno 5 giornate), che racchiudono 332 delle 365 giornate dell'anno 2015 (illustrati in Figura 37 e Figura 38). Le rimanenti 33 giornate si suddividono in cluster composti da 1 a 4 giorni: circa la metà di questi presenta un andamento analogo (ma non sufficientemente simile) al cluster 1, mentre i rimanenti si compongono di giornate con andamenti particolari influenzati probabilmente da emissioni momentanee locali (cantieri, …).

In aggiunta al 2015, è stata eseguita un'analisi a gruppi dei primi mesi dell'anno 2016, allo scopo di verificare se fossero presenti andamenti particolari non riscontrati durante il 2015. L'analisi non ha rilevato la presenza di cluster che si discostassero in modo evidente da quelli già identificati per il 2015.

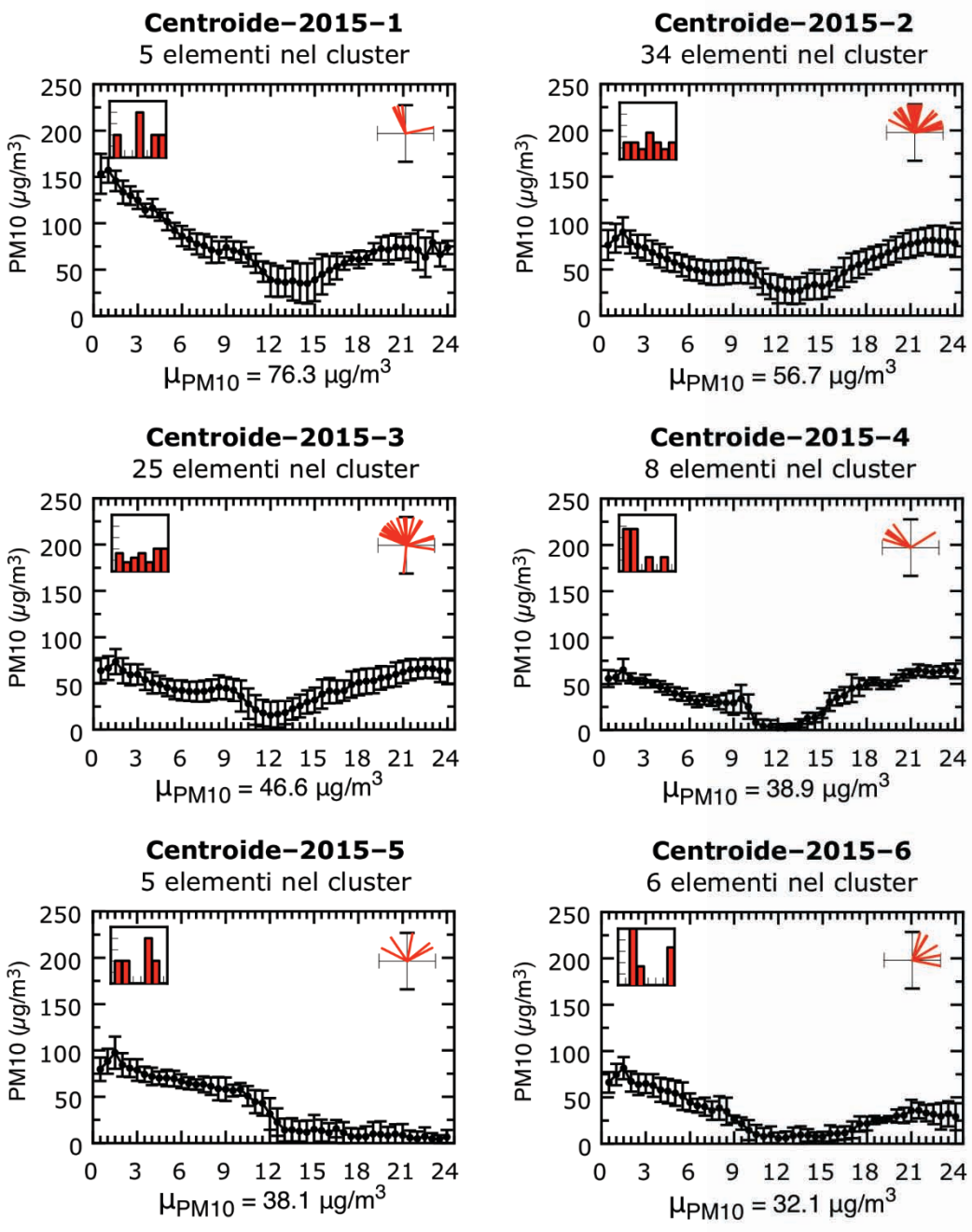

Figura 37: ***Cluster principali (composti da almeno 5 giornate) 1-6 risultanti dall'analisi dei dati di misura dell'anno 2015 della stazione di Chiasso.***

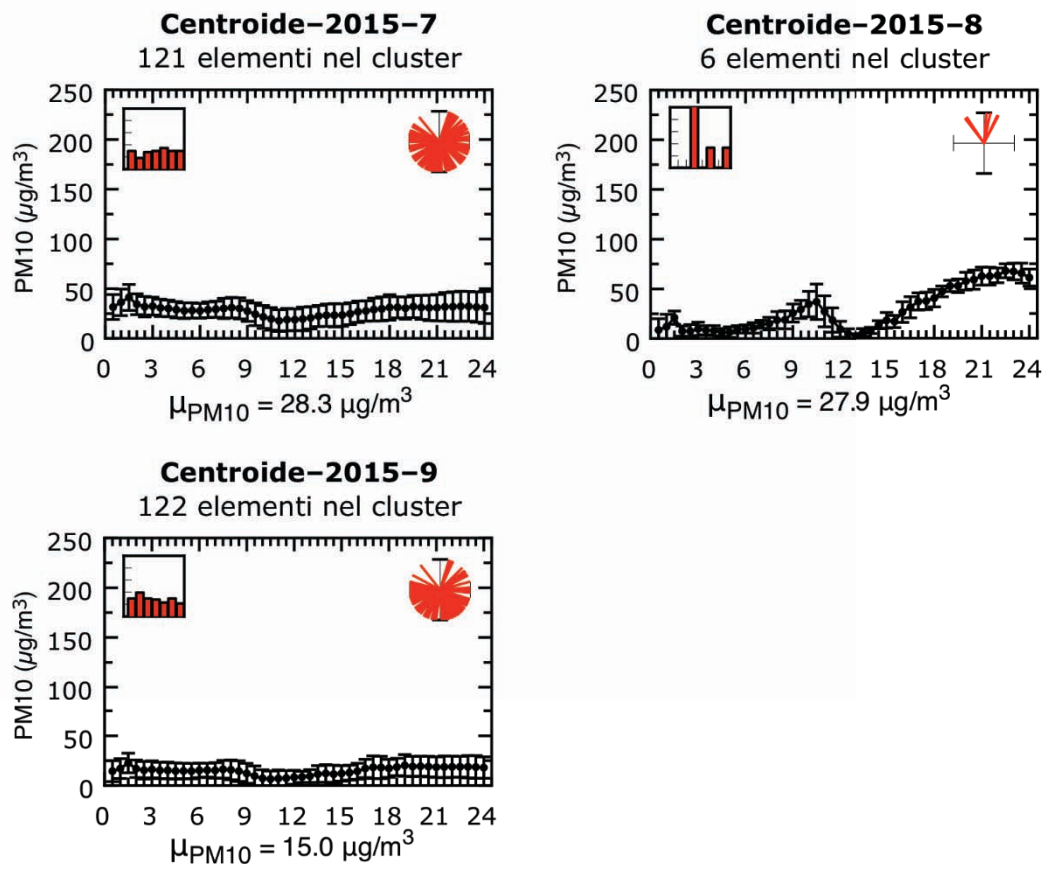

Figura 38: ***Cluster principali (composti da almeno 5 giornate) 7-9 risultanti dall'analisi dei dati di misura dell'anno 2015 della stazione di Chiasso.***

I cluster caratterizzati da concentrazioni medie giornaliere elevate presentano un caratteristico 'andamento a V' (v. cluster da 1 a 4 e cluster 6): valori di concentrazione elevati durante le ore notturne e diminuzione temporanea nelle ore centrali della giornata. Questo tipo di evoluzione giornaliera è da ricondurre alla presenza di situazioni di inversione negli strati bassi dell'atmosfera che si dissolvono parzialmente durante il giorno (v. capitolo 5.7 per maggiori dettagli).

Le giornate più critiche (cluster da 1 a 6) si sono verificate nei mesi più freddi (da ottobre a marzo). Le giornate con concentrazioni relativamente ridotte e poco variabili durante il giorno (cluster 7 e 9) sono invece distribuite prevalentemente sul periodo che va da marzo a novembre. È importante sottolineare che le giornate del cluster 7 (121 giornate con concentrazione media di PM10 di 28.3 μg/m^3), nonostante non siano critiche per quanto riguarda il limite d'immissione giornaliero, contribuiscono in modo importante al superamento del limite annuale di 20 μg/m^3.

I cluster 5 e 8 presentano andamenti singolari che sono principalmente da ricondurre a giornate con condizioni meteorologiche particolari (v. capitolo 5.7).

Per quanto riguarda la distribuzione settimanale delle giornate dei diversi cluster, non sembra esserci una relazione rilevante fra andamento delle emissioni e giorno della settimana.

5.7. Analisi dell'influsso di diversi parametri meteorologici

Le condizioni meteorologiche esercitano un influsso importante sui valori di concentrazione di polveri fini nell'aria e influenzano sia la dispersione sia la deposizione sia la formazione di particelle secondarie a partire da inquinanti primari (v. capitolo 2.2). L'andamento annuale tipico delle concentrazioni medie giornaliere di PM10 è infatti caratterizzato da variazioni importanti anche per giorni consecutivi (v. capitolo 5.2), non riconducibili unicamente a cambiamenti nei valori di emissione (che possono essere considerati come costanti nel corto e medio periodo).

L'analisi degli influssi meteorologici sulla concentrazione di polveri fini è stata eseguita per la stazione di misura di Chiasso. In particolare sono stati analizzati gli influssi dei seguenti parametri meteo (scelta basata sui risultati presentati in [9]):

- **stabilità atmosferica** (situazioni di inversione termica);
- **raffiche di vento**;
- **precipitazioni nelle ore precedenti la misura**;
- **concentrazione media di PM10 della giornata precedente**[2];
- temperatura dell'aria;
- umidità relativa;
- direzione del vento.

I parametri evidenziati in grassetto sono risultati essere i più influenti sui valori medi giornalieri di concentrazione di polveri fini misurati a Chiasso. Una descrizione del loro influsso è presentata nel capitolo seguente. È importante sottolineare che i diversi parametri indicati non sono indipendenti: vento e precipitazioni tendono ad esempio a rompere le situazioni di inversione, mentre l'umidità relativa tende ad assumere valori elevati nei periodi di forte inversione invernale.

Per eseguire l'analisi sono stati utilizzati i dati meteorologici delle stazioni OASI di Chiasso (Casa Giardino) e Sagno (v. Figura 39).

[2] Non si tratta propriamente di un parametro meteorologico. Esso esercita comunque un importante influsso sulla concentrazione giornaliera misurata.

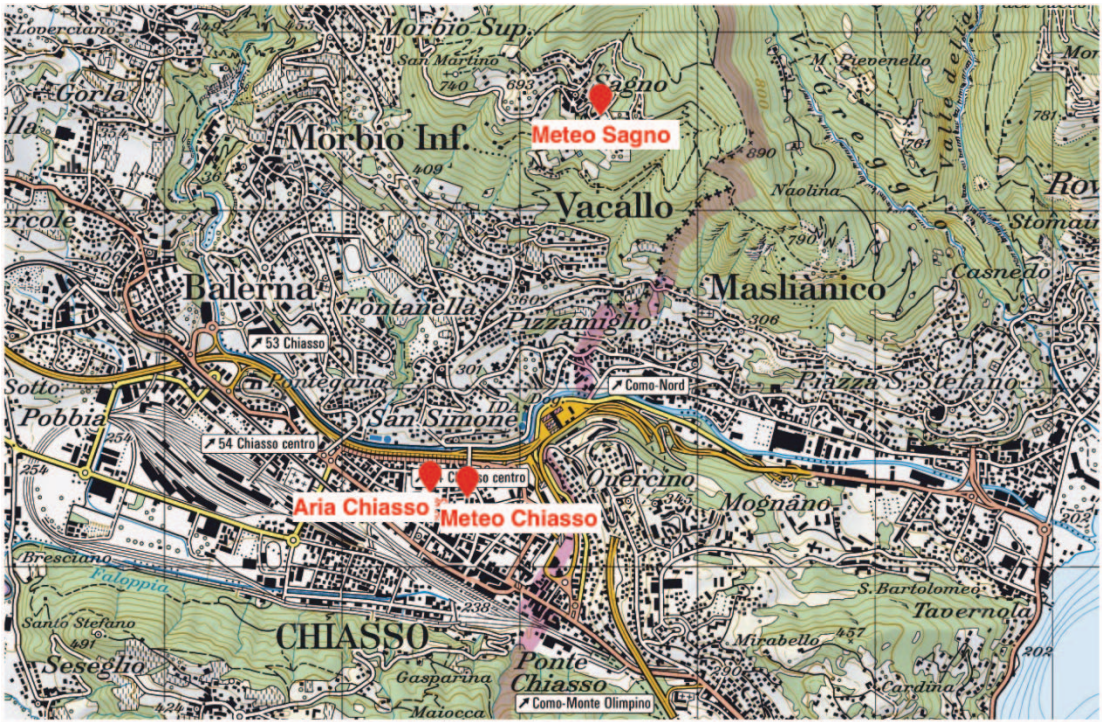

Figura 39: ***Cartina che illustra la posizione delle stazioni meteo di Chiasso e Sagno e della stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di Chiasso.***

5.7.1. Stabilità atmosferica

La stabilità atmosferica degli strati bassi della troposfera influenza in modo importante l'accumulo di polveri fini nell'aria. Durante le situazioni di inversione termica (atmosfera stabile) la dinamica dello strato limite è infatti inibita e l'aria tende a ristagnare al suolo, favorendo l'accumulo di inquinanti. Al contrario, nei momenti di instabilità, si sviluppa una circolazione convettiva dell'aria che tende a disperdere gli inquinanti accumulati.

Indicatore di stabilità atmosferica DΓ per Chiasso

Un indicatore per la stabilità atmosferica può essere costruito a partire dal confronto fra il *gradiente di temperatura di un volume d'aria in spostamento verticale* $\Gamma = \frac{dT}{dz}$ e il *gradiente verticale di temperatura che caratterizza lo strato limite dell'atmosfera* $\Gamma' = -\frac{dT'}{dz}$:

$$D\Gamma = \Gamma - \Gamma'$$

Si possono distinguere i seguenti casi:

- *$D\Gamma > 0$ atmosfera stabile* (inversione termica), un volume d'aria in spostamento verticale si raffredderebbe più velocemente dell'atmosfera circostante; esso tende quindi a ristagnare negli strati bassi;
- *$D\Gamma = 0$: atmosfera neutra;*
- *$D\Gamma < 0$ atmosfera instabile* (convezione), un volume d'aria in spostamento verticale si raffredderebbe più lentamente dell'atmosfera circostante; esso tende quindi a muoversi verso l'alto per convezione;

Il gradiente di temperatura di un volume d'aria in spostamento verticale Γ è stato approssimato dal gradiente di temperatura di una massa d'aria secca in moto adiabatico verticale (approssimazione valida anche nel caso di aria umida non satura) [29]:

$$\Gamma_d = \frac{dT}{dz} \approx \frac{g}{c_p} \approx 0.98\ K/100\ m$$

Per caratterizzare il gradiente di temperatura dello strato limite dell'atmosfera a Chiasso sono invece stati utilizzati i valori di temperatura dell'aria misurati a Chiasso (240 m s.l.m.) e Sagno (690 m s.l.m.).

È importante sottolineare che l'indicatore costruito ha un carattere indicativo e non è adatto ad essere confrontato con dati assoluti o valori misurati in altri luoghi, dato che si basa su un confronto di sole due misure (con una differenza di altitudine di 450 m) e che una di esse avviene in un centro urbano.

Correlazione fra valore medio giornaliero di DΓ e concentrazione di PM10

Il valore medio giornaliero del parametro di stabilità atmosferica DΓ è stato confrontato con la concentrazione media di PM10 misurata a Chiasso (v. Figura 40).

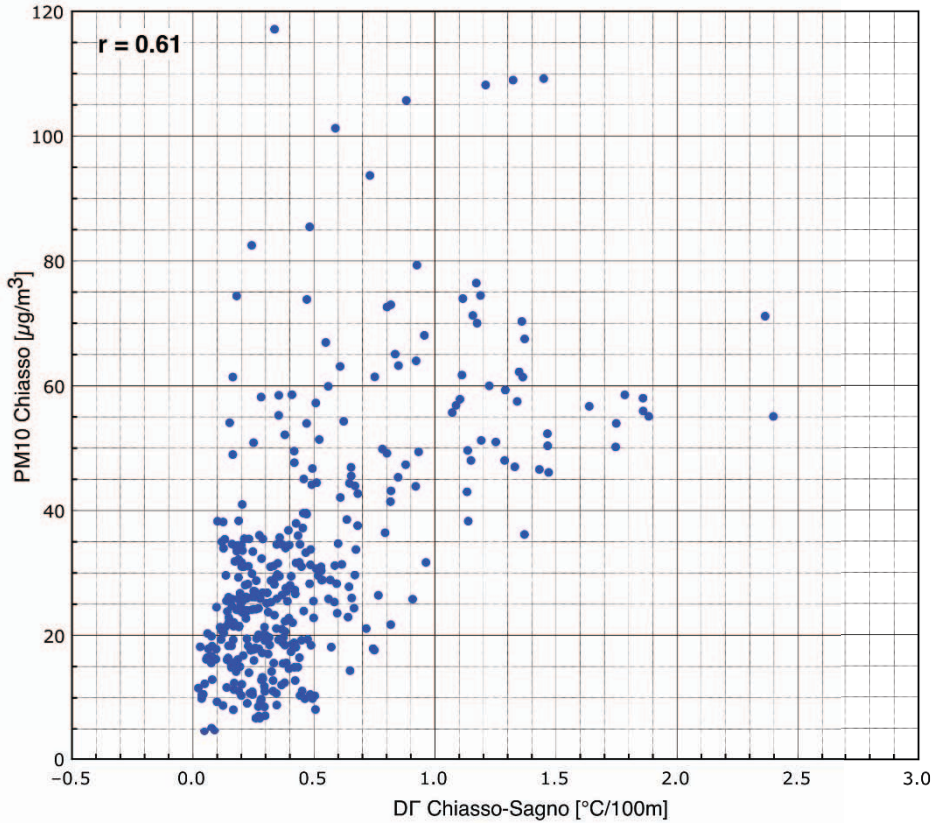

Figura 40: ***Concentrazione media giornaliera di polveri fini misurata a Chiasso nel 2015 in funzione del valore medio giornaliero di stabilità atmosferica DΓ.***

È interessante notare come durante le giornate con inversione marcata e/o duratura (DΓ > 1 °C/100m) le medie giornaliere di concentrazioni di PM10 sono sempre state elevate (superiori a 35 µg/m^3).

Stabilità atmosferica ed evoluzione giornaliera della concentrazione di PM10

L'importante influsso della stabilità atmosferica sulla concentrazione di PM10 nell'aria diventa evidente se si considerano gli andamenti tipici giornalieri identificati tramite l'analisi a gruppi.

Per ognuno dei cluster principali identificati nel capitolo 5.6.1 è stato calcolato l'andamento medio giornaliero del parametro DΓ nelle giornate corrispondenti. I risultati ottenuti sono presentati nella Figura 41 e nella Figura 42.

Il confronto fra le curve ottenute mostra chiaramente l'influenza della stabilità atmosferica momentanea sull'evoluzione giornaliera della concentrazione di polveri fini:

- La caratteristica forma a 'V' dei cluster 1-4 e 6 è causata dalla presenza di situazioni di inversione marcata nelle ore notturne che, a causa dell'irraggiamento solare (a partire dalle 9-10 di mattina), tendono a smorzarsi parzialmente nelle ore centrali della giornata, con una conseguente diluizione temporanea delle polveri fini accumulate negli strati bassi dell'atmosfera. La sera, in concomitanza con la riformazione dello strato di inversione, le concentrazioni tornano a salire.
- Le giornate dei cluster caratterizzati da concentrazioni ridotte di PM10 e variazioni giornaliere limitate (cluster 7 e 9) sono caratterizzate da valori ridotti di DΓ e mostrano una leggera tendenza alla formazione di deboli inversioni nelle prime ore della giornata.
- Particolarmente notevole è il parallelismo fra concentrazione di polveri fini e stabilità atmosferica per i cluster 5 e 8. Le giornate del cluster 8 sono caratterizzate da un'inversione termica importante solo a partire dalle 3 del mattino. Questa causa un accumulo di polveri fini nell'aria e un incremento del valore di concentrazione misurato fino alle 10, quando l'inversione si dissolve. La sera, in concomitanza con la riformazione dello strato di inversione, le concentrazioni tornano a salire.

  Le giornate del cluster 5 sono invece caratterizzate da una drastica diminuzione della concentrazione di polveri fini a partire da metà giornata, che avviene in concomitanza con una rottura netta della situazione di inversione termica mattutina. Questa situazione è stata causata, per 3 dei 5 giorni del cluster, dall'entrata del vento forte da Nord a partire da mezzogiorno, mentre le restanti 2 giornate sono caratterizzate da precipitazioni importanti nel pomeriggio (v. Figura 43).

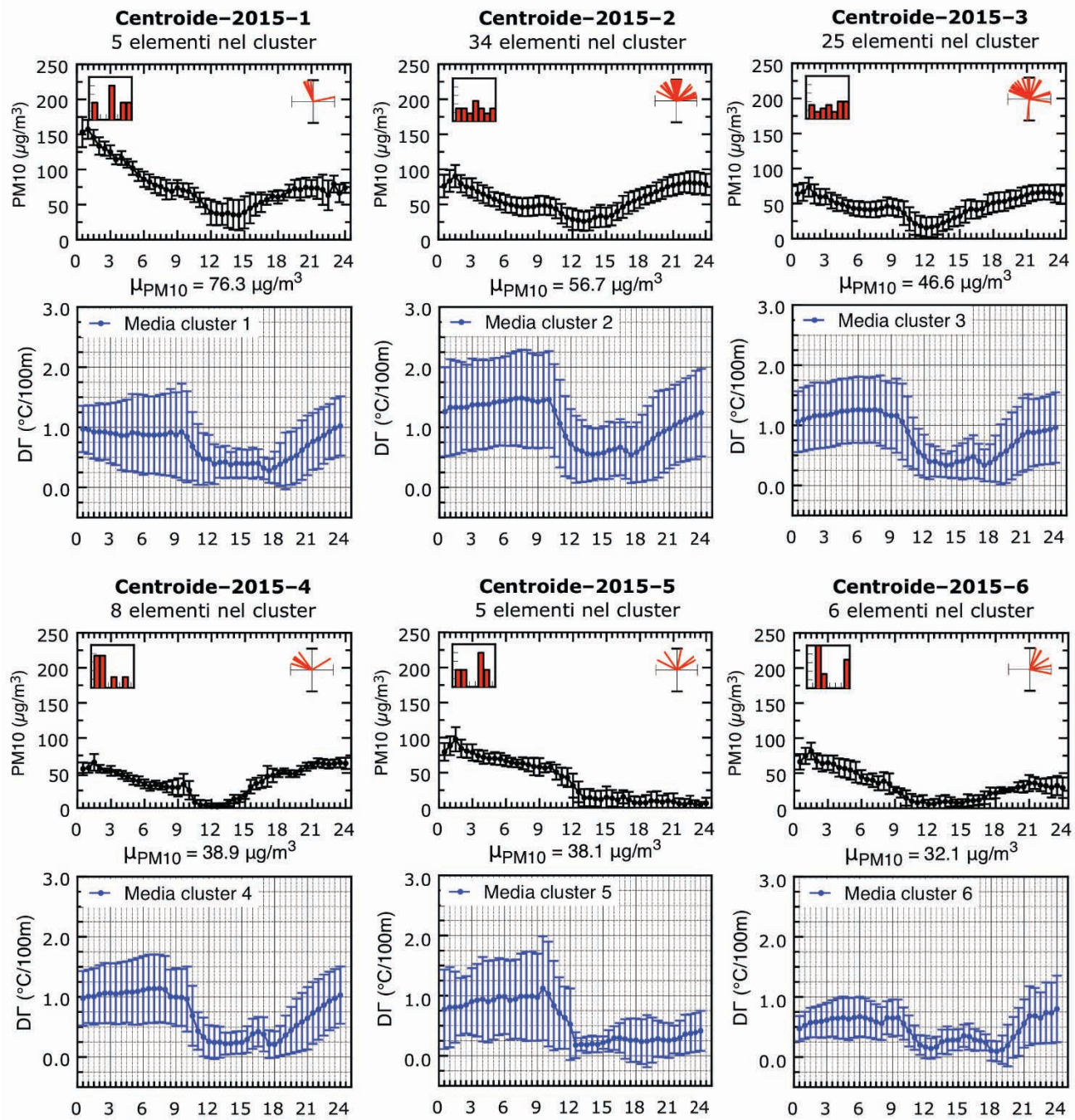

Figura 41: ***Andamento medio giornaliero del parametro di stabilità atmosferica DΓ (curve blu) per le giornate associate ai cluster principali 1-6 risultanti dall'analisi dei valori semiorari di concentrazione di PM10 a Chiasso nel 2015. Le barre di errore indicate rappresentano la deviazione standard dei dati.***

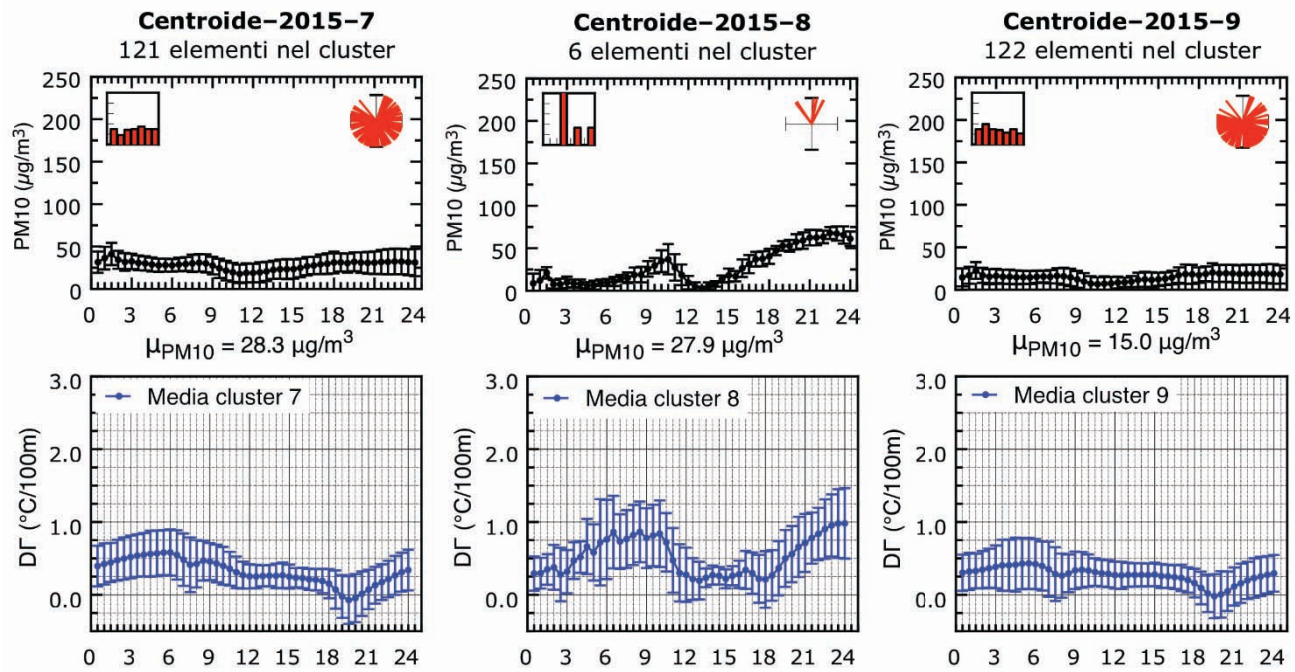

Figura 42: ***Andamento medio giornaliero del parametro di stabilità atmosferica DΓ (curve blu) per le giornate associate ai cluster principali 7-9 risultanti dall'analisi dei valori semiorari di concentrazione di PM10 a Chiasso nel 2015. Le barre di errore indicate rappresentano la deviazione standard dei dati.***

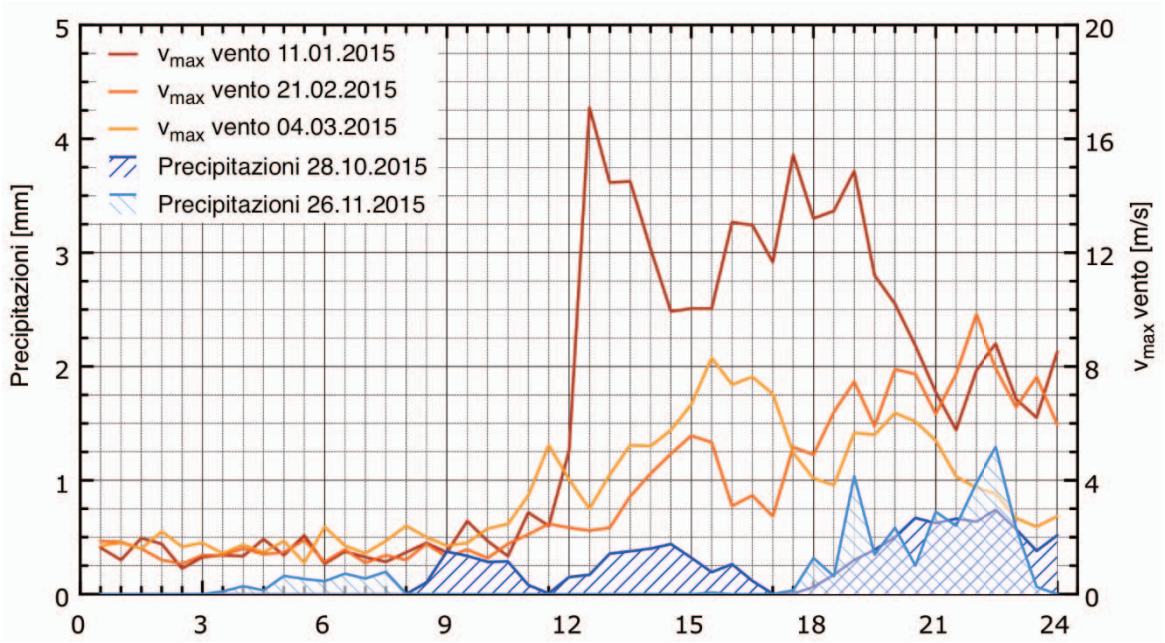

Figura 43: ***Andamento giornaliero del parametro velocità massima del vento a Chiasso per 3 delle 5 giornate del cluster 5 (11.01, 21.02 e 04.03). Per le rimanenti 2 giornate (28.10 e 26.11) è presentata l'evoluzione dell'intensità delle precipitazioni.***

5.7.2. Raffiche di vento

Il vento svolge un ruolo importante per la diluizione e dispersione degli inquinanti nell'aria. In particolari i venti forti e turbolenti (come ad esempio il favonio da Nord) causano un ricambio dell'aria nello strato limite atmosferico attraverso l'apporto di aria poco inquinata da altitudini superiori.

Quale indicatore per le raffiche di vento è stata utilizzata la velocità massima del vento registrata in un intervallo di 30 minuti. Questo parametro contiene informazioni legate sia alla velocità media del vento (responsabile del trasporto di PM10) che alle turbolenze responsabili del rimescolamento dell'aria.

Nella Figura 44 sono rappresentati i dati semiorari e giornalieri della concentrazione di PM10 misurata a Chiasso in funzione della velocità massima del vento registrata. Momenti con raffiche di vento importanti sono associati a concentrazioni ridotte di polveri fini nell'aria, mentre durante le giornate più critiche sono stati registrati venti molto deboli (raffiche di vento inferiori ai 2 m/s). In generale i dati sembrano mostrare una riduzione esponenziale delle concentrazioni di polveri fini con l'incremento dell'intensità delle raffiche di vento.

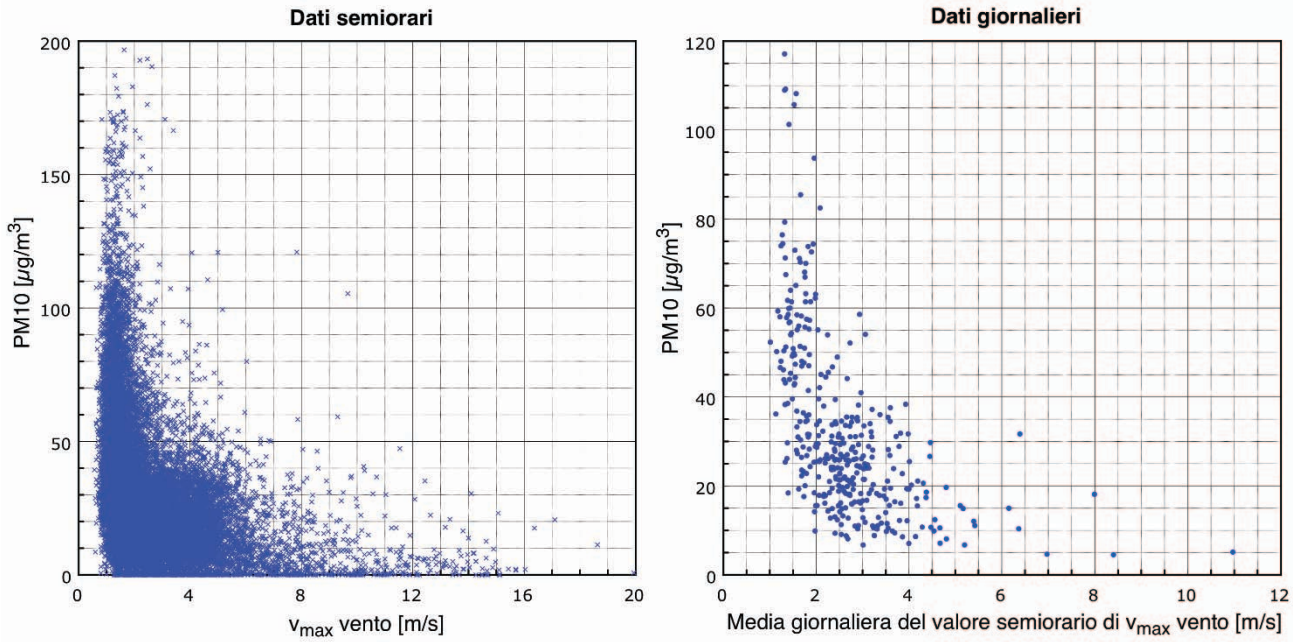

Figura 44: ***Il grafico di sinistra mostra i dati di misura semiorari della concentrazione di PM10 in funzione della velocità massima del vento misurata a Chiasso. Nel grafico a destra sono invece presentate le medie giornaliere di concentrazione di PM10 in funzione della media giornaliera dei picchi semiorari di velocità del vento. I dati si riferiscono all'anno 2015.***

Un esempio dell'effetto dell'entrata del favonio da Nord sulla concentrazione di polveri fini misurata a Chiasso è illustrato nella Figura 45 (4 gennaio[3]). Fino alle 4 di mattina è presente una situazione di forte inversione termica con concentrazioni sostenute di PM10. In seguito, a causa dell'entrata

[3] È interessante notare che la giornata in questione (04/01/2015), a causa dell'andamento particolare della concentrazione di PM10, non rientra in alcuno dei 9 cluster principali identificati nel capitolo 5.6.

del favonio da Nord e del conseguente rimescolamento dell'aria, la situazione di inversione viene rotta completamente e la concentrazione di polveri fini assume valori molto bassi.

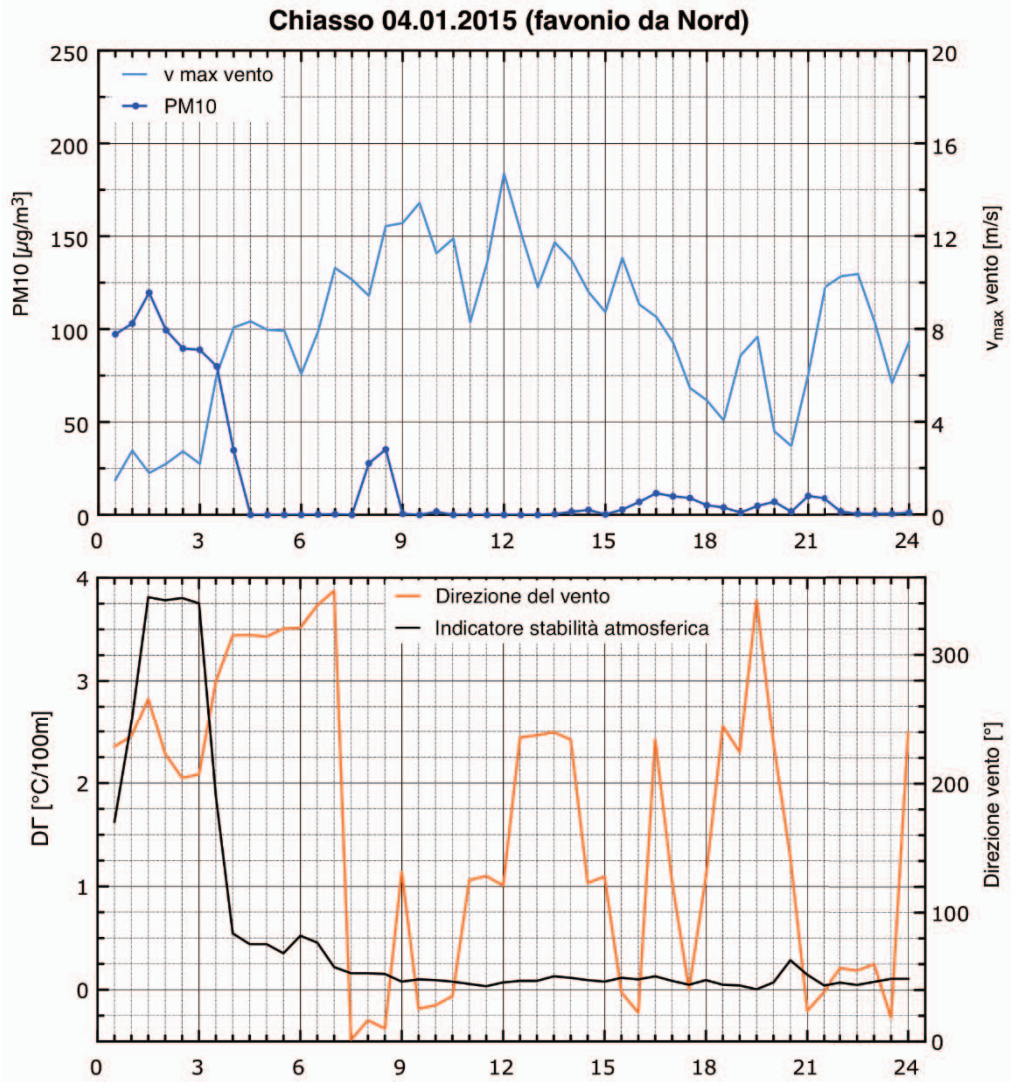

Figura 45: ***Andamento della velocità massima e della direzione del vento, della concentrazione di polveri fini e dell'indicatore di stabilità atmosferica DΓ a Chiasso per la giornata del 04.01.2015.***

5.7.3. Precipitazioni nelle ore precedenti

Le precipitazioni tendono a ridurre in modo importante la concentrazione di polveri fini nell'aria attraverso la deposizione umida. L'efficacia del dilavamento è determinata dalla durata e dall'intensità dei fenomeni.

La concentrazione di PM10 è in particolare influenzata dalla quantità di precipitazioni avvenute nelle ore precedenti la misura. Nella Figura 46 sono rappresentati i dati di misura semiorari della concentrazione di polveri fini a Chiasso in funzione della quantità di precipitazioni avvenute durante le 10, 24 e 48 ore prima.

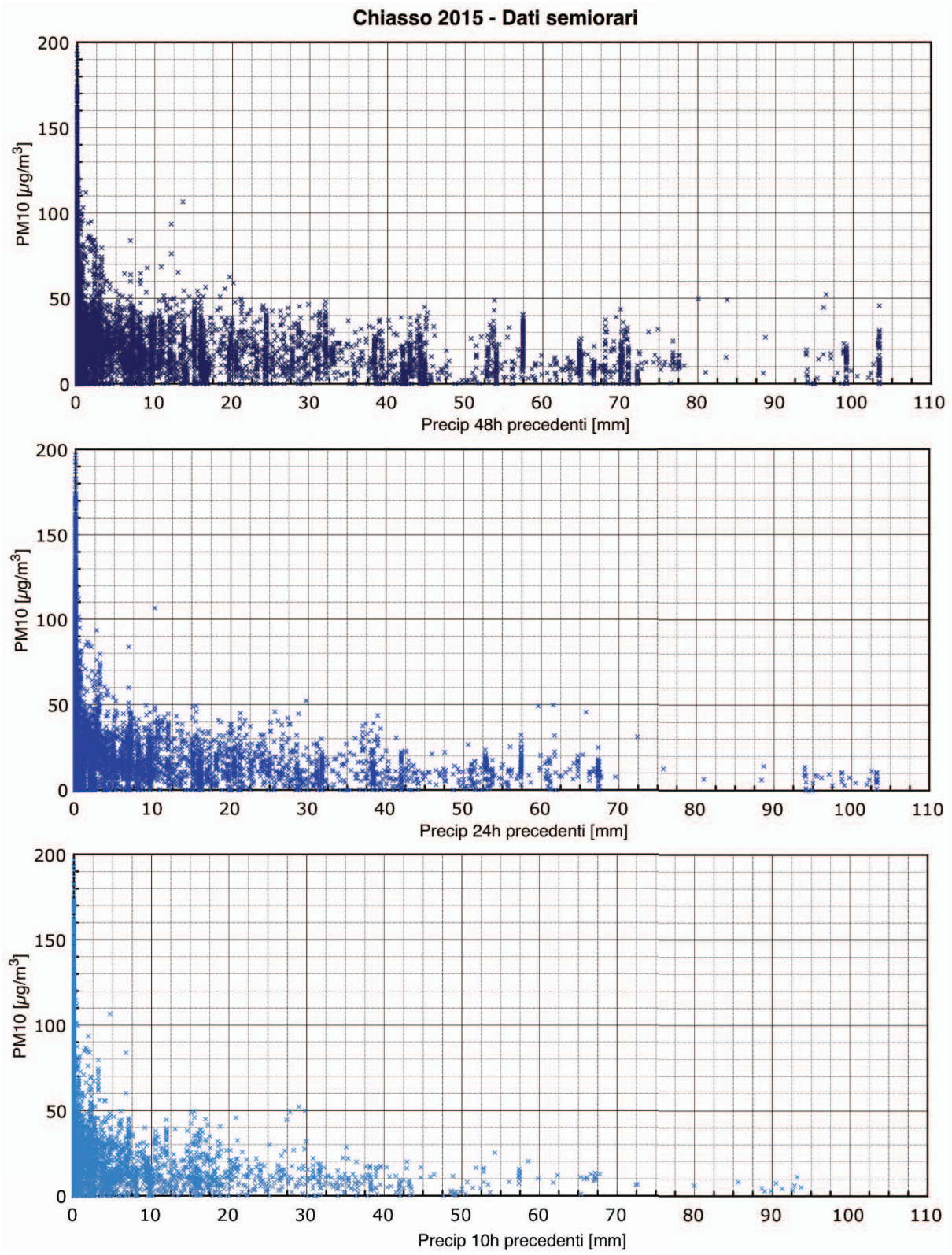

Figura 46: ***Dati di misura semiorari della concentrazione di PM10 della stazione di Chiasso nel 2015 in funzione della quantità di precipitazioni cadute nelle 10h (grafico in basso), 24h (grafico al centro) e 48h (grafico in alto) precedenti.***

Come atteso la concentrazione di polveri fini misurata diminuisce con l'aumento della quantità di precipitazioni cadute nelle ore precedenti. L'effetto è ben visibile anche considerando un intervallo di 48 ore (grafico in alto della Figura 46).

La riduzione della concentrazione di PM10 è particolarmente marcata per precipitazioni ridotte (fino 5 mm per un intervallo di 24h), mentre per quantità maggiori l'effetto è meno accentuato (v. Figura 47).

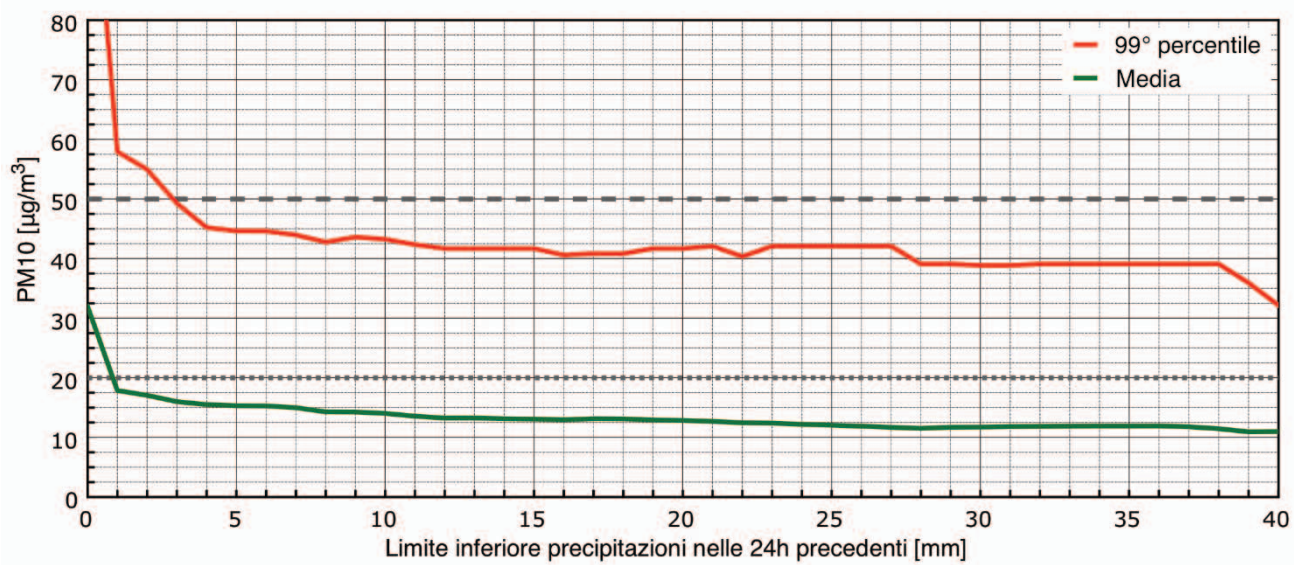

Figura 47: ***Media e 99° percentile dei dati semiorari di misura della concentrazione di PM10 a Chiasso nel 2015 in funzione del valore minimo di precipitazioni registrate nelle 24 ore precedenti la misura. La concentrazione media di PM10 nei momenti per i quali nelle 24 ore precedenti sono caduti almeno 5 mm di acqua è ad esempio di 15 µg/m³, mentre il 99° percentile raggiunge i 45 µg/m³.***

5.7.4. Concentrazione media di PM10 della giornata precedente

La concentrazione media giornaliera di PM10 dipende in modo importante anche dalle quantità di polveri già presenti nell'atmosfera il giorno precedente.

Nella Figura 48 sono rappresentate le medie giornaliere della concentrazione di polveri fini misurate a Chiasso nel 2015 in funzione delle concentrazioni del giorno precedente. La correlazione fra i dati è importante (0.81) ed è probabilmente da ricondurre al fatto che le situazioni con concentrazioni elevate di PM10 si sviluppano spesso durante periodi di alta pressione invernale, che durano tipicamente più giorni. I mesi di novembre e dicembre 2015 sono in particolare stati caratterizzati da periodi prolungati di alta pressione (v. capitolo 5.1.1).

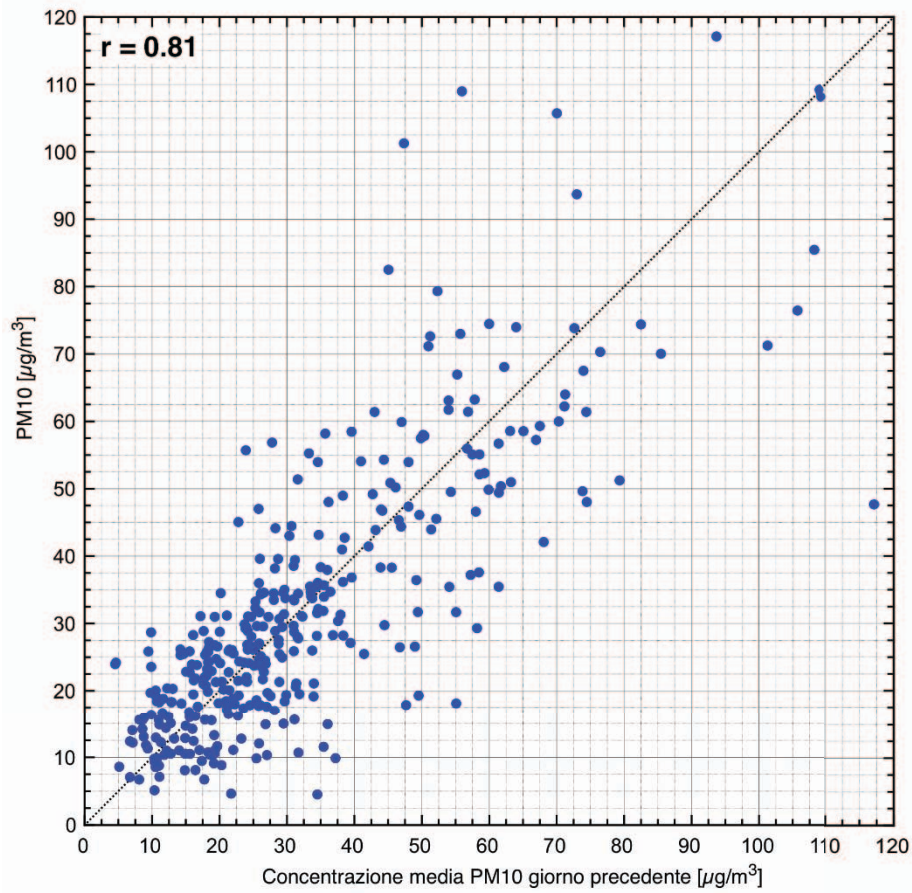

Figura 48: ***Concentrazione media giornaliera di polveri fini misurata a Chiasso nel 2015 in funzione del valore misurato il giorno precedente.***

5.8. Correlazione fra valori di immissione misurati e emissioni primarie di PM10

Nel capitolo precedente sono state ricavate, a partire dai valori annuali di emissione di polveri fini calcolati sul territorio cantonale, le emissioni giornaliere per l'anno 2015. Questa operazione - descritta in dettaglio nel capitolo 4 - è basata su parametri quali i gradi giorno, i giorni della settimana o il traffico misurato durante l'anno 2015 in diversi punti.

I valori ottenuti sono stati messi in relazione con i dati di immissione di PM10 misurati dalle stazioni di Chiasso e Bioggio. Più precisamente la somma di tutte le emissioni giornaliere avvenute in un raggio di 700 m di distanza[4] dalla stazione è stata confrontata con il valore di concentrazione misurato nella giornata corrispondente.

[4] La scelta del raggio (700 m) è stata fatta in modo da includere le diverse possibili fonti di polveri fini influenti presso i punti di misura.

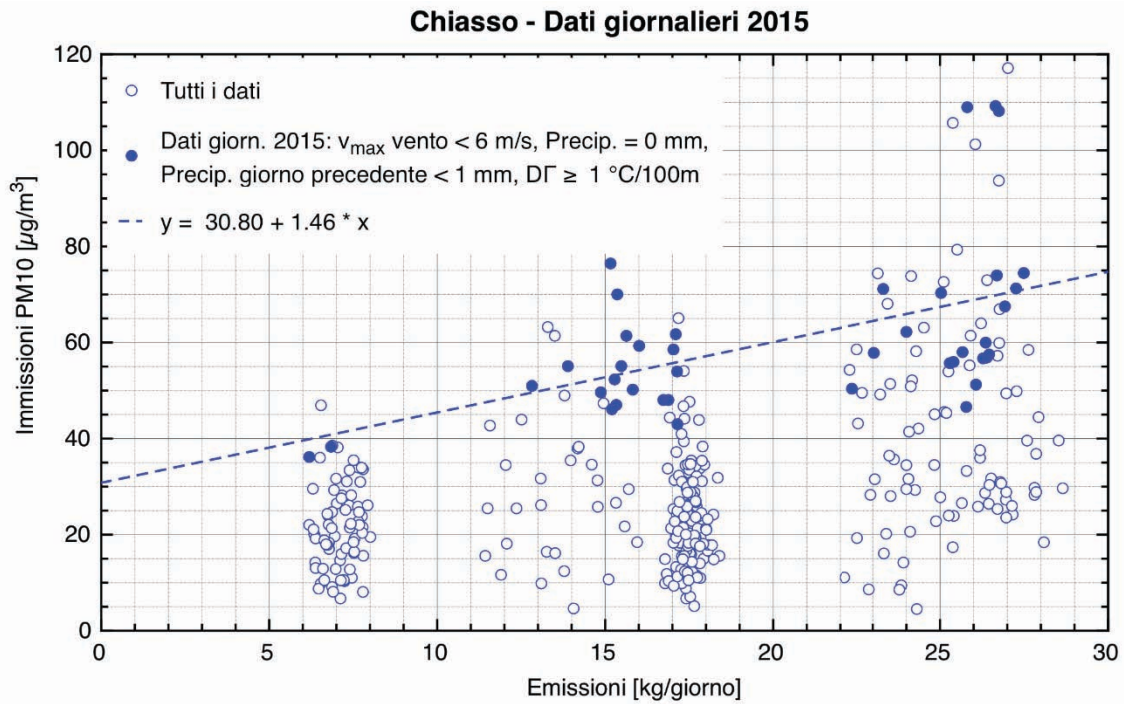

Figura 49: ***Media giornaliera della concentrazione di PM10 misurata a Chiasso in funzione delle emissioni giornaliere calcolate per un cerchio con un raggio di 700 m attorno alla stazione di misura. I pallini pieni rappresentano giornate nelle quali le raffiche di vento non hanno superato i 6 m/s, l'inversione è stata marcata (DΓ ≥ 1 °C/100 m), non si sono verificate precipitazioni e il giorno precedente è caduto meno di 1 mm di acqua. La retta tratteggiata rappresenta il fit lineare dei dati delle giornate selezionate.***

I risultati ottenuti per la stazione di Chiasso sono presentati nella Figura 49. È innanzitutto importante sottolineare che i valori di emissione dipendono in modo importante da giorno della settimana (festivo o feriale) e stagione. Nel caso specifico di Chiasso la nuvola di punti con valori di emissione fra i 6 e gli 8 kg/giorno sono weekend o giorni festivi estivi, quelli con valori fra gli 11 e i 16 kg/giorno sono weekend o giorni festivi invernali, la nuvola di punti con emissioni attorno ai 17-18 kg/giorno sono giorni feriali estivi mentre i punti con le emissioni più elevate sono giorni feriali invernali.

La variabilità delle medie giornaliere di concentrazione misurate durante giornate con valori calcolati di emissione simili è in parte da ricondurre a fattori meteorologici e alla limitata rappresentatività del raggio scelto per la somma delle emissioni. È inoltre importante ricordare che le immissioni di PM10 sono composte (in aggiunta alle emissioni primarie) da una parte importante di particelle di origine secondaria (v. capitolo 2.2). Restringendo l'attenzione alle giornate con le caratteristiche meteorologiche peggiori per l'igiene dell'aria e quindi più favorevoli per l'accumulo di polveri fini (vento debole, precipitazioni ridotte – anche durante il giorno precedente – e inversione marcata) la correlazione fra emissioni calcolate e immissioni diventa più evidente.

Un risultato simile si osserva anche per la stazione di Bioggio (v. Figura 50).

È interessante notare come le giornate con condizioni meteo peggiori (pallini pieni blu) si situino nella parte alta dei grafici e definiscano una sorta di limite superiore della concentrazione di polveri

fini nell'aria in funzione delle emissioni locali. In queste condizioni un incremento delle emissioni 10 kg di PM10 al giorno corrisponde ad un aumento della concentrazione media giornaliera di polveri fini di ca. 15 µg/m^3 a Chiasso e di ca. 20 µg/m^3 a Bioggio.

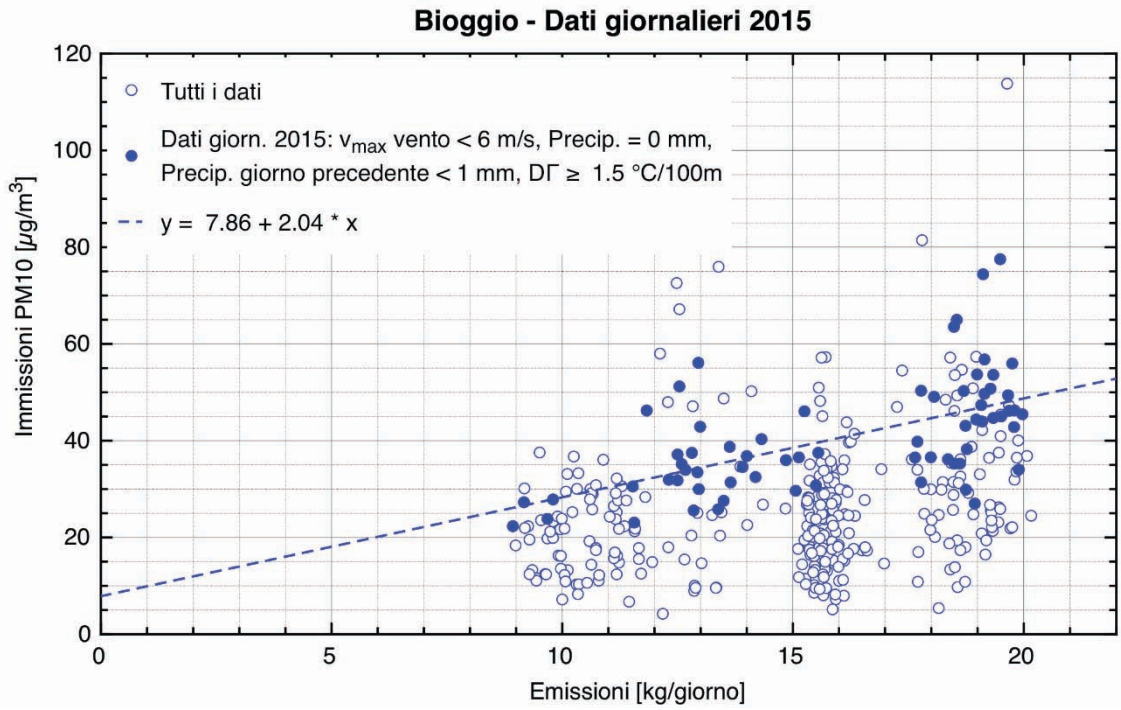

Figura 50: ***Media giornaliera della concentrazione di PM10 misurata a Bioggio in funzione delle emissioni giornaliere calcolate per un cerchio di un raggio di 700 m attorno alla stazione di misura. I pallini pieni rappresentano giornate nelle quali le raffiche di vento non hanno superato i 6 m/s, l'inversione[5] è stata marcata (DΓ ≥ 1.5 °C/100 m), non si sono verificate precipitazioni e il giorno precedente è caduto meno di 1 mm di acqua. La retta tratteggiata rappresenta il fit lineare dei dati delle giornate selezionate.***

5.8.1. Influsso della combustione della legna e del traffico

Allo scopo di valutare l'influsso delle emissioni degli impianti di combustione a legna ($Emi_{PM10,\ legna}$) e del traffico ($Emi_{PM10,\ traffico}$) sui valori di immissione misurati (Imm_{PM10}) e confrontarlo con quello delle altre fonti ($Emi_{PM10,\ resto}$), è stato eseguito un fit dei dati con il seguente modello lineare:

$$Imm_{PM10} = cost. + \lambda_l \cdot Emi_{PM10,\ legna} + \lambda_t \cdot Emi_{PM10,\ traffico} + \lambda_r \cdot Emi_{PM10,\ resto}$$

Questo approccio è stato applicato ai dati di immissione ed emissione giornalieri delle stazioni di Chiasso e Bioggio. Per limitare l'influsso delle condizioni meteorologiche sui risultati, anche in questo caso sono stati considerati unicamente i dati di giornate con condizioni favorevoli per l'accumulo di polveri fini nell'aria: vento debole ($v_{max,\ vento}$<6 m/s), precipitazioni ridotte (0 mm il giorno stesso e < 1mm durante il giorno precedente) e inversione marcata (DΓ ≥ 1 °C/100 m per

[5] Per il calcolo dell'indicatore di stabilità atmosferica DΓ sono stati utilizzati i dati di misura della stazione meteo UCA di Cademario (398 m s.l.m.).

Chiasso e DΓ ≥ 1.5 °C/100 m per Bioggio). I valori ottenuti per i parametri cost., λ_l, λ_t e λ_r sono presentati nella Tabella 7.

È importante sottolineare che l'approccio applicato permette unicamente un'interpretazione di tipo qualitativo dei risultati. Il metodo utilizzato è infatti caratterizzato da diverse assunzioni (ad esempio la definizione di un raggio di 700 m per il calcolo delle emissioni locali) e non permette di escludere completamente l'influsso di altri parametri sui risultati.

Stazione di misura	**cost.** [µg/m³]	**λ_l** [(µg/m³)/(kg/giorno)]	**λ_t** [(µg/m³)/(kg/giorno)]	**λ_r** [(µg/m³)/(kg/giorno)]
Chiasso	27.3 ± 8.8	1.7 ± 0.7	2.7 ± 1.3	1.0 ± 0.8
Bioggio	8.8 ± 6.2	2.8 ± 0.8	3.4 ± 2.7	0.9 ± 1.7

Tabella 7: Coefficienti risultanti dai fit multilineare per le stazioni di Chiasso e Bioggio.

Per entrambe le stazioni i coefficienti associati alle emissioni degli impianti a legna (λ_l) e, in particolare, del traffico (λ_t) assumono valori più elevati rispetto a quello legato alle altre fonti (λ_r).

Assumendo che la somma delle emissioni nel raggio di 700 m dalla stazione di misura sia rappresentativa delle emissioni locali, i risultati sembrano quindi indicare un maggiore influsso delle emissioni del traffico e degli impianti di combustione a legna sulle immissioni di polveri fini rispetto alle altre fonti.

Nonostante le importanti assunzioni e incertezze, i risultati confermano quindi il ruolo importante svolto dal traffico e dalla combustione della legna per quanto riguarda l'inquinamento da polveri fini a Sud delle Alpi, già osservato nell'ambito di altri studi (v. ad esempio [39]).

È inoltre interessante osservare come la "concentrazione di fondo" di polveri fini risultante dal fit (rappresentata dal parametro cost.) sia più elevata a Chiasso rispetto a Bioggio. Questo fatto è probabilmente da ricondurre alla morfologia del territorio attorno alla stazione a Chiasso, più favorevole all'accumulo di polveri rispetto a Bioggio, e alla maggiore esposizione agli influssi della pianura Padana.

6. Provvedimenti

Ai sensi dell'art. 31 OIAt, l'autorità allestisce un piano dei provvedimenti se è accertato o se c'è da aspettarsi che, nonostante le limitazioni preventive delle emissioni, si producano immissioni eccessive provocate da un'infrastruttura per i trasporti o da più impianti stazionari.

6.1. Provvedimenti già in atto

In Ticino il primo Piano di risanamento dell'aria è entrato in vigore nel 1991 ed è stato aggiornato nel 2007 quando il Consiglio di Stato ha adottato il Piano cantonale di risanamento dell'aria 2007–2016, PRA [36]. Il PRA ha stabilito obiettivi di riduzione delle emissioni per diversi inquinanti atmosferici: ossidi di azoto, VOC, polveri fini, ammoniaca, diossido di carbonio e sostanze cancerogene (p.es. benzene, toluene, xileni, BTX).

I principali provvedimenti previsti dal PRA in vigore per la riduzione delle emissioni di **polveri fini** sono elencati nella Tabella 8. I nuovi provvedimenti dovranno tener conto di queste misure in maniera da completarle e se del caso inasprirle.

No.	Misura	Stato dicembre 2013
IS3.1	Promozione di filtri elettrostatici a basso costo	Non più attuata in quanto ritenuta inefficiente
IS3.2	Adeguamento allo stato della tecnica degli impianti a legna di proprietà del Cantone e Sussidiati	In corso
IS3.3	Limiti di rendimento per piccoli impianti a legna (p<70 kW)	In corso
IS3.4	Applicazione di una procedura in caso di combustione illecita di rifiuti	Terminata. Direttiva SPAAS applicata
IS3.5	Estensione del catasto degli impianti di combustione a tutti gli impianti a legna	In corso censimenti degli impianti nei Comuni
IS3.6	Partecipazione al progetto "Aerowood"	Terminata
IS4.1	Applicazione integrale della Direttiva aria cantieri negli appalti e concorsi pubblici	In corso
IS4.2	Estensione della Direttiva aria cantieri ai cantieri di tipo A	Terminata. Direttiva aria cantieri rivista
TR2	Moderazione e gestione del traffico	In corso
TR3	Politica dei parcheggi	Regolamento cantonale sui posteggi privati
TR4	Trasferimento su rotaia del traffico merci	In corso, rinviato al 2019
TR5	Potenziamento e promozione dei percorsi pedonali e ciclabili	In corso
TR6	Ecoincentivi a favore di veicoli meno inquinanti	Terminata
TR7	Misure d'urgenza in caso di forte inquinamento	Terminata (vedi cap. 6.1.1)
TR8	Misure tecniche di risparmio energetico sui veicoli	In corso
TR9	Protezione e promozione dei trasporti pubblici e aziendali	Applicazione dei piani per la mobilità per le imprese e promozione dei trasporti pubblici

Tabella 8: Piano dei provvedimenti del Cantone dei Ticino (PRA 2007). Principali provvedimenti per la riduzione del carico di polveri fini e stato di attuazione nel 2013.

6.1.1. Decreto esecutivo per misure d'urgenza

Oltre al piano dei provvedimenti, il Cantone si è dotato anche di decreti per la gestione dei periodi di smog. Nell'autunno 2016 il Consiglio di Stato del Canton Ticino ha aggiornato il Decreto esecutivo concernente le misure d'urgenza in caso di inquinamento atmosferico acuto del 30 gennaio 2007 [35].

6.2. Criteri di valutazione per nuovi provvedimenti

I provvedimenti possono essere valutati con il **metodo dell'efficienza rispetto agli obiettivi**. Più precisamente vengono indicati come efficienti rispetto agli obiettivi posti quei provvedimenti che nella valutazione generale si rilevano *adeguati e adatti a raggiungere gli obiettivi* per quanto riguarda le emissioni. Questa valutazione generale viene fatta sulla base di criteri definiti numericamente:

A. Efficienza

Essa descrive il rendimento di una misura nella pratica, la domanda a cui occorre dare una risposta nella valutazione di un provvedimento in relazione all'efficienza è: "Quale è il rapporto tra costi e benefici di questa misura?"

Nell'applicazione del *principio di prevenzione* secondo la Legge sulla protezione dell'ambiente (art. 11 cpv. 2 LPAmb) vale il primato dell'efficienza: indipendentemente dall'inquinamento atmosferico esistente le emissioni devono essere limitate "*nella misura massima consentita dal progresso tecnico, dalle condizioni d'esercizio e dalle possibilità economiche*". I provvedimenti che agiscono secondo il principio della prevenzione sono contraddistinti dal fatto che sia dal profilo della tecnica che dal profilo dei costi deve esistere un rapporto adeguato tra investimento e risultato (primato dell'efficienza).

B. Efficacia

Descrive la forza d'azione, cioè il successo in termini assoluti di un provvedimento. Nel determinare il grado di efficacia di una misura occorre rispondere alla domanda seguente: "Quale profitto porta questa misura?"

Quando si rende necessario *un irrigidimento dei limiti di emissione,* allora vale il principio dell'efficacia: è cioè possibile *imporre delle misure che non presentano un rapporto ottimale tra costi e benefici* (art. 11, cpv. 3 LPAmb). Nel caso dell'inasprimento dei limiti di emissione occorre unicamente dimostrare che la misura proposta contribuisce in modo importante, o per lo meno significativo, al miglioramento della situazione per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria.

Un provvedimento **è efficiente rispetto agli obiettivi** posti quando si presenta una (o più) delle seguenti situazioni:

- è in grado di produrre un effetto che fornisce un *contributo significativo* alla riduzione delle emissioni totali;
- produce un effetto *chiaramente visibile* anche se non è direttamente quantificabile;
- dei provvedimenti simili lo hanno dimostrato in altri settori (per analogia);
- la sua realizzazione necessità di *un investimento minimo*.

Un provvedimento **non è efficiente rispetto agli obiettivi** posti quando si presenta una (o più) delle seguenti situazioni:

- è provato che sia inefficace;
- è possibile raggiungere degli effetti simili adottando delle misure molto più facili da realizzare;
- la sua realizzazione richiede un investimento a livello di tempo e azione politica valutato come sproporzionato.

Per la valutazione dell'efficienza e dell'efficacia possono essere considerati anche delle grandezze qualitative, che non possono essere espresse con dei numeri, o dei criteri che non rientrano propriamente nel campo dell'igiene dell'aria (ad es. protezione del clima, politica energetica).

6.3. Valutazione e caratterizzazione dei nuovi provvedimenti

Il rispetto dei valori limite d'immissione per le PM10 fissati dall'OIAt rappresenta un compito imprescindibile di un approccio sostenibile verso l'ambiente. Lo sfruttamento di sinergie atte a raggiungere obiettivi comuni ad altre politiche ambientali è un aspetto centrale dei nuovi provvedimenti proposti. Si è in particolare sfruttato il potenziale di sinergie esistenti tra gli obiettivi relativi alla qualità dell'aria e quelli relativi al consumo energetico e alla politica dei trasporti.

Considerato che nel periodo invernale più della metà delle emissioni di PM10 è prodotta dalla combustione della legna (vedi cap. 4), i nuovi provvedimenti si concentrano soprattutto su questo settore.

I provvedimenti sono stati suddivisi in 4 categorie basate sul gruppo di emittenti interessato:

IL impianti a legna

T trasporti

IS industrie e servizi

AS agricoltura e selvicoltura

Nella Tabella 9 sono elencati i titoli dei nuovi provvedimenti comprensivi della valutazione dell'efficienza e l'efficacia.

No.	Titolo del provvedimento	Efficacia (%)	Efficienza (%)
IL1	Informazione su come accendere e spegnere correttamente gli impianti a legna	6	22
IL2	Informazione a Comuni e popolazione durante i periodi di smog invernale: “nel limite del possibile non accendere i caminetti”	4	6
IL3	Limiti di emissione del CO più restrittivi per impianti a legna con alimentazione automatica con potenza termica fino a 70 kW	11	8
IL4	Richiesta al Consiglio federale: all’acquisto di un nuovo impianto a legna con potenza termica fino a 70 kW, il fornitore deve consegnare le indicazioni (in forma cartacea) riguardanti l’utilizzo corretto	3	10
IL5	Tempistiche più brevi per il risanamento di impianti con potenza termica superiore a 70 kW	4	4
IL6	Limitazioni delle emissioni più severe per gli impianti a legna con P > 40 kW	40	21
IL7	Attività di informazione sul corretto dimensionamento e funzionamento tenendo conto anche dell’estate e delle mezze stagioni degli impianti a legna con P > 70 kW	3	3
T1	Riduzione dei limiti di velocità in autostrada in situazioni di smog invernale, tramite un sistema d’allarme basato su previsioni meteorologiche	4	1
IS1	Limiti d’emissione di PM10 più severi per determinate tipologie di impianti industriali presenti nell’Allegato 1 e nell’Allegato 2 dell’OIAt e per i macchinari industriali off-road	12	7
IS2	Obbligo di dotare di un filtro per i fumi con elevato grado di abbattimento (80%) gli impianti a legna esistenti utilizzati nel settore della ristorazione per la cottura di cibi	12	15
AS1	Norme di emissione per i mezzi del settore off-road (in particolare agricoltura, selvicoltura)	3	2

Tabella 9: Nuovi provvedimenti con valutazione dell’efficienza e dell’efficacia.

Nella Tabella 10 sono rappresentati i provvedimenti in funzione della categoria di emittenti di PM10 che interessano.

Come si può notare alcuni provvedimenti agiscono sulle stesse categorie di emittenti. Ad esempio i provvedimenti IL1 e IL2 interessano ad esempio entrambi gli impianti a legna esistenti di potenza inferiore a 40 kW mentre i provvedimenti IL5 e IL6 interessano entrambi gli impianti a legna esistenti potenza superiore a 70 kW.

La valutazione dell'efficienza e dell'efficacia è stata svolta su ogni provvedimento singolarmente, le sinergie con altri provvedimenti non sono state considerate. È dunque importante osservare che le diminuzioni delle emissioni di PM10 dei diversi provvedimenti (descritte nei seguenti paragrafi e nelle schede dell'Allegato 1) non possono essere addizionate perché talvolta interessano le stesse categorie di emittenti.

	Categorie di emittenti	Impianti a legna esistenti (P < 40 kW)	Nuovi impianti a legna (P < 40 kW)	Impianti a legna esistenti (P: 40-70 kW)	Nuovi impianti a legna (P: 40-70 kW)	Impianti a legna centrali automatici (P > 70 kW)	Impianti a legna esistenti (P > 70 kW)	Nuovi impianti a legna (P > 70 kW)	Forni per cottura (pane-pizza)	Impianti industriali non a combustione	Macchinari off-road industriali	Traffico autostradale veicoli leggeri	Veicoli agricoltura e selvicoltura
Provvedimenti	IL1	■		■									
	IL2	■		■									
	IL3					■							
	IL4		■		■								
	IL5						■						
	IL6			■	■		■	■					
	IL7							■					
	T1											■	
	IS1									■	■		
	IS2								■				
	AS1												■

Tabella 10: Categorie di emittenti toccate dai provvedimenti proposti e sinergie tra provvedimenti.

Nell'Allegato 1 i provvedimenti sono descritti in dettaglio sotto forma di schede impostate secondo la griglia della Tabella 11 raccomandata dall'Associazione svizzera degli igienisti dell'aria (Cercl'Air).

PROVVEDIMENTO X Con il titolo il provvedimento viene contestualizzato da un profilo tematico.	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	Denominazione (ID) secondo il gruppo di emittenti a cui è riferito il provvedimento (IL: impianti a legna, T: trasporti, IS: industria e servizi, AS: agricoltura e selvicoltura) con l'aggiunta di un numero crescente.
Descrizione	Il provvedimento viene descritto dal profilo dei contenuti fornendo le informazioni su come e dove esso agisce.
Gruppo di emittenti	Definizione di emittenti a cui è riferito il provvedimento (trasporti, economie domestiche, industria/artigianato/servizi, agricoltura o selvicoltura).
Tipo	"Provvedimento federale", "Provvedimento cantonale" o "Provvedimento comunale" + natura del provvedimento ("d'urgenza" o "duratura") e tipologia ("informazione e sensibilizzazione" o "limitazione legislativa").
Obiettivo	Cosa si vuole ottenere con il provvedimento?
Contesto	Viene descritto il contesto nel quale il provvedimento si inserisce. Viene argomentato perché la proposta è ragionevole.
Effetti	Viene spiegata la relazione di causalità tra provvedimento e riduzione delle emissioni e dove possibile si stima il potenziale atteso di riduzione delle emissioni di PM10.
Relazioni con altri provvedimenti	Vengono illustrate eventuali sinergie con altri provvedimenti.
Costi	Nel limite del possibile si illustrano i costi: indicando di chi sono a carico, eventuali aspetti temporali (una tantum, ricorrenti, …) e eventualmente la tipologia (costi di materiale o per personale).
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Viene precisata l'autorità competente per l'attuazione del provvedimento.
Servizi coinvolti / Ruolo	Vengono indicati i servizi specialistici convolti nell'attuazione del provvedimento includendo informazioni sul loro ruolo e suggerimenti riguardo all'organizzazione per la collaborazione di diversi servizi specialistici.
Attuazione	Processo: • Sintesi sotto forma di una ricetta dei passi che l'Ente preposto deve compiere per l'attuazione del provvedimento. Contenuto: • Quando necessario, si danno indicazioni sulla forma e sui contenuti del provvedimento.
Termini	Riferimenti ai principali termini temporali.
Basi legali	Riferimenti a leggi, ordinanze, linee guida, raccomandazioni.
Documenti esplicativi	Altri documenti rilevanti.
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Elenco di possibili metodi di controllo per permettere uno sviluppo trasparente del provvedimento fino alla sua realizzazione.
Indicatori	Indicatori che consentono di monitorare il grado di attuazione del provvedimento.

Tabella 11: Schema per la caratterizzazione dei provvedimenti (sulla base delle raccomandazioni del Cercl'Air).

6.4. Descrizione dei nuovi provvedimenti

Nei paragrafi seguenti vengono brevemente discussi gli 11 nuovi provvedimenti.

6.4.1. IL1: Informazioni su come accendere e spegnere correttamente gli impianti a legna

Attraverso un'intensa attività informativa sulle questioni critiche legate all'accensione e allo spegnimento del focolare e all'idoneità del combustibile si vogliono ridurre le emissioni di polveri fini degli impianti a legna.

Assumendo che per gli impianti a legna esistenti nelle fasi di accensione e spegnimento vengano emesse 1/3 delle emissioni di PM10 e che 1 persona su 3 applichi i consigli ricevuti riducendo del 50% queste emissioni, si stima un potenziale di riduzione di emissione di polveri fini di ca. 6'700 kg/a.

L'efficacia di questa misura, che è di carattere puramente informativo, è difficilmente misurabile essendo di natura comportamentale. Verrà molto probabilmente realizzata facilmente e riscuoterà un buon consenso per cui viene valutata come molto efficiente, soprattutto in considerazione del grande potenziale di riduzione delle emissioni a cui è legata.

6.4.2. IL2: Informazione a Comuni e popolazione durante i periodi di smog invernale: "nel limite del possibile non accendere i caminetti"

Il provvedimento prevede, nel caso di periodi di smog prolungato, l'informazione della popolazione riguardo allo stato dell'inquinamento da polveri fini e la raccomandazione a limitare quanto possibile l'utilizzo di caminetti a legna. L'obiettivo è ridurre le emissioni di PM10 durante i periodi più critici.

Con la limitazione dell'utilizzo degli impianti più inquinanti e meno efficienti durante i periodi critici si riducono in particolare i carichi di punta e con essi – anche se in minor misura – i carichi cronici. Ipotizzando che la misura porti ad una riduzione del 50% delle emissioni di PM10 dovute a piccoli impianti a legna durante i periodi più critici (ca. 10 giorni all'anno) il potenziale di riduzione è stato stimato a ca. 3'300 kg/a.

In seguito al miglioramento della qualità dell'aria i periodi di smog saranno in futuro meno frequenti. La dinamica di crescita è in questo senso modesta e, combinata con il potenziale limitato di riduzione, comporta un'efficacia ridotta del provvedimento. Nonostante la facilità di attuazione del provvedimento anche l'efficienza è valutata come bassa a causa del limitato consenso che otterrebbe.

6.4.3. IL3: Limiti di emissione del CO più restrittivi per impianti a legna con alimentazione automatica con potenza termica fino a 70 kW

È possibile valutare se una combustione avviene in modo completo, e quindi avere delle indicazioni sulle emissioni di polveri fini, misurando le concentrazioni di CO. Per tutti gli impianti a combustione a legna con alimentazione automatica con una potenza termica fino a 70 kW, vengono introdotti dei valori limite di emissione per il CO più severi che porteranno parallelamente ad una diminuzione delle emissioni di PM10. Contemporaneamente gli impianti interessati vengono sottoposti a un controllo periodico biennale.

Tramite il risanamento degli impianti a legna rispettivamente la loro sostituzione con impianti più moderni e più puliti che rispettano lo stato dell'arte della tecnologia (per es. impianti a pellet o im-

pianti a legna con regolazione elettrica e filtro antiparticolato) si riducono le emissioni di polveri fini e di conseguenza anche il carico locale di PM10. Considerando sia il miglioramento dello stato dell'arte degli impianti che la crescente applicazione di filtri antiparticolato si può stimare che il provvedimento potrebbe portare ad una diminuzione del 80% delle emissioni degli impianti interessati (ca. 3'700 kg/a).

L'efficacia del provvedimento è valutata come buona soprattutto in considerazione delle opportunità offerte dal progresso tecnologico nel campo dell'ottimizzazione della combustione. La difficoltà dell'implementazione e la probabile bassa accettazione della misura ne limitano l'efficienza.

6.4.4. IL4: Richiesta al Consiglio federale: all'acquisto di un nuovo impianto a legna con potenza termica fino a 70 kW, il fornitore deve consegnare di indicazioni (in forma cartacea) riguardanti l'utilizzo corretto

Il provvedimento prevede l'obbligo ai fornitori di nuovi impianti a legna di allegare un documento esplicativo riguardo al corretto funzionamento dell'impianto, in modo da permettere all'utilizzatore di ottimizzare la combustione e, di conseguenza, di ridurre le emissioni di polveri fini. L'applicazione avviene tramite una modifica dell'OIAt (allegato 4).

Tramite l'applicazione delle linee guida – come previste dal Label di qualità d'Energia legno Svizzera [18] – riguardo al corretto funzionamento degli impianti a legna sarà possibile ridurre le emissioni dei nuovi impianti a legna di piccole dimensioni (in particolare nelle fasi di accensione e spegnimento) e di conseguenza il carico di PM10 emesse. Si ipotizza che una persona su tre applichi i consigli ricevuti riducendo del 50% le emissioni delle fasi di accensione e spegnimento e che di conseguenza il potenziale di riduzione di emissioni di PM10 della misura si attesti a ca. 2'800 kg/a.

L'efficacia della misura è valutata come ridotta principalmente a causa delle prospettive di crescita limitate per quanto riguarda l'installazione di nuovi impianti a legna. Le ottime possibilità di attuazione associate ad una discreta accettanza del provvedimento comportano un buon livello di efficienza.

6.4.5. IL5: Tempistiche più brevi per il risanamento di impianti con potenza termica superiore a 70 kW

Il provvedimento mira a ridurre i tempi necessari per il risanamento di impianti a legna con potenza termica superiore a 70 kW non conformi alle prescrizioni dell'OIAt. Ciò avviene grazie ad una campagna intensa di misure e alla riduzione dei termini di risanamento (da 5 a 2 anni). La sostituzione di questi impianti con sistemi più performanti avverrà in modo più veloce e porterà ad una riduzione più marcata delle emissioni di polveri fini.

Con la riduzione dei tempi concessi per il risanamento da 5 a 2 anni si otterrà una sostituzione più rapida degli impianti esistenti con impianti più recenti e più performanti. Ipotizzando che entro il 2030 l'80% degli impianti attualmente esistenti venga risanato e che il risanamento consentirà una riduzione delle emissioni di PM10 del 50%, si valuta che il provvedimento potrebbe portare ad una riduzione delle emissioni di ca 3'400 kg di PM10 all'anno.

Sia l'efficacia che l'efficienza del provvedimento sono basse principalmente a causa del limitato potenziale di riduzione della misura e dal probabile basso livello di accettanza della popolazione toccata.

6.4.6. IL6: Limitazioni delle emissioni più severe per gli impianti a legna con P > 40 kW

L'introduzione di limiti d'emissione più severi per tutti gli impianti a legna con potenze superiori a 40 kW mira a incentivare la sostituzione degli attuali impianti a legna con nuovi impianti più performanti e a favorire l'utilizzo di un filtro per l'abbattimento delle polveri.

Ipotizzando che le limitazioni più severe inducano i proprietari di impianti di potenza medio-grande ad applicare un filtro antiparticolato o a sostituire i vecchi impianti con nuovi impianti rispettosi dello stato dell'arte, si può stimare una diminuzione delle emissioni di PM10 dell'80% (9'400 kg/anno).

Il grande potenziale di riduzione delle emissioni rende questo provvedimento molto efficacie. L'efficienza è invece più ridotta a causa della bassa accettanza delle nuove limitazioni.

6.4.7. IL7: Attività di informazione sul corretto dimensionamento e funzionamento tenendo conto anche dell'estate e delle mezze stagioni degli impianti a legna con P > 70 kW

Migliorando l'informazione e la sensibilizzazione riguardo al dimensionamento e al funzionamento più efficiente dei nuovi grandi impianti a legna, si possono ridurre le emissioni eccedenti di PM10.

Attualmente svariati grandi impianti a legna non sono dimensionati correttamente e sono spesso in funzione al di sotto della potenza massima istallata (specialmente nelle mezze stagioni e in estate). Per contenere le emissioni di PM10 è preferibile che l'impianto sia in funzione al massimo della sua potenza. Migliorando il dimensionamento dei nuovi impianti a legna con P > 70 kW è ipotizzabile una diminuzione delle emissioni di PM10 per questi impianti del 30% circa (ca. 900 kg/a).

Le possibilità offerte dalla tecnica in questo campo sono molteplici e l'attuazione di un provvedimento di questo tipo risulterebbe relativamente semplice. Nonostante ciò l'efficienza e l'efficacia della misura sono valutate come relativamente ridotte a causa del potenziale limitato di riduzione di emissioni di polveri fini rispetto alle altre misure.

6.4.8. T1: Riduzione dei limiti di velocità in autostrada in situazioni di smog invernale, tramite un sistema d'allarme basato su previsioni meteorologiche

L'introduzione di un nuovo sistema automatico di riduzione dei limiti di velocità autostradali a 80 km/h nei periodi di smog invernale con condizioni meteorologiche sfavorevoli permetterebbe di ridurre le emissioni di PM10 derivanti dal traffico autostradale nei periodi più critici.

Ipotizzando che il provvedimento venga applicato 10 giorni all'anno e che in questi giorni le emissioni di PM10 dovute al traffico autostradale di veicoli leggeri si riducano del 70% si stima che il provvedimento possa portare ad una riduzione delle emissioni di polveri fini di ca. 1'100 kg/a.

Il provvedimento è caratterizzato da una discreta efficacia legata principalmente al previsto incremento futuro del traffico e alle importanti opportunità offerte dalla tecnica per l'attuazione della misura. L'efficienza risulta al contrario molto ridotta a causa dello scarso livello di consenso da parte della popolazione.

6.4.9. IS1: Limiti d'emissione di PM10 più severi per determinate tipologie di impianti industriali presenti nell'Allegato 1 e nell'Allegato 2 dell'OIAt e per i macchinari industriali off-road

Il provvedimento prevede l'inasprimento dei limiti d'emissione di polveri fini degli impianti stazionari industriali che rientrano nel campo di applicazione degli allegati 1 o 2 dell'OIAt e l'introduzione di un limite di emissione per le PM10 per i macchinari off-road utilizzati nelle industrie.

I nuovi limiti – che devono risultare da un'indagine approfondita – potrebbero interessare circa la metà delle emissioni quantificate per i processi industriali e i macchinari industriali off-road. Tramite l'applicazione di filtri per l'abbattimento delle polveri o la sostituzione dei vecchi impianti/macchinari con nuovi impianti/macchinari più performanti si stima un dimezzamento di queste emissioni di PM10 (potenziale di riduzione delle emissioni di ca. 6'500 kg/a).

Il provvedimento è caratterizzato da una buona efficacia, mentre l'efficienza è relativamente ridotta a causa della probabile difficoltà nell'accettazione della misura da parte del settore industriale.

6.4.10. IS2: Obbligo di dotare di un filtro per i fumi con elevato grado di abbattimento (80%) gli impianti a legna esistenti utilizzati nel settore della ristorazione per la cottura di cibi

L'obiettivo del provvedimento è la riduzione delle emissioni di PM10 prodotte dai forni a legna utilizzati nel settore della ristorazione attraverso l'introduzione di un obbligo di dotazione di un filtro per i fumi per questo tipo di impianti con un grado di abbattimento delle polveri di almeno l'80%.

I censimenti effettuati in diversi comuni ticinesi hanno evidenziato che circa il 5% delle emissioni di PM10 dovute a impianti a legna di bassa potenza può essere ricondotto a forni per la cottura di pane o pizza. L'applicazione di un filtro permetterebbe di abbattere fino all'80% delle polveri derivanti dalla combustione degli impianti a legna. Tramite un'applicazione sistematica di questo provvedimento si stima quindi una riduzione potenziale delle emissioni di PM10 di quasi 7'000 kg/a.

L'efficacia e l'efficienza del provvedimento sono valutate come buone. Esiste, infatti, una buona possibilità che la misura venga effettivamente implementata. Essa è inoltre facile da introdurre a livello legislativo e anche da fare rispettare, visto che gli impianti sono poco numerosi.

6.4.11. AS1: Norme di emissione per i mezzi del settore off-road (in particolare agricoltura, selvicoltura)

Il Cantone richiede alla Confederazione l'introduzione di norme di emissione per il particolato presente nei gas di scarico dei veicoli off-road utilizzati nei settori dell'agricoltura e della selvicoltura.

Attualmente non esistono limiti di emissione per i veicoli e i macchinari agricoli e forestali. Con l'introduzione del provvedimento si può stimare un dimezzamento di queste emissioni dovuto all'applicazione di filtri antiparticolato. Il potenziale di diminuzione delle emissioni di PM10 è di quasi 600 kg/a.

A causa della difficile attuazione del provvedimento, del suo basso potenziale di riduzione delle emissioni e dei problemi a livello di accettanza, l'efficienza e l'efficacia risultano piuttosto ridotte.

7. Conclusioni

L'analisi delle emissioni ha permesso di evidenziare che sia il traffico stradale che gli impianti a legna sono un'importante fonte di polveri fini. Queste polveri sono principalmente costituite da polveri ultrafini, come la fuliggine, che possono essere particolarmente dannose per la salute dell'uomo a causa del loro effetto cancerogeno.

Particolarmente critiche sono le emissioni degli impianti a legna, le quali si concentrano nei mesi più freddi dell'anno, periodi in cui le condizioni metereologiche (inversioni termiche e maggiore stabilità atmosferica) favoriscono l'accumulo di PM10. L'evoluzione ipotizzata per il 2030 ha inoltre evidenziato che, senza l'applicazione di nuovi provvedimenti incisivi, queste emissioni non varieranno considerevolmente nei prossimi 15 anni. Quindi in ragione della diminuzione che si prevede in altri settori si può affermare che senza correttivi gli impianti a legna in futuro assumeranno un ruolo ancora più importante.

L'analisi delle immissioni ha in particolare evidenziato l'importante influsso delle condizioni meteorologiche sulla concentrazione di polveri fini nell'aria. Concentrazioni elevate di PM10 vengono infatti registrate prevalentemente durante periodi con inversioni termiche marcate, poco vento e senza precipitazioni di rilievo. Durante questi momenti si osserva una discreta correlazione fra emissioni primarie calcolate e valori di immissione misurati.

Sulla base dell'analisi delle emissioni e delle immissioni sono stati sviluppati provvedimenti specifici per la riduzione delle polveri fini che si concentrano prevalentemente sugli impianti a legna. I provvedimenti concreti proposti sono 11:

IL1 Informazione su come accendere e spegnere correttamente gli impianti a legna.

IL2 Informazione a Comuni e popolazione durante i periodi di smog invernale: "nel limite del possibile non accendere i caminetti".

IL3 Limiti di emissione del CO più restrittivi per impianti a legna con alimentazione automatica con potenza termica fino a 70 kW.

IL4 Richiesta al Consiglio federale: all'acquisto di un nuovo impianto a legna con potenza termica fino a 70 kW, il fornitore deve consegnare indicazioni (in forma cartacea) riguardanti l'utilizzo corretto.

IL5 Tempistiche più brevi per il risanamento di impianti con potenza termica superiore a 70 kW.

IL6 Limitazioni delle emissioni più severe per gli impianti a legna con P > 40 kW.

IL7 Attività di informazione sul corretto dimensionamento e funzionamento tenendo conto anche dell'estate e delle mezze stagioni degli impianti a legna con P > 70 kW.

T1 Riduzione dei limiti di velocità in autostrada in situazioni di smog invernale, tramite un sistema d'allarme basato su previsioni meteorologiche.

IS1 Limiti d'emissione di PM10 più severi per determinate tipologie di impianti industriali presenti nell'Allegato 1 e nell'Allegato 2 dell'OIAt e per i macchinari industriali off-road.

IS2 Obbligo di dotare di un filtro per i fumi con elevato grado di abbattimento (80%) gli impianti a legna esistenti utilizzati nel settore della ristorazione per la cottura di cibi.

AS1 Norme di emissione per i mezzi del settore off-road (in particolare agricoltura, selvicoltura).

I provvedimenti proposti vengono descritti sotto forma di “schede dei provvedimenti”. Le descrizioni danno anche importanti indicazioni su obiettivi e scopi, costi, benefici e competenze per l’attuazione.

I provvedimenti sono stati valutati considerando i criteri dell’**efficienza** e dell’**efficacia**, analizzati in particolare tenendo conto dei seguenti aspetti:

- potenziale di riduzione delle emissioni;
- dinamica di crescita;
- prospettive di miglioramento della tecnologia;
- prospettive e accettanza nell’attuazione.

I risultati delle valutazioni sono rappresentati graficamente nella Figura 51, dove si può constatare come il provvedimento IL6 (“Limitazioni più severe per gli impianti a legna con P > 40 kW”) presenti valori molto alti sia per l’efficacia che l’efficienza grazie soprattutto al suo grande potenziale di riduzione delle emissioni. Per quanto riguarda l’efficienza anche il provvedimento IL1 (“Informazione su come accendere e spegnere correttamente gli impianti a legna”) presenta un valore elevato dovuto alla facilità di realizzazione, alla buona accettanza e al grande potenziale di riduzione delle emissioni a cui è legata.

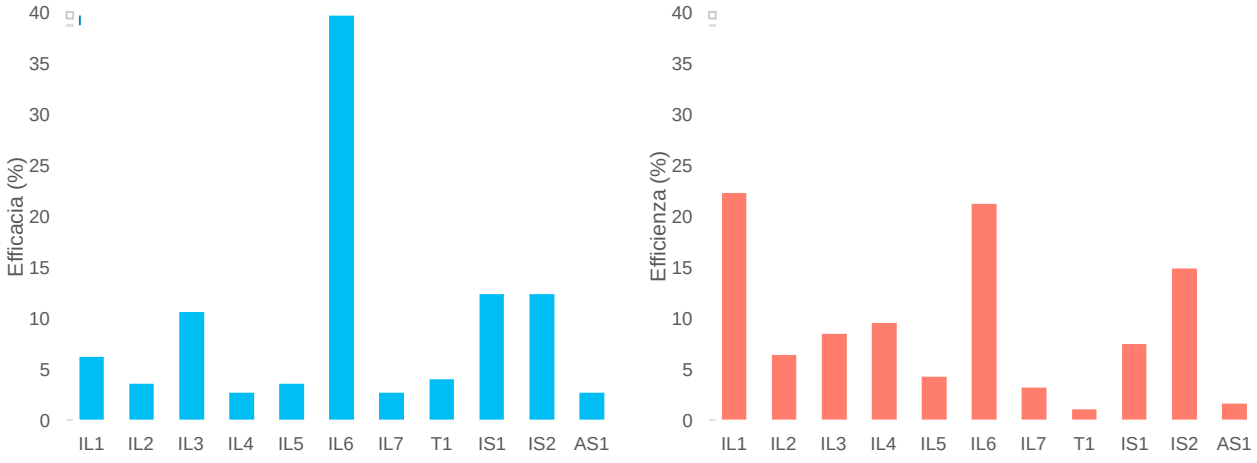

Figura 51: Valutazione dei provvedimenti secondo il criterio di efficacia (sinistra) e di efficienza (destra).

I nuovi provvedimenti – se approvati dal Consiglio di Stato – potranno essere integrati nel Piano dei provvedimenti per l’igiene dell’aria (PRA) del Canton Ticino.

Il potenziale di riduzione delle PM10 dev’essere valutato tenendo presente i provvedimenti del PRA già in atto e considerando che la riduzione interessa soprattutto la parte delle PM10 più dannosa per la salute (fuliggine).

8. Basi

8.1. Basi legali

[1] LPAmb. Legge federale sulla protezione dell'ambiente (RS 814.01), 7 ottobre 1983.

[2] OIAt. Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (RS 814.318.142.1), 16 dicembre 1985.

8.2. Altre basi

[3] Ackermann-Liebrich U. A. et al. (1997): Lung function and long term exposure to air pollutants in Switzerland. Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA) Team. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine react-text: 50 155 (1): 122-129.

[4] ARE (2012): Ergänzungen zu den schweizerischen Verkehrsperspektiven bis 2030. Bundesamt für Raumentwicklung, Bern

[5] ASTRA (2009): PM10-Emissionsfaktoren von Abriebspartikeln des Strassenverkehrs (APART). Bukowiecki N., Gehrig R., Lienemann P., Hill M., Figi R., Buchmann B., Furger M., Richard A., Mohr C., Weimer S., Prévôt A. und Baltensperger U., 2009. Bundesamt für Strassen, Bern, 194 pp.

[6] Atkinson R. W., et al. (2001): Acute Effects of Particulate Air Pollution on Respiratory Admissions. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, Vol. 164, No. 10, pp. 1860-1866.

[7] BAFU (2015): Faktenblatt Emissionsfaktoren Feuerungen. Bundesamt für Umwelt, Bern.

[8] BAFU (2015): Feinstaub - Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen und Massnahmen. Bundesamt für Umwelt, Bern

[9] Barmpadimos et al. (2011): Influence of meteorology on PM10 trends and variability in Switzerland from 1991 to 2008, Atmos. Chem. Phys., 11, 1813-1835.

[10] Bayer-Oglesby L. et al. (2005): Decline of Ambient Air Pollution Levels and Improved Respiratory Health in Swiss Children. Environ Health Perspect. 2005 Nov; 113 (11): 1632-1637.

[11] BUWAL (2000). Handbuch Emissionsfaktoren für stationäre Quellen. INFRAS ecoconcept, Zürich. Herausgegeben von Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

[12] BUWAL (2002): PM10-Emissionen des Verkehrs. Statusbericht Teil Schienenverkehr. Umweltmaterialien Nr. 144 Luft, Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landwirtschaft, Bern.

[13] EKL (2007): Feinstaub in der Schweiz. Status-Bericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL). Bern.141 S.

[14] Felber Dietrich D. (2014): Inquinamento atmosferico e salute. Panoramica degli effetti. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Studi sull'ambiente n. 1425: 15 pagg.

[15] FOEN (2013): PM10 and PM2.5 ambient concentrations in Switzerland. Modelling results for 2005, 2010 and 2020. Federal Office for the environment, Bern. Environmental studies no. 1304: 83 pp.

[16] FOEN (2016): Switzerland's Informative Inventory Report 2016 (IIR). Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Federal Office for the environment, Bern.

[17] HBEFA (2014): Handbook of Emission Factors for Road Transport version 3.2. INFRAS, Bern.

[18] Holzenergie Schweiz (2013), Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz, Holzheizungen im Wohnbereich und Holzheizkessel, Informationsbroschüre gültig ab 1.1.2011.

[19] Künzler P. (2005): Weiterentwicklung des Luftreinhalte-Konzepts – Stand, Handlungsbedarf, mögliche Massnahmen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 379, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 171 S.

[20] MeteoSvizzera (2016): Bollettino del clima dell'anno 2015. Locarno-Monti.

[21] Morgenthaler B. et al (2016): Prontuario statistico della Svizzera 2016. Ufficio federale di statistica, Neuchâtel.

[22] Notter B., Schmied M. (2015): Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des Non-road-Sektors. Studie für die Jahre 1980–2050. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1519: 237 S.

[23] OASI (2016): Immissioni aria e dati metereologici. Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo Canton Ticino, Bellinzona.

[24] Pope C. A. et al. (2002): Lung Cancer, Cardiopulmonar Mortality, and Long Term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. JAMA The Journal of the American Medical Association react-text: 50 287(9): 1132-1141.

[25] Repubblica e Cantone Ticino (2010): Piano energetico cantonale (PEC). Dipartimento del Territorio (DT), Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE) del Cantone Ticino, Bellinzona. SUPSI, Canobbio.

[26] Repubblica e Cantone Ticino (2014): Programma di sviluppo strategico dell'infrastruttura ferroviaria (PROSSIF) - Fase di ampliamento (FA) 2030 Regione di pianificazione Ticino - Programma d'offerta per il traffico regionale. Dipartimento del Territorio (DT) del Cantone Ticino, Bellinzona.

[27] Repubblica e Cantone Ticino (2015): Scheda di Piano direttore - Infrastruttura aeronautica. Piano direttore Repubblica e Cantone Ticino, Bellinzona.

[28] Rindlisbacher T. (2009): Flugzeuge: Emissionen, Luftqualität und Klima. Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL Sektion Umwelt LEUW, Bern.

[29] Rogers R. R. and Yau M. K. (1996): A Short Course in Cloud Physics, 3rd Edition.

[30] SBB (2014): Nachhaltigkeitsbericht 2014. Schweizerische Bundesbahnen, Bern.

[31] Silverman D. T et al. (2011): The Diesel Exhaust in Miners Study: A Nested Case–Control Study of Lung Cancer and Diesel Exhaust. JNCI J Natl Cancer Inst (2014) 106 (8): dju205.

[32] SUPSI (2014): Bilancio energetico cantonale anno 2013. Rapporto Tecnico. Ufficio dell'energia, sezione della protezione aria acque e suolo, dipartimento del territorio del Cantone Ticino. SUPSI, Trevano.

[33] UACER (2016): Qualità dell'aria in Ticino – Rapporto 2015. Ufficio dell'aria del clima e delle energie rinnovabili, Dipartimento del Territorio del Cantone Ticino, Bellinzona.

[34] UFAM (2016): Protezione dell'aria sui cantieri edili. Direttiva concernente le misure funzionali e tecniche per la limitazione delle emissioni di inquinanti atmosferici causate dai cantieri (Direttiva aria cantieri). Edizione completata, febbraio 2016; prima edizione 2009. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 0901: 32 pagg.

[35] Ufficio della protezione dell'aria (2005): Strategia di lotta allo smog invernale al sud delle Alpi. Dipartimento del territorio del Cantone Ticino, Bellinzona.

[36] Ufficio della protezione dell'aria (2007): Piano di risanamento dell'aria 2007-2016. Dipartimento del territorio del Cantone Ticino, Bellinzona.

[37] UST (2015): Economia forestale in Svizzera – Statistica tascabile 2015. Ufficio federale di statistica, Neuchâtel.

[38] UStat (2016): Annuario statistico ticinese 2016. Ufficio di statistica, Dipartimento delle finanze e dell'economia del Canton Ticino, Bellinzona.

[39] Zotter P. et al. (2014): Quellenzuordnung von Feinstaub für Wintertage mit Grenzwertüberschreitungen – Endbericht. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Kantone BS/BL, GR, SO, TI, VS, Uri, OSTLUFT, inNET Monitoring AG und Liechtenstein.

ALLEGATO 1

Catalogo dei provvedimenti

Allegato 1 – Catalogo dei provvedimenti

INFORMAZIONE SU COME ACCENDERE E SPEGNERE CORRETTAMENTE GLI IMPIANTI A LEGNA	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IL1
Descrizione	La popolazione deve essere informata attraverso diversi canali sull'importanza di accendere e spegnere correttamente i focolari a legna. Occorre inoltre far presente il ruolo del contenuto d'acqua della legna nella combustione e dell'immagazzinamento corretto della stessa.
Gruppo di emittenti	Impianti a legna esistenti con potenza termica fino a 70 kW.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale e comunale che rientra nella tipologia "informazione e sensibilizzazione".
Obiettivo	Devono essere ridotte le emissioni durante la fase di accensione e di spegnimento del focolare[1]. Inoltre deve essere migliorato il processo di combustione grazie all'uso di legna secca[2] e di una pezzatura della legna adeguata per il focolare.
Contesto	Nel caso dei focolari alimentati manualmente una problematica che sarà sempre rilevante è quella della gestione corretta. Oltre alle fasi dell'accensione e dello spegnimento di un focolare, che si verificano di regola durante i periodi critici per l'atmosfera, cioè al mattino e alla sera, riveste un'importanza particolare anche l'idoneità del combustibile riferito alle dimensioni della camera di combustione. Con questo provvedimento si intende spiegare a un'ampia fascia della popolazione il ruolo determinante che riveste la corretta gestione di un impianto a legna.
Effetti	L'uso più consapevole di impianti a legna e di combustibili a base di legna può permettere una riduzione del carico di PM10 a breve termine, pur utilizzando i focolari a legna esistenti. Con questo provvedimento le emissioni possono essere ridotte senza ricorrere a investimenti da parte dei privati. Nello specifico si stima che circa 1/3 delle emissioni di PM10 di questi impianti sono dovute alla fase di accensione e spegnimento e che con l'applicazione del provvedimento ca. 1/3 dei proprietari di piccoli impianti a legna seguiranno le raccomandazioni diminuendo queste emissioni. Complessivamente si stima che il provvedimento permetterà di ridurre dell'11% le emissioni di PM10 degli impianti a legna di piccola potenza (< 70 kW). Il provvedimento riguarda tutti i piccoli impianti a legna in Ticino e presenta pertanto un elevato potenziale di riduzione delle emissioni.
Relazioni con altri provvedimenti	Esistono sinergie con il provvedimento IL2 di informazione nei periodi di smog invernale. Se applicati entrambi, i 2 provvedimenti permetterebbero una riduzione delle emissioni di PM10 derivanti dai piccoli impianti a legna sia rispetto alla media annuale sia nei periodi di inquinamento acuto. Il provvedimento presenta inoltre sinergie con i provvedimenti IL3 e IL4.
Costi	Grazie all'impiego di moderni sistemi informativi (ad es. pagina web dove è possibile trovare il materiale informativo) e al coinvolgimento di privati (ad es. produttori di impianti a legna o associazioni quali l'Associazione per l'Energia del Legno) si potranno limitare o suddividere i costi. I costi per l'allestimento della pagina web ammontano a circa 8'000 CHF e quelli per la preparazione del materiale informativo (adattamenti e stampa) a circa 30'000 CHF. Per

[1] Di regola si dovrebbe accendere il camino solo una volta al giorno e stoccare il calore per l'intera giornata.

[2] L'umidità della legna non dovrebbe superare il valore del 45% (contenuto d'acqua del 31%) nel caso di cippato di legna, risp. il valore del 20% (contenuto d'acqua del 17%) nel caso di legna in pezzi.

	l'organizzazione di eventi (quali ad es. la partecipazione ad esposizioni come Ticino Impiantistica) si deve riservare un importo di 10'000.- CHF all'anno.
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone e Comuni
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER è responsabile della campagna informativa. I comuni dovranno supportare l'UACER nella distribuzione di materiale informativo alla popolazione.
Attuazione	L'UACER dovrà preparare materiale informativo riguardante la corretta combustione della legna (materiale da distribuire alla popolazione con il supporto dei comuni) e pubblicare queste informazioni su un'apposita pagina web. L'UACER sarà inoltre responsabile dall'organizzazione di un evento annuale assieme a partner privati e ai comuni.
Termini	Tempo un anno dall'adozione del provvedimento deve essere elaborato il materiale informativo (sia cartaceo che digitale). L'informazione deve accompagnare le altre schede del piano con azioni annuali all'inizio della stagione fredda.
Basi legali	LPAmb art. 10e.
Documenti esplicativi	Opuscoli informativi: • Energia legno Svizzera, Accensione corretta - Impianti a legna (Link); • Fair feuern, Merkblatt "Richtig anfeuern" bei Holzheizungen (Link). Pagina web Mesolcina-aria (Link).
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Pubblicazione della pagina web, numero di comuni coinvolti, numero di opuscoli stampati.
Indicatori	N. di azioni risp. eventi promossi, n. di persone raggiunte, n. di visitatori della pagina web.

INFORMAZIONE A COMUNI E POPOLAZIONE DURANTE I PERIODI DI SMOG INVERALE: "NEL LIMITE DEL POSSIBILE NON ACCENDERE I CAMINETTI"	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IL2
Descrizione	Nel caso di periodi di smog prolungato – con superamenti massicci del limite OIAt per la media giornaliera combinato a previsioni meteorologiche sfavorevoli – l'UACER informa i comuni sulla situazione con un bollettino. Alla popolazione sarà raccomandato di non accendere impianti a legna secondari (ad esempio caminetti di compagnia).
Gruppo di emittenti	Impianti a legna con potenza termica fino a 70 kW e in particolare impianti a legna già esistenti. Sono esclusi da questo provvedimento gli impianti centrali automatici che soddisfano le esigenze della misura IL3.
Tipo	Provvedimento cantonale d'urgenza che rientra nella tipologia "informazione e sensibilizzazione".
Obiettivo	Il provvedimento mira a ridurre le emissioni di polveri fini (PM10) durante i periodi più critici caratterizzati dal perdurare di situazioni di inversione termica.
Contesto	In Ticino il carico di polveri fini è generalmente elevato e il limite per la concentrazione media giornaliera è superato frequentemente in quasi tutte le località ticinesi. In condizioni meteorologiche sfavorevoli si possono registrare superamenti massicci con ripercussioni negative sulla salute della popolazione. Con questa misura si intende completare il Decreto esecutivo concernente i provvedimenti d'urgenza in caso di inquinamento atmosferico acuto del Canton Ticino (2016). Essa viene applicata nel caso in cui la concentrazione di PM10 è superiore a 75 $\mu g/m^3$ in almeno 2 stazioni di rilevamento e le condizioni meteo sono stabili
Effetti	Con la limitazione dell'utilizzo degli impianti più inquinanti e meno efficienti durante i periodi critici si riducono i carichi di punta e con essi – anche se in minor misura – i carichi cronici. Durante i periodi di smog acuto (ca. 10 giorni/anno) si può stimare una diminuzione del 50 % delle emissioni di PM10 dovute a piccoli impianti a legna.
Relazioni con altri provvedimenti	Esistono sinergie con i provvedimenti IL1, IL3 e T1.
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni).
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone e comuni
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER sarà responsabile di coordinare l'attuazione del provvedimento e di avvertire i comuni nel caso in cui le condizioni di inquinamento e le condizioni metereologiche richiedano l'applicazione del provvedimento. I comuni dovranno supportare l'UACER nell'informazione della propria popolazione residente.
Attuazione	L'UACER dovrà stabilire le modalità di informazione dei comuni e della popolazione e dovrà inoltre elaborare i contenuti del decreto (suggerire alla popolazione di non accendere i caminetti a meno che essi non siano necessari per il riscaldamento dell'edificio) e le condizioni d'applicazione (inquinamento e meteo). I comuni informano tempestivamente la loro popolazione sullo stato dell'inquinamento da polveri fini e invitano i cittadini a limitare nella maggior misura possibile la combustione di legna in particolare in impianti datati e poco performanti (es. caminetti aperti).
Termini	L'adeguamento del Decreto avviene entro 6 mesi dall'adozione della misura.

Basi legali	LPAmb art. 12 (Link). Decreto esecutivo concernente i provvedimenti d'urgenza in caso di inquinamento atmosferico acuto (2016). Consiglio di Stato della Repubblica e Cantone Ticino. (Link).
Documenti esplicativi	Bau- Planungs- und Umweltdirektoren- Konferenz (BPUK), Informations- und Interventionskonzept bei ausserordentlich hoher Luftbelastung, 2011. (Link).
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Adeguamento del Decreto esecutivo concernente i provvedimenti d'urgenza in caso di inquinamento atmosferico acuto del Canton Ticino (2016) e numero di comuni coinvolti.
Indicatori	N. e durata (in giorni) dei periodi di Smog, n. dei bollettini pubblicati.

LIMITI DI EMISSIONE DEL CO PIÙ RESTRITTIVI PER IMPIANTI A LEGNA CON ALIMENTAZIONE AUTOMATICA CON POTENZA TERMICA FINO A 70 KW	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IL3
Descrizione	Per gli impianti a legna di piccola potenza (< 70 kW) l'OIAt fissa un limite di emissione del monossido di carbonio (CO) pari a 4000 mg/m^3. Con questa misura il valore limite di emissione[3] per impianti a **legna di piccola potenza con alimentazione automatica** viene inasprito a 1000 mg/m^3 e parallelamente questi impianti vengono sottoposti a un controllo periodico biennale. Il nuovo limite si applica a tutti i tipi di legna da ardere.
Gruppo di emittenti	Impianti a legna con alimentazione automatica con potenza termica fino a 70 kW.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	La completezza della combustione può essere valutata nella pratica da misure delle emissioni di CO, sostanza che funge da indicatore; infatti a partire da concentrazioni di CO di ca. 800-1000 mg/m^3 si osserva un aumento correlato delle concentrazioni di composti organici volatili (VOC) e di conseguenza di PM10 (frazione organica OC). Con questo provvedimento le emissioni di PM10 vengono perciò ridotte direttamente alla fonte (impianto a legna).
Contesto	In Ticino un grande quantitativo delle emissioni di PM10 è generato da piccoli impianti a legna. L'introduzione di un limite per il CO più restrittivo e di un controllo biennale per una parte degli impianti a legna potrebbe portare ad un risanamento di impianti utilizzati come sistemi di riscaldamento principali.
Effetti	Tramite il risanamento rispettivamente la sostituzione degli impianti a legna con impianti più moderni e più puliti che rispettano lo stato dell'arte della tecnologia (impianti a pellet o impianti a legna con regolazione elettrica con filtro antiparticolato, termopompe e ev. impianti a combustione a gas) si riducono le emissioni di polveri fini e di conseguenza anche il carico locale di PM10. Considerando sia il miglioramento dello stato dell'arte degli impianti che la crescente applicazione di filtri antiparticolato si valuta che il provvedimento permette una diminuzione del 20% delle emissioni di questi tipi di impianto.
Relazioni con altri provvedimenti	Esistono delle sinergie con i provvedimenti IL1 e IL2.
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni).
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone e Comuni.
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER dovrà aggiornare il ROIAt e emanare linee con la modalità di misurazione delle emissioni. I controllori della combustione incaricati dai comuni dovranno occuparsi delle misure.
Attuazione	Il provvedimento si applica sia a impianti nuovi che a impianti esistenti (si stimano 1'300 impianti toccati dal provvedimento). L'UACER aggiorna il cap. 4 del ROIAt introducendo il nuovo limite di emissione per il CO per impianti a legna con alimentazione automatica con potenza termica fino a 70 kW e il cap. 3 del ROIAt con le modalità di misura di questi impianti. Per gli impianti nuovi il limite di emissione del CO dev'essere fissato a 1000 mg/m^3 e deve sempre essere rispettato.

[3] I limiti riportati si riferiscono ad una concentrazione di ossigeno nei gas di scarico pari a 13 %Vol.

	L'UACER emanerà anche una linea guida per l'attuazione delle misure con dettagli riguardo alla misurazione delle emissioni di CO (come ad esempio inizio e durata di una misura). La metodologia di misura dovrà tener conto anche della potenza dell'impianto. Per impianti di potenza superiore ai 40 kW si raccomanda anche una misura delle polveri. Queste misure dovranno essere effettuate in collaborazione con i controllori della combustione incaricati dai comuni anche sugli impianti esistenti. Se questi impianti non adempiono le prescrizioni più severe delle emissioni, essi dovranno essere risanati entro un termine di 2 anni dal controllo. Nel caso in cui contemporaneamente avvenga anche un risanamento energetico dell'edificio, l'UACER può concedere in singoli casi dei termini di risanamento più lunghi.
Termini	Il ROIAt viene aggiornato entro 6 mesi dall'adozione del provvedimento. I controlli devono essere eseguiti entro 2 anni dall'adozione del provvedimento.
Basi legali	OIAt e ROIAt
Documenti esplicativi	BAFU 2013: Emissionsmessung bei stationären Anlagen. Emissions-Messempfehlungen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1320: 155 S. (Link).
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Emanazione delle limitazioni più severe per le emissioni di CO.
Indicatori	N. di impianti con alimentazioni automatica a legna risanati.

RICHIESTA AL CONSIGLIO FEDERALE: ALL'ACQUISTO DI UN NUOVO IMPIANTO A LEGNA CON POTENZA TERMICA FINO A 70 KW, IL FORNITORE DEVE CONSEGNARE LE INDICAZIONI (IN FORMA CARTACEA) RIGUARDANTI L'UTILIZZO CORRETTO	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IL4
Descrizione	Assieme al sistema di riscaldamento a legna il fabbricante deve fornire un libretto con le informazioni sull'esercizio. L'utilizzo corretto degli impianti a legna di piccola potenza – in particolare quelli con carica manuale – consente di ottimizzare la combustione e quindi di minimizzare le emissioni di PM10.
Gruppo di emittenti	Nuovi impianti a legna con potenza termica fino a 70 kW.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	Il provvedimento permetterebbe di ridurre le emissioni soprattutto durante la fase di accensione e spegnimento degli impianti. Le emissioni di PM10 saranno più simili a quelle minime dichiarate per ogni tipologia specifica di impianto.
Contesto	Nell'elaborazione del catasto delle emissioni vengono utilizzati i valori di emissione teorica dei diversi tipi di impianto a legna. Spesso questi valori non corrispondono alle emissioni reali a causa dell'utilizzo non corretto degli impianti (soprattutto durante le fasi di accensione e spegnimento). L'Associazione Energia legno Svizzera propone un label di qualità che prevede che assieme al sistema di riscaldamento a legna il fabbricante dobba fornire un libretto con le informazioni sull'esercizio. Queste informazioni dovrebbero diventare un'esigenza per gli impianti a combustione ai sensi dell'allegato 4 dell'OIAt.
Effetti	Grazie a istruzioni sulle modalità di utilizzo degli impianti a legna sarà possibile riduttore le emissioni dei nuovi impianti di piccole dimensioni e di conseguenza il carico di PM10 nell'atmosfera. Si tratta soprattutto delle emissioni nelle fasi di accensioni e spegnimento, fasi responsabili della maggior parte delle emissioni di PM10 derivanti da impianti a legna. Ipotizzando (prudenzialmente) che le raccomandazioni vengano applicate da 1 proprietario di un nuovo impianto su 3, si può stimare una riduzione delle emissioni dovute all'accensione e allo spegnimento dei nuovi impianti a legna di piccole dimensioni del 30%.
Relazioni con altri provvedimenti	Esiste una sinergia con il provvedimento IL1.
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni).
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone e Confederazione.
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER è responsabile di sviluppare una proposta concreta per l'applicazione del provvedimento, da sottoporre al Consiglio di Stato. Il Consiglio di Stato formulerà in seguito la richiesta al Consiglio Federale per un'applicazione a livello nazionale.
Attuazione	L'UACER dovrà sviluppare una proposta concreta per l'applicazione del provvedimento, determinando le esigenze degli impianti a combustione ai sensi dell'allegato 4 dell'OIAt (come ad esempio il label di qualità d'Energia legno Svizzera). Il provvedimento se accettato dal Consiglio Federale verrà applicato automaticamente a tutti i nuovi impianti a livello nazionale.
Termini	Entro 6 mesi dall'adozione del provvedimento viene fatta richiesta scritta al Consiglio Federale.

Basi legali	OIAt
Documenti esplicativi	Label di qualità d'Energia legno Svizzera: • Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz - Holzheizungen im Wohnbereich und Holzheizkessel, Informationsbroschüre gültig ab 1.1.2011. (Link)
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Approvazione del provvedimento da parte del Consiglio Federale.
Indicatori	Numero di impianti a legna venduti con le indicazioni

TEMPISTICHE PIÙ BREVI PER IL RISANAMENTO DI IMPIANTI CON POTENZA TERMICA SUPERIORE A 70 KW	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IL5
Descrizione	Il provvedimento mira a ridurre i tempi per il risanamento di impianti a legna con potenza termica superiore a 70 kW non conformi alle prescrizioni dell'OIAt (grandi generatori di emissioni di PM10).
Gruppo di emittenti	Impianti a legna esistenti con potenza termica superiore a 70 kW.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	Riducendo i tempi necessari per risanare i gli impianti a legna di grande potenza, essi saranno sostituiti prima con nuovi impianti più performanti le cui emissioni di PM10 nell'atmosfera sono nettamente minori.
Contesto	Attualmente per gli impianti a legna con potenza termica superiore a 70 kW non conformi all'OIAt viene concesso un tempo per il risanamento di 5 anni (Art. 10 OIAt). Applicando il provvedimento questo tempo si ridurrà a 2 anni. Oltre alla riduzione dei termini di risanamento sarà importante misurare le emissioni in tempi brevi (1 anno). Considerato che l'UACER dispone solo di un laboratorio mobile di analisi, ciò potrà avvenire grazie alla collaborazione con ditte private inscritte alla Luftunion.
Effetti	Gli impianti a legna con potenza termica superiore a 70 kW esistenti attualmente (stato 2015) causano emissioni di PM10 di circa 8'500 kg/anno. Assumendo che l'80 % di questi impianti venga sostituito con nuovi impianti più preformati (i quali producono il 50 % in meno di emissioni) queste emissioni possono essere ridotte del 40 % circa.
Relazioni con altri provvedimenti	Esistono delle sinergie con il provvedimento IL6.
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni). Il costo delle misure è a carico del proprietario dell'impianto.
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER è responsabile di aggiornare il ROIAt con i nuovi termini di risanamento e le modalità di misura degli impianti toccati dal provvedimento.
Attuazione	Devono essere aggiornati il capitolo 3 e il capitolo 4 del ROIAt. Nel capitolo 4 devono essere introdotti termini di risanamento più restrittivi per gli impianti a legna con potenza termica superiore a 70 kW. Impianti esistenti che non adempiono le prescrizioni delle emissioni definite dall'allegato 5 dell'OIAt devono essere risanati entro un termine di 2 anni dal controllo. Il capitolo 3 dev'essere completato con le modalità di misura degli impianti toccati dal provvedimento, esplicitando in particolare che i controlli verranno eseguiti da ditte abilitate dalla Luftunion.
Termini	Il ROIAt viene aggiornato entro 6 mesi dall'adozione del provvedimento. Tutti gli impianti interessati (ca. 70-80) devono essere controllati entro 1 anno dall'adozione del provvedimento.
Basi legali	OIAt (art. 8 e art. 10 e allegato 3 cifra 5 cpv.2) e ROIAt (capitolo 3 e capitolo 4).
Documenti esplicativi	-

CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Inserimento dei nuovi termini di risanamento nel ROIAt.
Indicatori	Numero di impianti risanati.

LIMITAZIONI DELLE EMISSIONI PIÙ SEVERE PER GLI IMPIANTI A LEGNA CON P > 40 KW

DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IL6
Descrizione	Per gli impianti a legna con potenza superiore a 40 kW vengono applicati limiti d'emissione più severi per le particelle solide in totale.
Gruppo di emittenti	Impianti a legna con potenza termica superiore a 40 kW.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	Incentivare la sostituzione degli attuali impianti a legna medio-grandi con impianti a legna nuovi e più preformanti e incentivare l'utilizzo di un filtro per l'abbattimento delle polveri. Grazie a queste misure si potranno diminuire le emissioni di PM10 di questa tipologia di fonti.
Contesto	Attualmente i limiti di emissione degli impianti a legna con P > 70 kW sono fissati nell'allegato 3 cifra 5 cpv. 2 dell'OIAt mentre per gli impianti con P tra 40 e 70 kW non esistono limiti di emissione per questo inquinante. Le emissioni di questi impianti costituiscono un'importante fonte di PM10. In Ticino si può stimare che ca. 100-110 impianti (considerando anche quelli nuovi) saranno toccati da questo provvedimento.
Effetti	I nuovi limiti si applicano agli impianti a legna di dimensioni medio-grandi. Tramite l'applicazione di filtri per l'abbattimento delle polveri o la sostituzione dei vecchi impianti con nuovi impianti più preformati si può stimare una diminuzione delle emissioni di PM10 fino all'80 %.
Relazioni con altri provvedimenti	Esistono delle sinergie con i provvedimenti IL5 e IL7.
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni).

ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone.
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER è responsabile di aggiornare ROIAt introducendo i nuovi limiti di emissione delle polveri per gli impianti a legna con potenza termica superiore a 40 kW.
Attuazione	Nel capitolo 4 del ROIAt devono essere introdotte le nuove esigenze per gli impianti a legna con potenza termica superiore a 40 kW. I nuovi limiti di emissione per le polveri sono descritti nella seguente tabella:

		Potenza termica		
		da 40 a 70 kW	da 70 kW a 1 MW	oltre 1 MW
Grandezze di riferimento: i valori limite si riferiscono ad un tenore di ossigeno nei gas di scarico di	% vol	13	13	11
Particelle solide in totale	mg/m^3	50	20	10

I limiti si applicano per tutti i tipi di legna da ardere allo stato naturale.

Termini	Il ROIAt viene aggiornato entro 6 mesi dall'adozione del provvedimento.
Basi legali	Allegato 3 cifra 5 cpv.2 dell'OIAt.

Documenti esplicativi	Una buona linea guida è data dal sistema di gestione “QM riscaldamenti a legna” (Link). Energia legno Svizzera (Link).
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Introduzione dei nuovi limiti d’emissione.
Indicatori	Numero di impianti a legna risanati.

ATTIVITÀ DI INFORMAZIONE SUL CORRETTO DIMENSIONAMENTO E FUNZIONAMENTO TENENDO CONTO ANCHE DELL'ESTATE E DELLE MEZZE STAGIONI DEGLI IMPIANTI A LEGNA CON P > 70 KW.	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IL7
Descrizione	Migliorando l'informazione e la consulenza sul dimensionamento e sul funzionamento più efficiente dei nuovi grandi impianti a legna, si possono ridurre le emissioni eccedenti di PM10. In tale contesto è importante anche considerare il funzionamento in estate e nelle mezze stagioni; è infatti preferibile che gli impianti funzionino sempre al massimo della loro potenza evitando continui spegnimenti e accensioni.
Gruppo di emittenti	Nuovi impianti a legna con potenza termica superiore a 70 kW.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale che rientra nella tipologia "informazione e sensibilizzazione".
Obiettivo	Promuovere il corretto dimensionamento e funzionamento degli impianti a legna con P > 70 kW diminuendo le fasi di accensione e spegnimento.
Contesto	Allo stato attuale risulta che diversi grandi impianti a legna non siano dimensionati correttamente con la conseguenza che – specialmente nelle mezze stagioni e in estate – essi vengono fatti funzionare al di sotto della potenza massima istallata. Per diminuire le emissioni di PM10 è preferibile che l'impianto funzioni al massimo della sua potenza, è dunque ad esempio meglio prevedere un maggior numero di impianti di minore potenza e attivarne solo il numero necessario a dipendenza della stagione. Le fasi di spegnimento e accensione sono particolarmente critiche per le emissioni di PM10. Se possibile, è dunque preferibile mantenere gli impianti accesi (a giusto regime) e evitare queste fasi. Dal 2015 al 2030 si può stimare che in Ticino saranno istallati ca. 20 grandi impianti a legna che saranno toccati dal provvedimento.
Effetti	Migliorando il dimensionamento dei nuovi impianti a legna con P > 70 kW e promuovendone il giusto dimensionamento è ipotizzabile una diminuzione delle emissioni di PM10 per questi impianti del 30 % circa.
Relazioni con altri provvedimenti	Esistono delle sinergie con il provvedimento IL6.
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni). Per il materiale informativo si può utilizzare quello già disponibile (v. documenti esplicativi). Considerato che la misura presenta delle importanti sinergie anche con il tema dell'utilizzo efficiente dell'energia, l'attività di consulenza può essere garantita da TicinoEnergia.
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone e comuni.
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER è responsabile di organizzare il materiale informativo. TicinoEnergia in collaborazione con l'UACER imposta un servizio di consulenza sul tema. I comuni dovranno supportare l'UACER nella distribuzione mirata di materiale informativo.
Attuazione	L'UACER raccoglie il materiale informativo da mettere a disposizione in formato cartaceo ed elettronico (da pubblicare sul sito web del Cantone in relazione ai temi, aria, energia e domande di costruzioni). Il materiale sarà distribuito miratamente in caso di progetti di impianti a legna di grande potenza con il supporto dei comuni e sarà inoltre di aiuto per le consulenze che l'UACER organizzerà in collaborazione con TicinoEnergia.

	In generale si dovrà sfruttare la procedura della domanda di costruzione: nel caso di un nuovo progetto che prevede un impianto a legna di grande potenza (P > 70 kW) è importante informare l'istante.
Termini	La misura viene attuata entro al più tardi 1 anno dalla sua adozione.
Basi legali	-
Documenti esplicativi	Una buona linea guida è data dal sistema di gestione "QM riscaldamenti a legna" (Link). Energia legno Svizzera, Aiuto al dimensionamento Riscaldamenti a legna. (Link).
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Preparazione e stampa di documenti esplicativi, pubblicazioni sulle pagine web dell'UACER e di TicinoEnergia.
Indicatori	N. di impianti dimensionati secondo le indicazioni fornite.

RIDUZIONE DEI LIMITI DI VELOCITÀ IN AUTOSTRADA IN SITUAZIONI DI SMOG INVERNALE, TRAMITE UN SISTEMA D'ALLARME BASATO SU PREVISIONI METEOROLOGICHE	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	T1
Descrizione	Introdurre un nuovo sistema automatico per ridurre i limiti autostradali a 80 km/h in periodi di smog invernali e con previsioni meteorologiche atmosferiche sfavorevoli.
Gruppo di emittenti	Veicoli leggeri circolanti in autostrada.
Tipo	Provvedimento cantonale d'urgenza che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	Ridurre le emissioni dei veicoli leggeri in autostrada riducendo la velocità massima consentita.
Contesto	Le emissioni di PM10 dovute alla combustione del traffico di veicoli leggeri raggiungono un valore minimo alla velocità di circa 80 km/h. Complessivamente (considerando anche le emissioni di abrasione e risollevamento) le emissioni di un veicolo leggero a una velocità di 80 km/h sono ca. 1/3 delle emissioni di un veicolo leggero a una velocità di 120 km/h. La misura automatizza i dispositivi del Decreto esecutivo concernente i provvedimenti d'urgenza in caso di inquinamento atmosferico acuto del Canton Ticino (2016) riguardante la limitazione della velocità generalizzata su autostrade e semiautostrade a 80 km/h. Questa misura viene applicata nel caso in cui la concentrazione di PM10 sia superiore a 90 $\mu g/m^3$ in almeno 2 stazioni di rilevamento e le previsioni meteorologiche confermino il permanere del fenomeno di stagnazione per almeno i 3 giorni successivi. Grazie ai numerosi dati ambientali e meteorologici a disposizione in tempo reale e ai lavori di modernizzazione delle nostre autostrade è pensabile l'applicazione di un sistema simile a quello adottato in Tirolo. Un tale sistema sarebbe più efficiente e immediato rispetto a un sistema basato su una procedura che necessita una serie di attività a cascata.
Effetti	Nei periodi dove le condizioni metereologiche favoriscono l'accumulo di PM10 nell'atmosfera (periodi con inversioni termiche marcate, senza precipitazioni e con poco vento) il provvedimento permetterebbe di ridurre notevolmente l'apporto di PM10 derivante dal traffico autostradale di veicoli leggeri. Mediamente il provvedimento si applicherebbe 10 giorni all'anno. Durante queste giornate le emissioni di PM10 dovute al traffico autostradale di veicoli leggeri si ridurranno del 70% circa.
Relazioni con altri provvedimenti	Esiste una sinergia con il provvedimento IL2.
Costi	Buona parte del lavoro può essere svolto dal personale già disponibile. I costi di sviluppo e/o adeguamento dei software sono stimati in 50'000,- CHF. Da aggiungere eventuali costi annui dell'ordine di 5'000.- CHF per aggiornamenti e fornitura di dati meteo con previsioni.
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone e Confederazione.
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER è responsabile di assicurare l'attuazione della misura coordinandone i lavori con • L'USTRA per l'informazione sulla regolazione automatica lungo la A2. • la Polizia cantonale per i temi legati alla sicurezza sui tratti autostradali toccati dal provvedimento. • MeteoSvizzera per i dati previsionali di temperatura, precipitazioni e vento fornibili con riferimento alla risoluzione spaziale e temporale.
Attuazione	In una prima fase USTRA e UACER dovranno individuare i tratti stradali già provvisti di segnaletica digitale comandabile a distanza. Si dovrà affinare e convalidare il modello che sarà integrato in un applicativo che riceve in ingresso i dati ambientali (concentrazioni degli inquinati atmosferici) e i dati previsionali meteo (temperatura, vento e precipitazioni). In uscita l'applicativo deve fornire le informazioni digitali per la gestione automatica della segnaletica.

	MeteoSvizzera e UACER dovranno inoltre accordarsi sul formato con il quale saranno forniti i dati metereologici (idealmente un file xml). Si dovrà anche elaborare un documento da fornire ai progetti di mantenimento (Erhaltungsprojekte) della rete autostradale ticinese che dovranno essere utilizzati per rendere i futuri sistemi di segnaletica comandabili a distanza.
Termini	Entro 6 mesi verrà effettuato uno studio preliminare con il quale verrà analizzata la fattibilità tecnica per le singole tratte della A2. Lo studio definirà anche il quaderno degli oneri per lo sviluppo del software necessario che avverrà entro 1 anno dalla conclusione dello studio preliminare.
Basi legali	Decreto esecutivo concernente i provvedimenti d'urgenza in caso di inquinamento atmosferico acuto (2016). Consiglio di Stato della Repubblica e Cantone Ticino.
Documenti esplicativi	Tirol, IG-L-Geschwindigkeitsbeschränkungsverordnung, 2014. (Link). Jürg Thudium und Carine Chelala, Immissionsgesteuerte Geschwindigkeitsbegrenzung auf Österreichs Autobahnen, Oekoscience. (Link).
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Sviluppo del software e numero di cartelli stradali automatizzati da USTRA.
Indicatori	Lunghezza complessiva (km) dei tratti autostradali in Ticino con sistema automatico attivo.

LIMITI D'EMISSIONE DI PM10 PIÙ SEVERI PER DETERMINATE TIPOLOGIE DI IMPIANTI INDUSTRIALI PRESENTI NELL'ALLEGATO 1 E NELL'ALLEGATO 2 DELL'OIAT E PER I MACCHINARI INDUSTRIALI OFF-ROAD	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IS1
Descrizione	Inasprimento dei limiti d'emissione delle polveri degli impianti stazionari industriali e i macchinari industriali off-road (ad. es. sollevatori).
Gruppo di emittenti	Grandi impianti industriali non a combustione che emettono PM10 e macchinari industriali off-road.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	Diminuire le emissioni di PM10 tramite l'applicazione dello stato dell'arte e l'applicazione di filtri per l'abbattimento delle polveri.
Contesto	Attualmente i limiti di emissione degli impianti industriali stazionari sono fissati in base al flusso di effluenti negli allegati 1 e 2 dell'OIAt. Le emissioni di questi impianti costituiscono un'importante fonte di PM10. Per i macchinari industriali del settore off-road come ad esempio i sollevatori non esiste invece nessun limite di emissione.
Effetti	Questi nuovi limiti interesseranno ca. la metà delle emissioni quantificate per i processi industriali (ca. 13'000 kg di PM10/anno) e tramite l'applicazione di filtri per l'abbattimento delle polveri o la sostituzione dei vecchi impianti/macchinari con nuovi impianti/macchinari più performanti si può stimare un dimezzamento di queste emissioni di PM10.
Relazioni con altri provvedimenti	-
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni).
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone.
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER analizza in dettaglio le emissioni delle aziende toccate (si stima un centinaio) e se del caso organizza delle campagne di misura delle emissioni per meglio capire il margine di riduzione del carico di PM10.
Attuazione	Sulla base di un'analisi dettagliata anche della tipologia di polveri (composizione chimica e dimensioni) vengono proposti dei provvedimenti mirati con dei termini di risanamento congrui. Per quanto attiene ai macchinari off-road l'accordo sui trasporti terrestri con l'UE e l'accordo OMC sugli ostacoli tecnici agli scambi impediscono alla Confederazione di introdurre in maniera unilaterale delle prescrizioni più severe nelle proprie normative sui gas di scarico. Tuttavia è possibile imporre l'obbligo di utilizzare macchinari equipaggiati con un filtro contro il particolato diesel nell'ambito di determinate procedure legate ad esempio agli Esami di impatto ambientale o al provvedimento economico.
Termini	L'analisi deve essere terminata entro 2 anni dall'adozione della misura e i provvedimenti devono essere elaborati entro al massimo 3 anni dall'adozione della misura.
Basi legali	Allegati 1 e 2 OIAt
Documenti esplicativi	-

CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Introduzione dei nuovi limiti d'emissione.
Indicatori	Numero di impianti industriali e di macchinari off-road risanati.

OBBLIGO DI DOTARE DI UN FILTRO PER I FUMI CON UN ELEVATO GRADO DI ABBATTIMENTO (80%) GLI IMPIANTI A LEGNA ESISTENTI UTILIZZATI NEL SETTORE DELLA RISTORAZIONE PER LA COTTURA DI CIBI	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	IS2
Descrizione	Impianti a legna utilizzati nel settore della ristorazione (p.es. forni a legna per pane e pizze) – i quali sono in funzione anche nei mesi freddi (da novembre fino a febbraio) – devono essere equipaggiati con un dispositivo (filtro) in grado di abbattere dell'80% le emissioni di polveri. Viene fissato un termine di risanamento da 2 a 5 anni a dipendenza della dimensione del ristornate.
Gruppo di emittenti	Impianti a legna utilizzati per la cottura di cibi (pane e pizza) nel settore della ristorazione.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo cantonale che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	Equipaggiando i forni a legna utilizzati nel settore della ristorazione con filtri si intende diminuire le emissioni di particolato degli impianti a legna.
Contesto	I censimenti effettuati in diversi comuni ticinesi hanno evidenziato che circa il 5 % delle emissioni di PM10 dovute ad impianti a legna di bassa potenza può essere ricondotto a forni per la cottura di pane o pizza. Allo stato attuale l'articolo 13 cpv. 1 del ROIAt fissa l'esigenza in maniera generica senza specificare esigenze tecniche come il grado di abbattimento da raggiungere o il termine di risanamento (vale quello dell'OIAt di 5 anni).
Effetti	Esperienze fatte in Ticino hanno dimostrato che filtri elettrostatici non sono idonei per forni per pizza. Altri sistemi come ad es. il filtro catalitico O_2 Ring permettono invece di abbattere fino all'80 % delle polveri derivanti alla combustione degli impianti a legna. Tramite un'applicazione sistematica di questo provvedimento si possono ridurre le emissioni di PM10 di quasi 7'000 kg/a. Da segnalare inoltre che trovandosi spesso all'interno dei centri abitati questi impianti sono sovente all'origine di situazioni di molestia.
Relazioni con altri provvedimenti	Si potrebbe valutare l'applicabilità per altri tipologie di applicazione impianti a legna di piccola potenza (IL3).
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni). Trattandosi di "caminetti prestazionali" i costi di investimento a carico del privato – che per un filtro catalitico O_2 Ring sono inferiori a 5'000 CHF – appaiono sostenibili.
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone.
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER è responsabile di aggiornare il ROIAt e il catasto degli impianti a legna esistenti utilizzati nel settore della ristorazione per la cottura di cibi.
Attuazione	L'art. 13 cpv. 1 del ROIAt dev'essere modificato specificando le esigenze per i sistemi di abbattimento delle emissioni di particelle solide (80%) e i termini per il risanamento (2-5 anni) in funzione della dimensione del ristorante. Il catasto degli impianti interessati dal provvedimento dev'essere completato con la descrizione degli eventuali sistemi di abbattimento delle polveri già presenti.
Termini	Il ROIAt viene aggiornato entro 6 mesi dall'adozione del provvedimento. Entro al più tardi 1 anno dall'aggiornamento del ROIAt vengono emessi gli ordini di risanamento.
Basi legali	OIAt e art. 13, cpv. ROIAt.

Documenti esplicativi	Caratteristiche tecniche del filtro O_2 Ring di Palazzetti (Link).
CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Modifica del ROIAt con definizione delle esigenze per i sistemi di abbattimento dei termini di risanamento.
Indicatori	N. di impianti risanati.

NORME DI EMISSIONE PER I MEZZI DEL SETTORE OFF-ROAD (IN PARTICOLARE AGRICOLTURA, SELVICOLTURA)	
DENOMINAZIONE / DESCRIZIONE	
ID/Nr	AS1
Descrizione	Il Cantone richiede alla Confederazione di introdurre dei limiti di emissione per il particolato presente nei gas di scarico dei veicoli off-road utilizzati nei settori dell'agricoltura e della selvicoltura.
Gruppo di emittenti	Macchinari alimentati a diesel attivi nel settore agricolo e della selvicoltura.
Tipo	Provvedimento di carattere duraturo che rientra nella tipologia "limitazione legislativa".
Obiettivo	L'obiettivo è quello di limitare le emissioni di PM10 dei mezzi alimentati con combustibile diesel del settore off-road dell'agricoltura e della selvicoltura.
Contesto	In Ticino le emissioni dei veicoli e dei macchinari agricoli e forestali del settore off-road attualmente non sottostanno ad alcuna limitazione legislativa. Queste emissioni sono inoltre composte da particolato diesel (sostanza cancerogena).
Effetti	Il provvedimento coinvolge i macchinari attivi nel settore agricolo e della selvicoltura. I nuovi limiti potrebbero portare a una riduzione dell'80% delle emissioni di questi mezzi grazie ad un miglioramento dello stato dell'arte dei motori e in particolare all'applicazione di filtri antiparticolato.
Relazioni con altri provvedimenti	-
Costi	Il carico amministrativo per l'attuazione di questo provvedimento può essere svolto dal personale già disponibile (non si devono prevedere ulteriori costi interni).
ATTUAZIONE	
Autorità competente	Cantone e Confederazione
Servizi coinvolti / Ruolo	L'UACER in collaborazione con la Sezione dell'agricoltura e la Sezione forestale prepara la richiesta da formulare al Consiglio Federale.
Attuazione	L'accordo sui trasporti terrestri con l'UE e l'accordo OMC sugli ostacoli tecnici agli scambi impediscono alla Confederazione di introdurre in maniera unilaterale delle prescrizioni più severe nelle proprie normative sui gas di scarico. Tuttavia può imporre l'obbligo di utilizzare macchinari equipaggiati con un filtro contro il particolato diesel nell'ambito delle condizioni per determinate concessioni, oppure vincolandoli per l'ottenimento dei contributi diretti (prescrizioni relative alla prova che le esigenze ecologiche sono rispettate – PER) oppure ancora differenziando la restituzione dell'imposta sugli oli minerali per i carburanti impiegati nell'agricoltura e nella selvicoltura. La formulazione della richiesta al Consiglio Federale dovrà essere preceduta da un'analisi delle diverse vie percorribili effettuata in collaborazione tra i diversi servizi coinvolti.
Termini	Entro 1 anno dall'adozione del provvedimento viene fatta richiesta scritta al Consiglio Federale.
Basi legali	-
Documenti esplicativi	Direttiva 2014/43/UE del 18 marzo 2014 relativa a misure contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori destinati alla propulsione dei trattori agricoli o forestali. (Link). Amministrazione federale delle dogane, opuscolo informativo – Restituzione dell'imposta sugli oli minerali per i carburanti impiegati nell'agricoltura, 2014. (Link). Amministrazione federale delle dogane, foglio informativo – Restituzione dell'imposta sugli oli minerali sui carburanti utilizzati nella silvicoltura, 2015. (Link).

CONTROLLO DELLA RIUSCITA	
Controllo della realizzazione	Introduzione dei limiti d'emissione per il particolato diesel.
Indicatori	Numero di veicoli off-road con filtri antiparticolato.