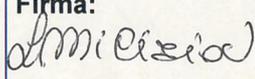
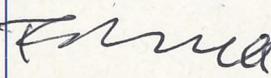


DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST
Struttura semplice "Attività di Produzione"

Stazione di monitoraggio della qualità dell'aria Chieri – Bersezio
Confronto tra sensori non certificati di PM10, NO_x, SO₂ e CO e
misuratori a norma di legge

RELAZIONE TECNICA

CODICE DOCUMENTO: F06_2018_00196_001

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Prof.le	Data: 03/4/18	Firma: 
	Nome: D.ssa Laura Milizia		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la SS Attività Produzione	Data: 03/02/18	Firma: 
	Nome. Dott. Francesco Lollobrigida		

Il sistema di gestione qualità è certificato ISO 9001:2015 da CSQ

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento territoriale Piemonte Nord Ovest

Struttura Semplice Attività di Produzione

Tel 0111968351 - fax 01119681441

P.E.C.: dip.torino@pec.arpa.piemonte.it

Premessa.....	3
Analisi dei dati.....	4
<i>Introduzione</i>	4
<i>Biossido di zolfo</i>	5
<i>Monossido di carbonio</i>	6
<i>Ossidi di azoto</i>	9
<i>PM10</i>	11
Conclusioni.....	16

Premessa

La normativa vigente in tema di qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa") stabilisce all'art. 8.10 che, ai fini della misurazione della qualità dell'aria ambiente, si applicano i metodi di riferimento (definiti in maniera dettagliata all'Allegato VI dello stesso provvedimento) o metodi diversi **purché dotati di apposita certificazione di equivalenza**. In coerenza a tale indicazione l'art. 18.5 pone l'obbligo a tutti i soggetti pubblici privati che diffondono al pubblico dati inerenti i livelli rilevati dalle stazioni di qualità dell'aria di indicare se tali livelli sono misurati in maniera difforme dai metodi di riferimento ufficiali.

Nel caso specifico di PM10 e PM2.5, inoltre il D.M. 30 marzo 2017 "Procedure di garanzia di qualità per verificare il rispetto della qualità delle misure dell'aria ambiente effettuate nelle stazioni delle reti di misura" stabilisce che gli analizzatori certificati come equivalenti siano periodicamente confrontati sul campo con il metodo di riferimento. In altre parole per PM10 e PM2.5 il legislatore ha previsto non solo che metodi diversi da quelli di riferimento debbano essere certificati come equivalenti ma anche che tale equivalenza sia verificata nel tempo.

Risulta quindi evidente che sotto il profilo giuridico-amministrativo strumenti non certificati possono essere utilizzati solo a scopo di studio e non, ad esempio, per supportare provvedimenti volti al risanamento della qualità dell'aria o per monitorare gli effetti di tali provvedimenti. Sotto il profilo tecnico-scientifico, inoltre, è fortemente auspicabile disporre di una valutazione circa la congruenza dei dati prodotti da tali sensori con quelli forniti dal metodo di riferimento nello specifico contesto territoriale, in particolare per quanto riguarda PM10 e PM2.5 la cui composizione e distribuzione dimensionale può variare da zona a zona.

Su richiesta dell'Assessorato Ambiente del Comune di Chieri il Dipartimento scrivente ha dato la disponibilità a posizionare presso la stazione di Chieri-Bersezio – che fa parte della rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria di Arpa Piemonte – una centralina trasportabile dotata di sensori non certificati, precedentemente installata presso il Municipio e gestita dalla società High Power a seguito della convenzione per la posa e gestione della rete di teleriscaldamento sul territorio comunale. Lo scopo della sperimentazione è stato valutare la congruità dei dati prodotti dai sensori in questione con quelli degli analizzatori a norma di legge di proprietà di Arpa Piemonte. Per garantire un'adeguata rappresentatività statistica della base dati si è concordato una durata della sperimentazione dell'ordine di un anno.

Si precisa che

- non rientra nei compiti istituzionali di Arpa Piemonte la certificazione a termini di legge di apparecchiature di misura, per cui la sperimentazione in questione **è da intendersi unicamente come indagine conoscitiva di natura tecnica**;
- i risultati ottenuti si riferiscono esclusivamente alla strumentazione messa a disposizione dal Comune di Chieri e dalla società High Power e al periodo di test considerato e non possono in alcun modo essere estesi ad altre apparecchiature anche dello stesso modello;
- i risultati ottenuti non potranno essere usati in alcun modo per scopi commerciali dal produttore della strumentazione in esame o da altri soggetti;
- l'eventuale diffusione dei dati tramite il web o altri strumenti informativi per la cittadinanza dovrà essere accompagnata da messaggi informativi circa gli aspetti sopra citati.

Analisi dei dati

Introduzione

Per il test sono stati installati presso la stazione di Chieri-Bersezio, dalla società High Power, un sensore di PM10 e una centralina multiparametrica (*omissis*) per la misura di inquinanti gassosi in aria ambiente.

L'unità di monitoraggio ambientale (*omissis*) utilizzata dispone di sensori (*omissis*) a film spesso sviluppati da (*omissis*) per la misura della concentrazione dei seguenti inquinanti gassosi: ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂) e monossido di carbonio (CO). I sensori (*omissis*) sono dispositivi in grado di trasformare la specifica interazione chimica della superficie attiva del sensore con un determinato analita (gas) in un segnale elettrico misurabile e direttamente correlabile alla concentrazione dello stesso analita.

La lettura del particolato atmosferico avviene tramite un modulo, integrato nella centralina multiparametrica (*omissis*), che sfrutta la tecnologia light scattering; la scheda microprocessore (*omissis*) legge la concentrazione del particolato ogni secondo e memorizza le medie orarie

La sperimentazione presso la stazione di rilevamento Arpa è iniziata a luglio 2016 e si è conclusa a fine 2017.

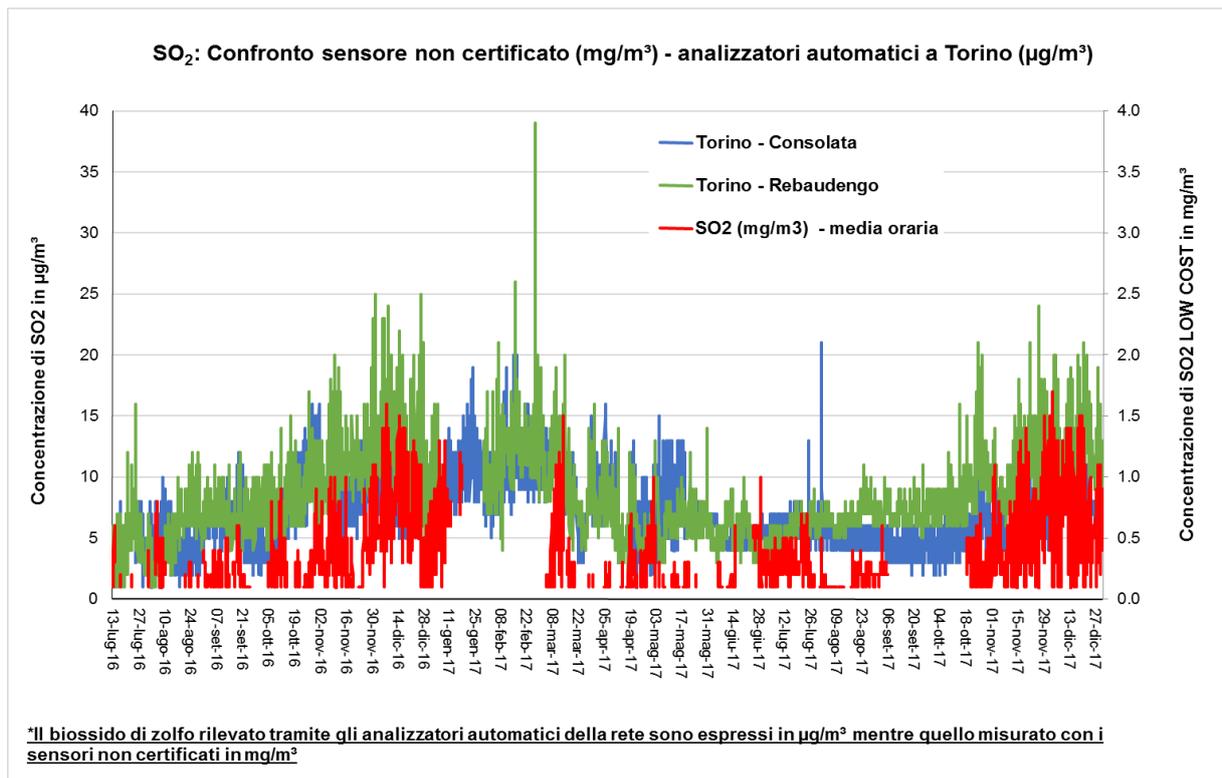
La stazione di monitoraggio della qualità dell'aria Chieri – Bersezio è classificata stazione di fondo suburbano e presenta la seguente dotazione strumentale: ozono (O₃), PM2.5 e ossidi di azoto (NO, NO₂ e NO_x). L'unità multiparametrica (*omissis*) installata presso tale stazione ha rilevato i seguenti inquinanti atmosferici: PM10, CO, NO_x e SO₂. E' stato quindi possibile eseguire un confronto diretto solo per gli ossidi di azoto (NO_x) mentre per CO, SO₂ e PM10 sono stati eseguiti confronti con altri punti della rete fissa di qualità dell'aria torinese che avessero caratteristiche sito-specifiche analoghe, facendo poi delle valutazioni che tenessero conto delle diverse tipologie di sito.

In particolare per ognuno degli inquinanti considerati è stato valutato innanzitutto se l'ordine di grandezza dei dati prodotti dal sensore non certificato e il loro andamento stagionale (modulazione stagionale - tipico di ogni inquinante) fossero coerenti con quanto storicamente rilevato dalla rete di monitoraggio Arpa in siti confrontabili con quello di Chieri; successivamente si è proceduto a costruire la retta di correlazione tra i dati prodotti dal sensore non certificato e quelli misurati dal corrispondente misuratore a norma per valutare se e in che misura il sensore non certificato è in grado di riprodurre il dato ufficiale.

Biossido di zolfo

In Figura 1 si riporta il profilo orario del biossido di zolfo rilevato nel comune di Chieri tramite sensore non certificato e confrontato con il profilo orario registrato presso le due stazioni di traffico della città di Torino. I livelli di SO_2 , considerando la differente unità di misura con cui dati sono espressi, risultano decisamente più elevati a Chieri rispetto a Torino, dato del tutto anomalo vista la differente tipologia di sito. I livelli registrati a Chieri, risultano infatti compresi tra 100 e 1.500 $\mu g/m^3$ con livelli più elevati nei periodi invernali e presentando quindi una discreta modulazione stagionale. I livelli registrati a Torino sono invece compresi tra 1 e 21 $\mu g/m^3$ per la stazione di Torino – Consolata (classificata di traffico ma situata all'interno della zona ZTL della città) e 1 e 39 $\mu g/m^3$ per la stazione di Torino – Rebaudengo, sito che presenta a un maggiore impatto da traffico veicolare. Risulta quindi evidente che il sensore non certificato presenta una sovrastima di circa due ordini di grandezza per cui non si è ritenuto di costruire la retta di correlazione.

Figura 1: Biossido di zolfo: confronto sensore non certificato - analizzatori della rete fissa di Torino



Monossido di carbonio

In Figura 2 si riporta il confronto tra i livelli di monossido di carbonio misurati con il sensore non certificato e quelli rilevati presso due stazioni della rete fissa provinciale che presentano livelli di inquinamento simili a quelli che si registrano a Chieri. Dal confronto si evince una buona sovrapposizione soprattutto con la stazione di Leinì, come ci si aspetterebbe vista la tipologia di stazione; entrambe, infatti, sono classificate come stazioni di fondo suburbano. La stazione di Baldissero presenta invece livelli più contenuti trattandosi di una stazione classificata di fondo rurale.

Rispetto a quanto rilevato a Leinì i livelli registrati con il sensore non certificato a Chieri risultano sovrastimati nei valori massimi durante i periodi caldi quando i livelli sono comunque meno significativi in aria ambiente rispetto a quelli invernali in quanto, come gli altri inquinanti considerati nella presente relazione, il monossido di carbonio in pianura padana presenta i valori più elevati nei mesi freddi dell'anno.

Nella Figura 3 e nella Figura 4 si riporta il profilo della media mobile su 8 ore (che è l'indicatore di legge) dei valori di monossido di carbonio rilevato tramite sensore non certificato a Chieri e tramite analizzatore automatico a norma presso la stazione di Leinì, affine per tipologia alla stazione di Chieri. I profili appaiono confrontabili in entrambi gli anni.

In Figura 5 si riporta la regressione lineare dei valori di CO espressi come media mobile su 8 ore registrati a Chieri e a Leinì. Si osserva una bassa correlazione delle due misure e un'elevata dispersione dei dati, ma il valore della pendenza prossimo a uno indica che in media le due misure sono confrontabili.

Figura 2: Monossido di carbonio: confronto sensore non certificato e analizzatori della rete fissa provinciale

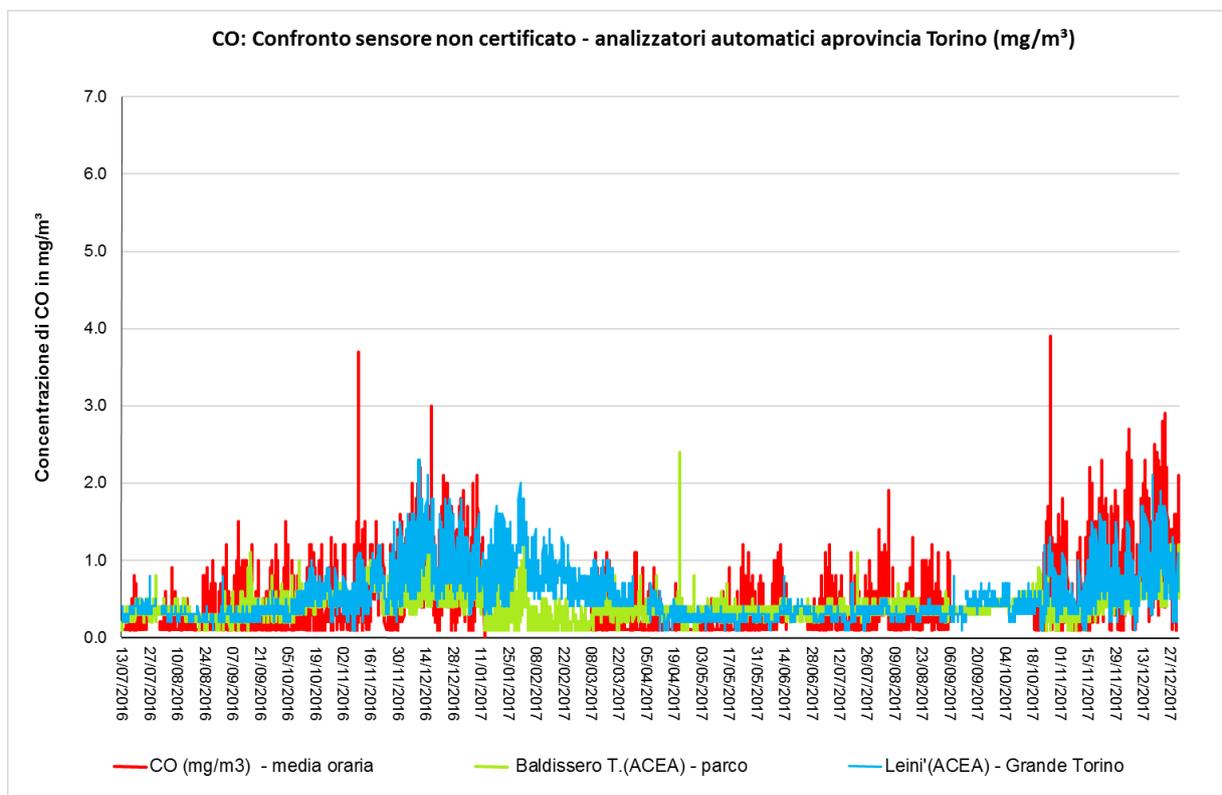


Figura 3: CO – profilo media mobile su 8 ore nel 2016

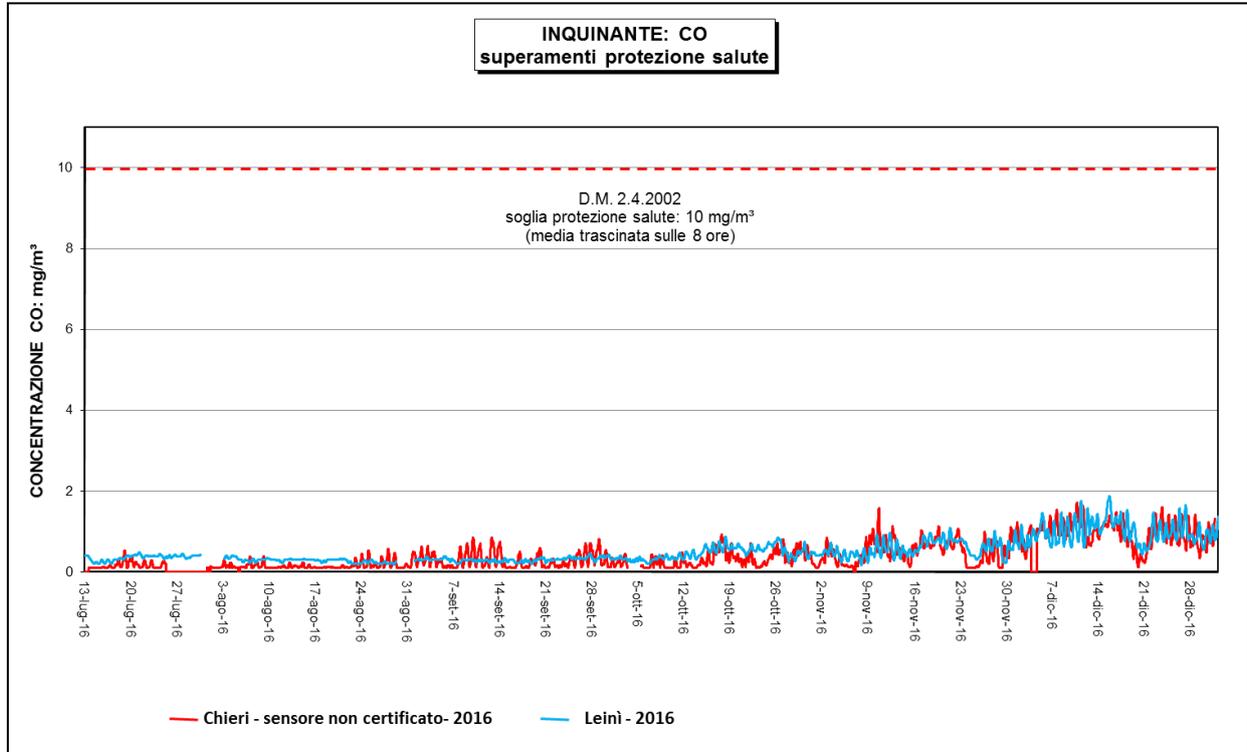


Figura 4: CO – profilo media mobile su 8 ore nel 2017

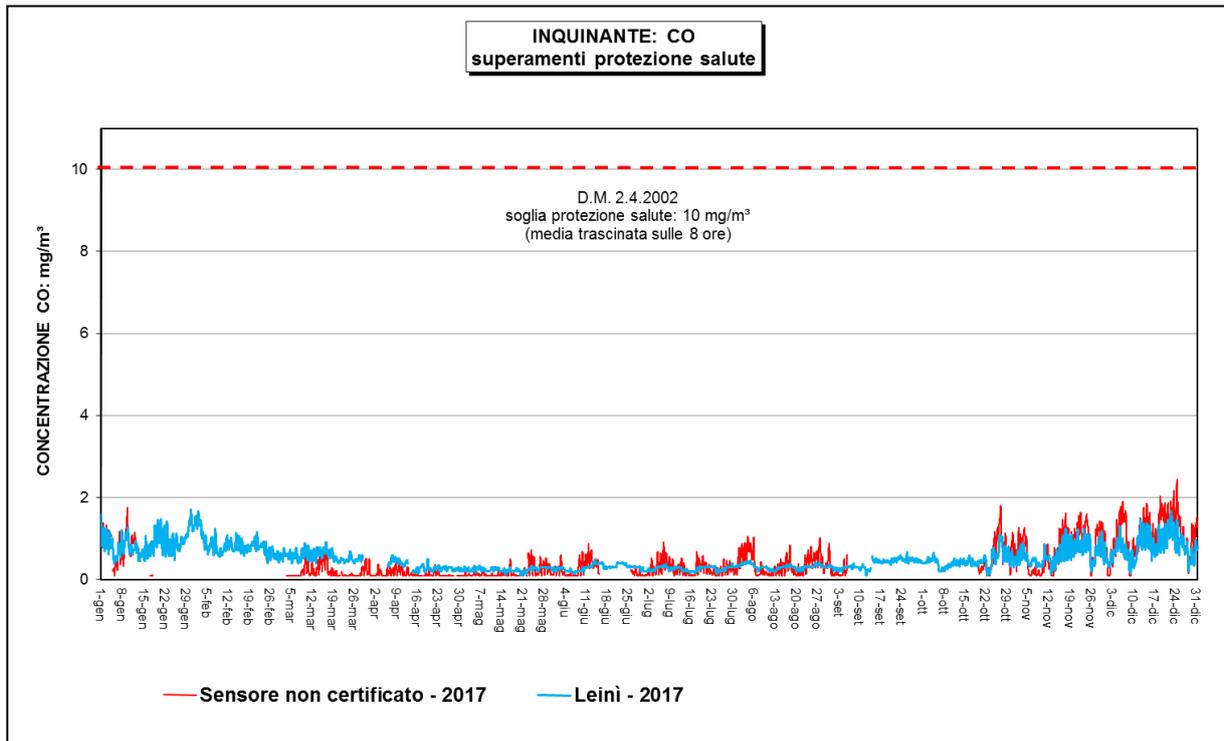
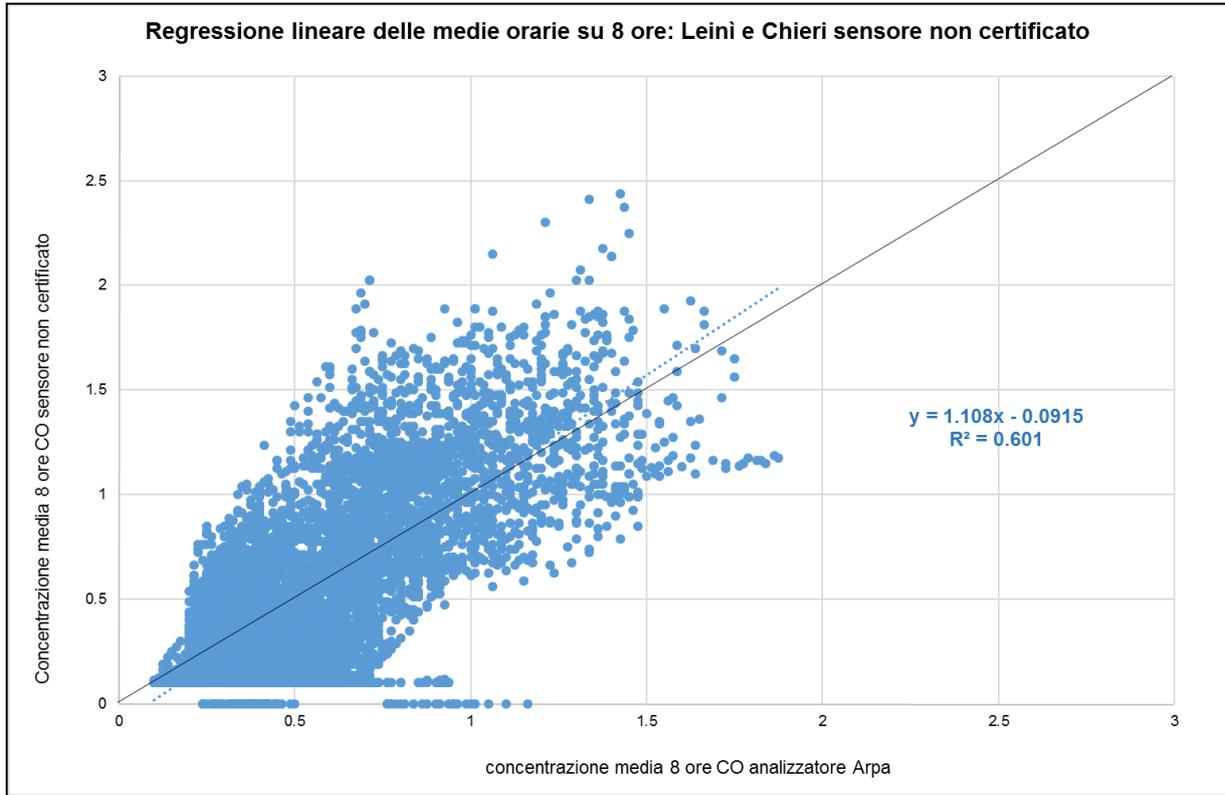


Figura 5: CO - regressione lineare della media mobile su 8 ore



Ossidi di azoto

In Figura 6 si riporta il profilo orario degli ossidi di azoto rilevati tramite il sensore non certificato confrontandolo con quello degli NO_x, somma di NO ed NO₂, rilevato con gli analizzatori automatici a norma presso alcune stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria.

Da una prima analisi dell'andamento degli NO_x, rilevati tramite sensore non certificato emerge la mancanza di modulazione stagionale. I livelli rilevati presentano valori massimi prossimi a 100 µg/m³ sia nei periodi estivi, durante i quali in pianura padana i livelli di NO_x sono più contenuti, sia durante i periodi invernali i cui livelli sono più elevati. In Figura 7 si riporta il confronto del profilo orario degli NO_x rilevati presso la stazione di Chieri con le due tecniche di misura; tale confronto conferma la mancanza di modulazione stagionale dei dati del sensore non certificato.

La scarsa affidabilità del sensore non certificato per questo parametro è illustrata nella Figura 8 in cui si riporta la regressione lineare dei valori di NO_x rilevati tramite sensore non certificato e tramite analizzatore automatico: è evidente la bassa correlazione tra le due misure e soprattutto il fatto che il sensore non certificato presenta una sottostima sistematica sui valori medio-alti (pendenza della retta dell'ordine di 0,4)

Figura 6: NO_x – profilo orario

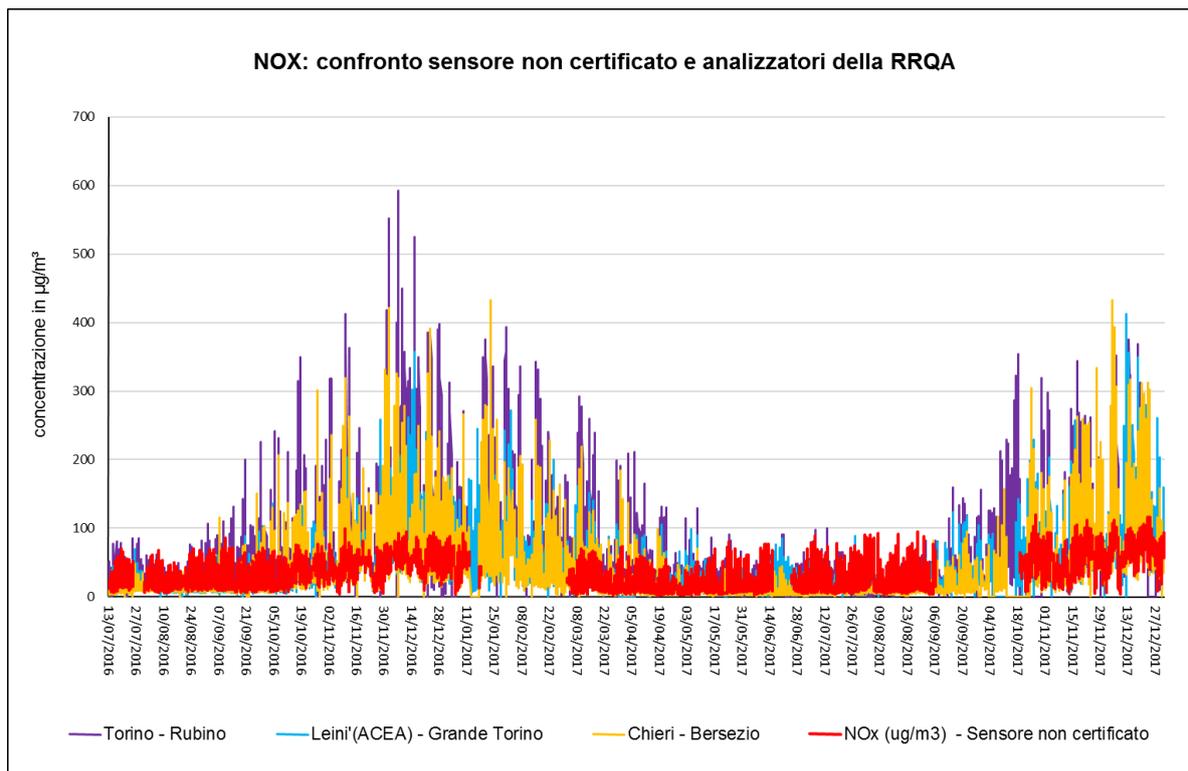


Figura 7: Chieri – profilo orario degli NOX

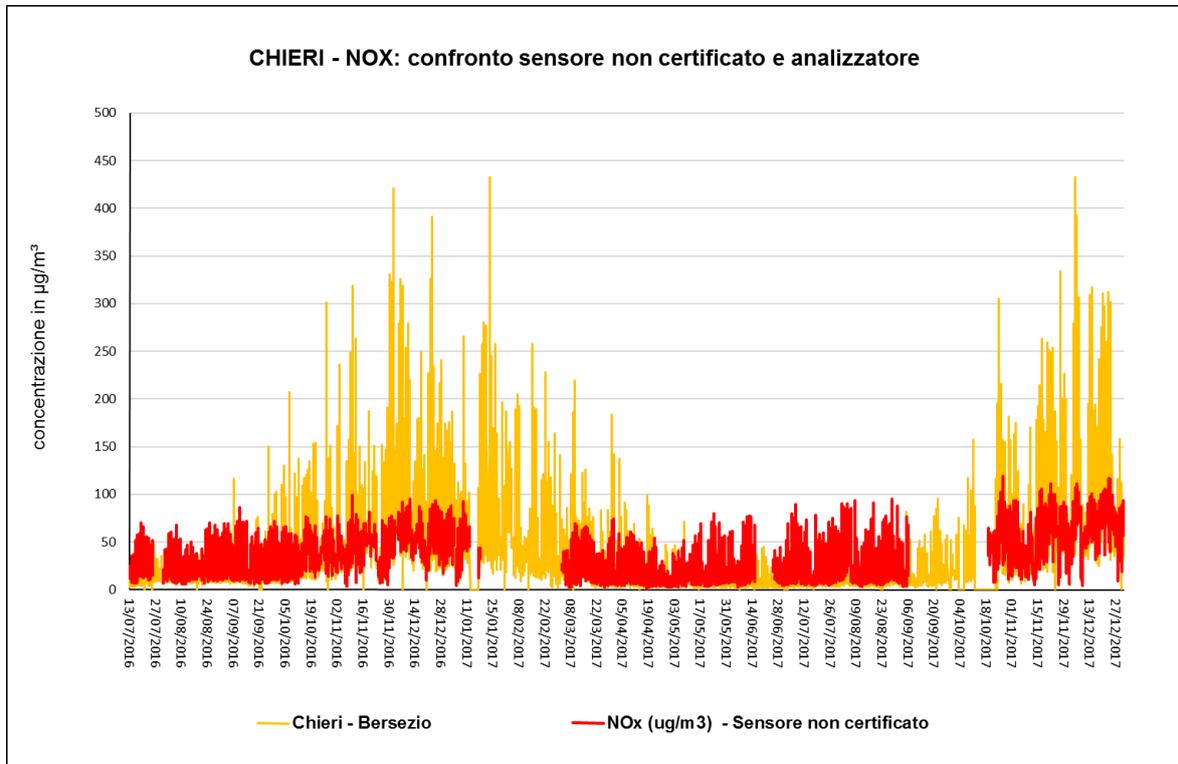
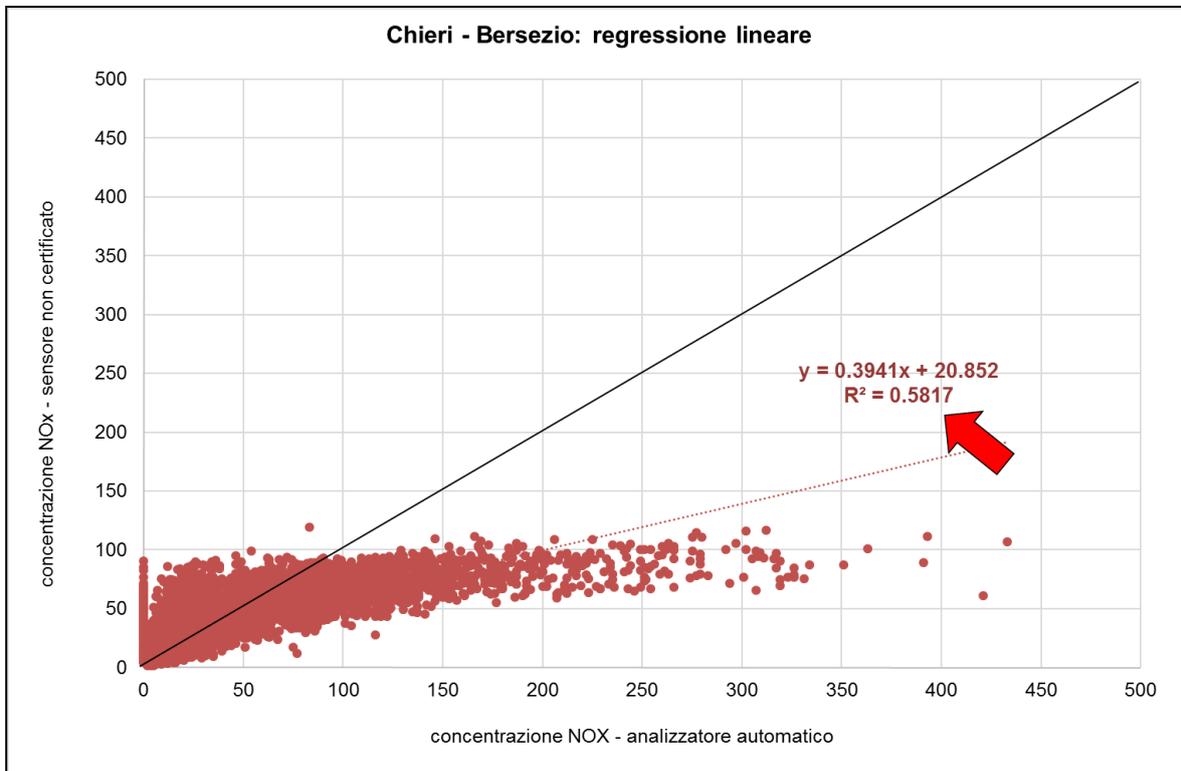


Figura 8: Chieri – Bersezio – regressione lineare



PM10

Il particolato atmosferico è stato misurato, nel corso del 2016 e 2017, tramite un modulo che sfrutta la tecnologia light scattering e fornisce la concentrazione di PM10. Presso la stazione di rilevamento fissa della qualità dell'aria di Chieri è presente un campionatore gravimetrico di PM2.5. Per valutare la significatività della misura del sensore non certificato sono stati eseguiti confronti con le stazioni della rete provinciale presso cui si misurano entrambe le frazioni di particolato (PM10 e PM2.5) ed in particolare quelle in cui i valori di PM2.5 risultano prossimi a quelli misurati a Chieri.

L'andamento giornaliero rilevato nel corso del 2016 (Figura 9) e del 2017 (Figura 10) risulta coerente con quanto rilevato presso le altre stazioni di rilevamento prese in considerazione per il confronto.

In Figura 11 si riporta il profilo orario del PM10 registrato tramite sensore non certificato a Chieri e con analizzatore automatico certificato a reggi Beta a Torino – Rubino, da cui si evince una discreta coerenza della modulazione temporale. In Figura 12 si riportano i valori giornalieri registrati, nel corso del 2016 e del 2017 tramite il sensore non certificato e confrontati con il PM2.5 misurato con campionatore gravimetrico a norma presente nella stazione di monitoraggio fissa. Il profilo è accettabile, con il PM10 quasi sempre maggiore del PM2.5.

In Figura 13 e Figura 14 si riporta il confronto dei valori giornalieri di PM10 registrati tramite sensore non certificato a Chieri e quelli rilevati con analizzatori automatici certificati a Torino Rubino e a Leinì. Anche in questo caso i livelli di particolato atmosferico sono confrontabili.

In Figura 15 e Figura 16 si riportano le regressioni lineari dei valori di PM10 registrati a Chieri e a Leinì e Torino- Rubino. La correlazione appare migliore tra Chieri e la stazione di Leini, d'altra parte anche la tipologia di stazione è analoga.

Figura 9: PM10 - confronto profilo giornaliero nel 2016

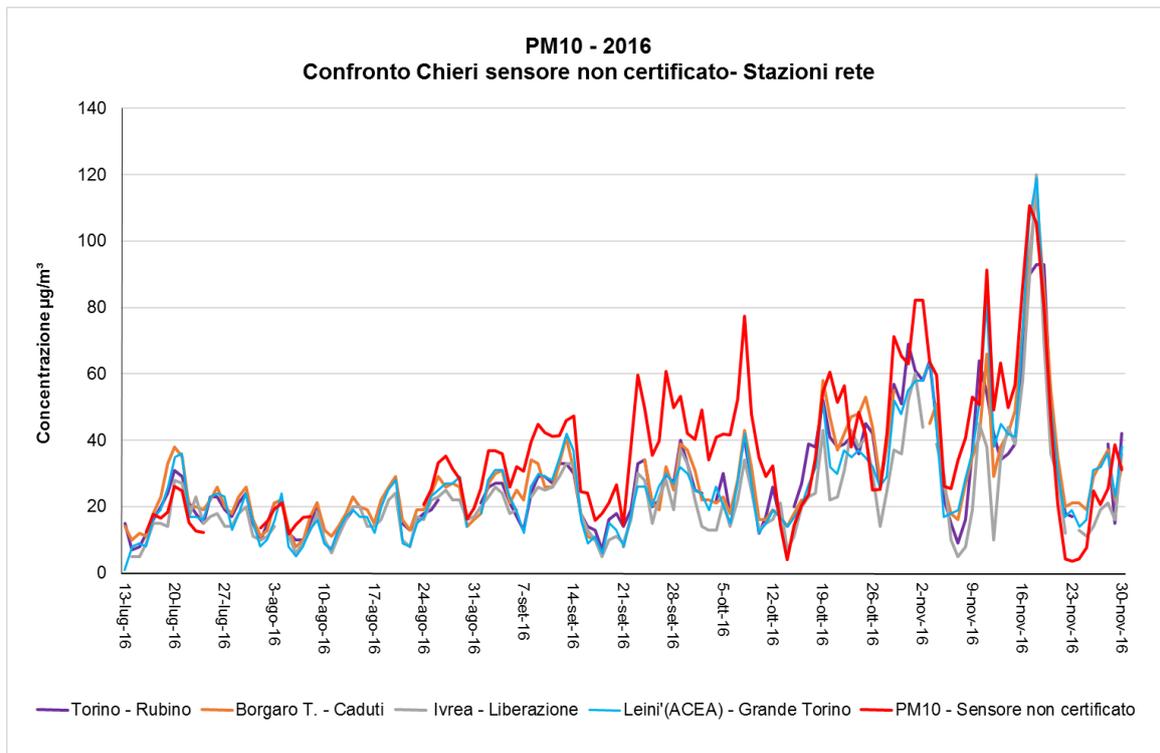


Figura 10: PM10 - confronto profilo giornaliero nel 2017

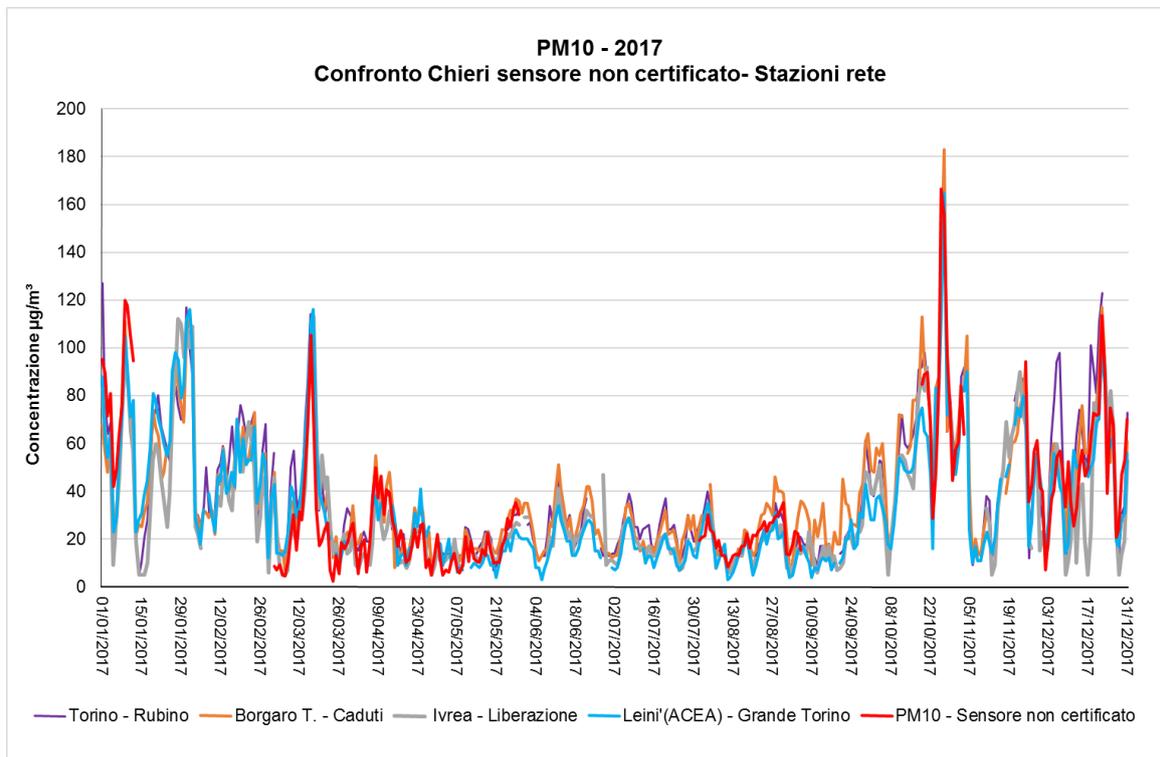


Figura 11: confronto profilo orario PM10 – Chieri sensore non certificato e Torino - Rubino

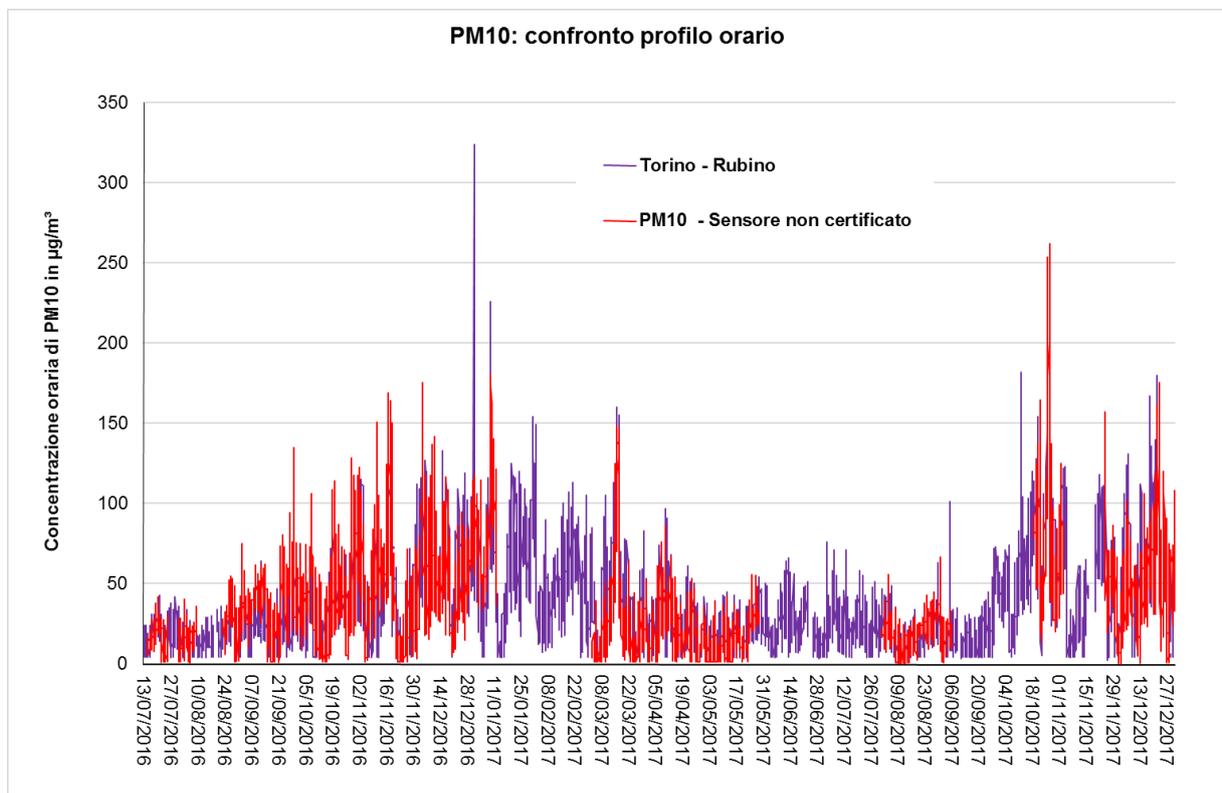


Figura 12: Chieri – confronto tra il PM10 e il PM2.5

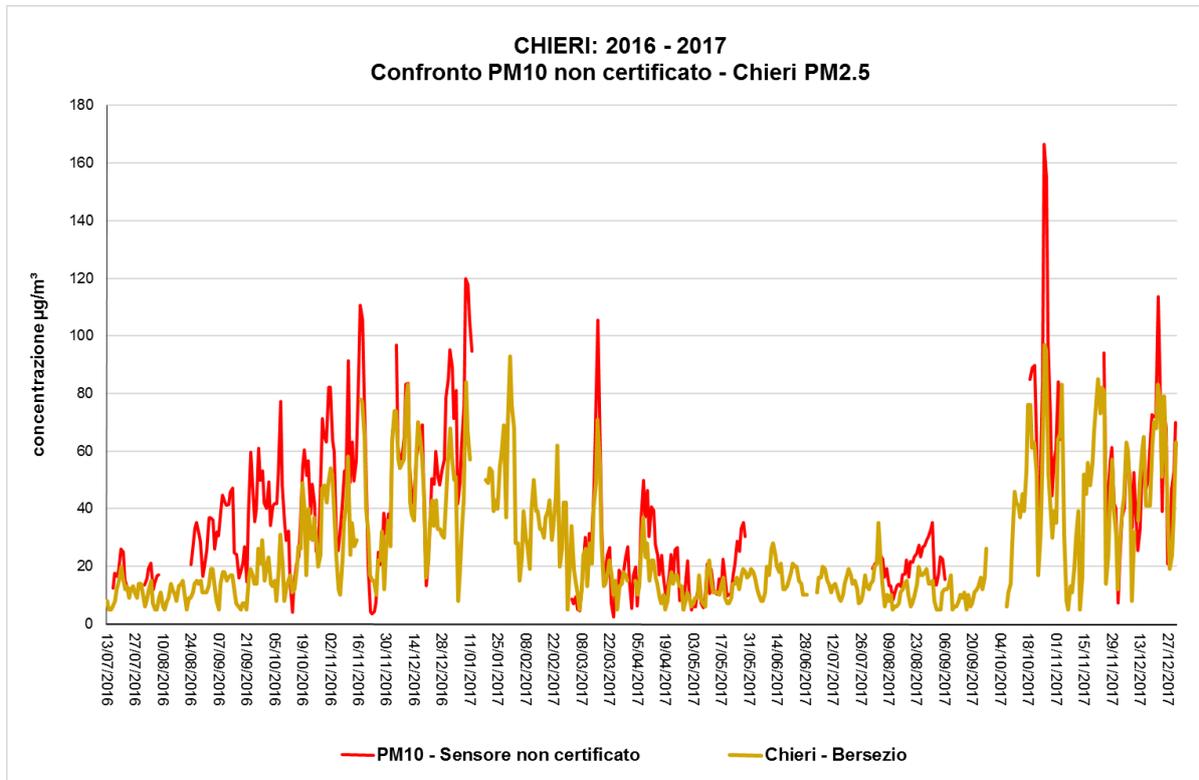


Figura 13: PM10 - confronto profilo giornaliero Leini – Chieri sensore non certificato

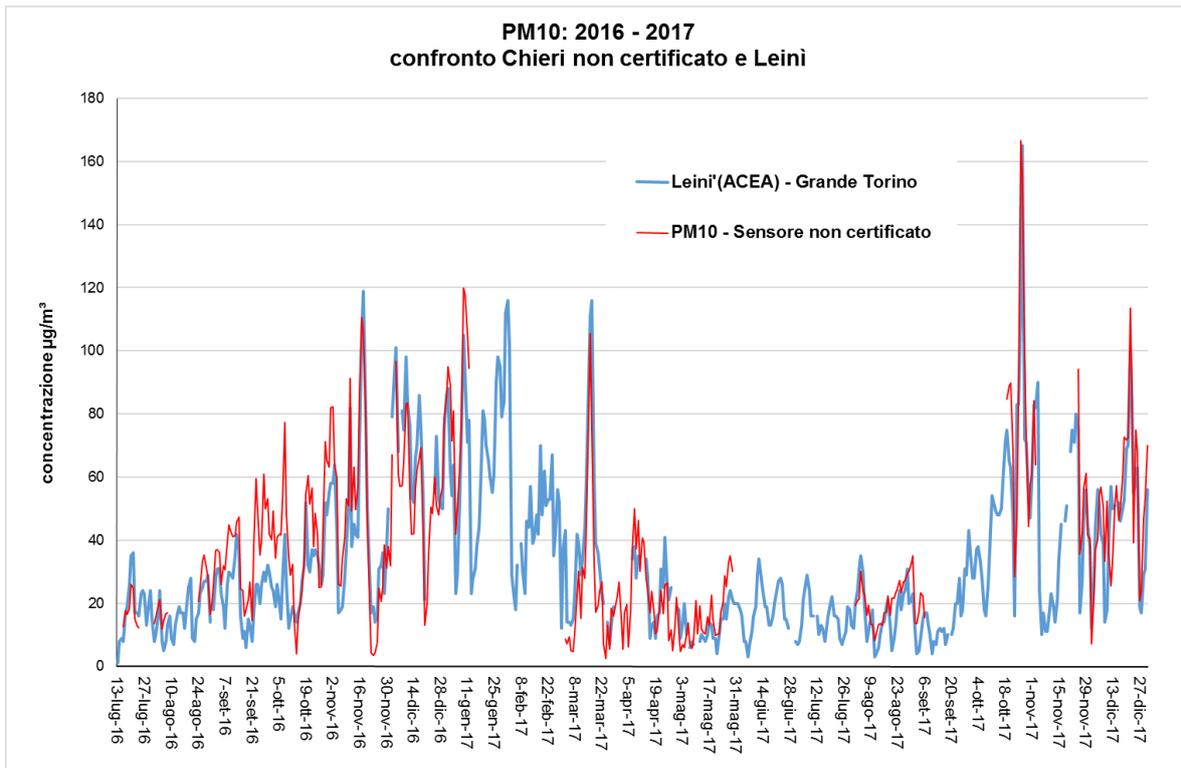


Figura 14: PM10 - confronto profilo giornaliero Torino - Rubino – Chieri sensore non certificato

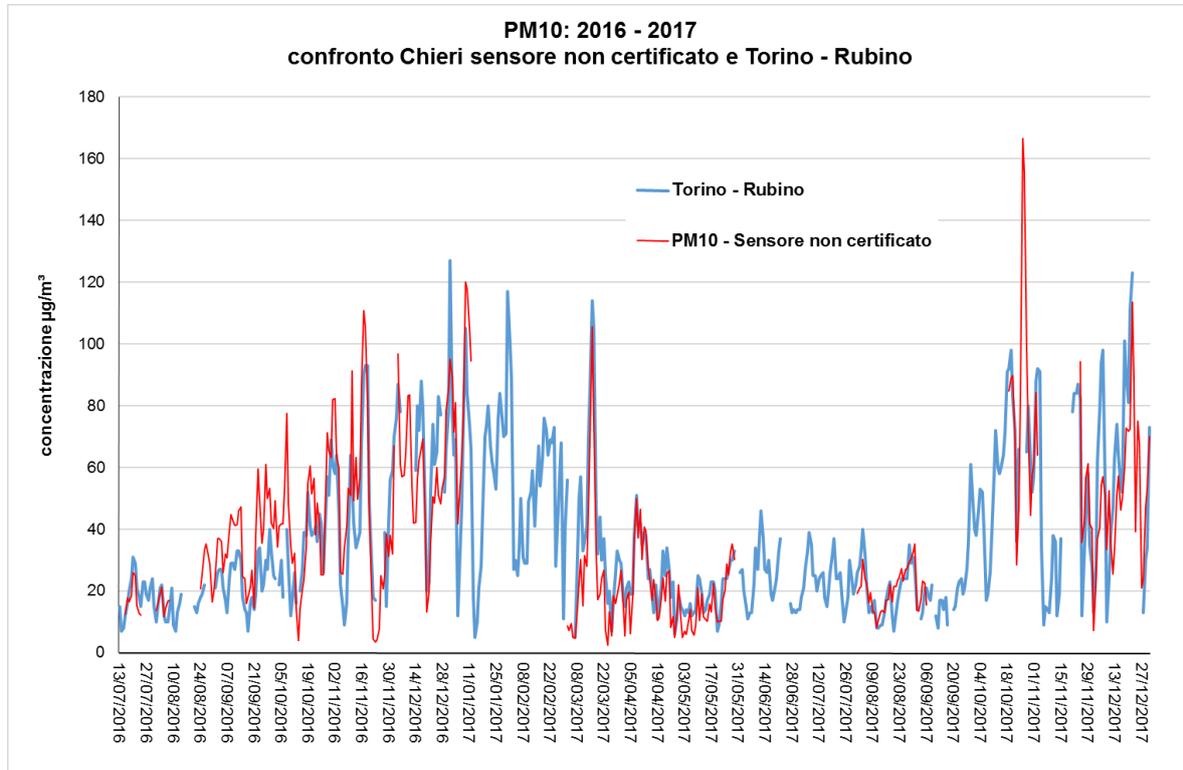


Figura 15 PM10 - regressione lineare Torino Rubino – Chieri sensore non certificato

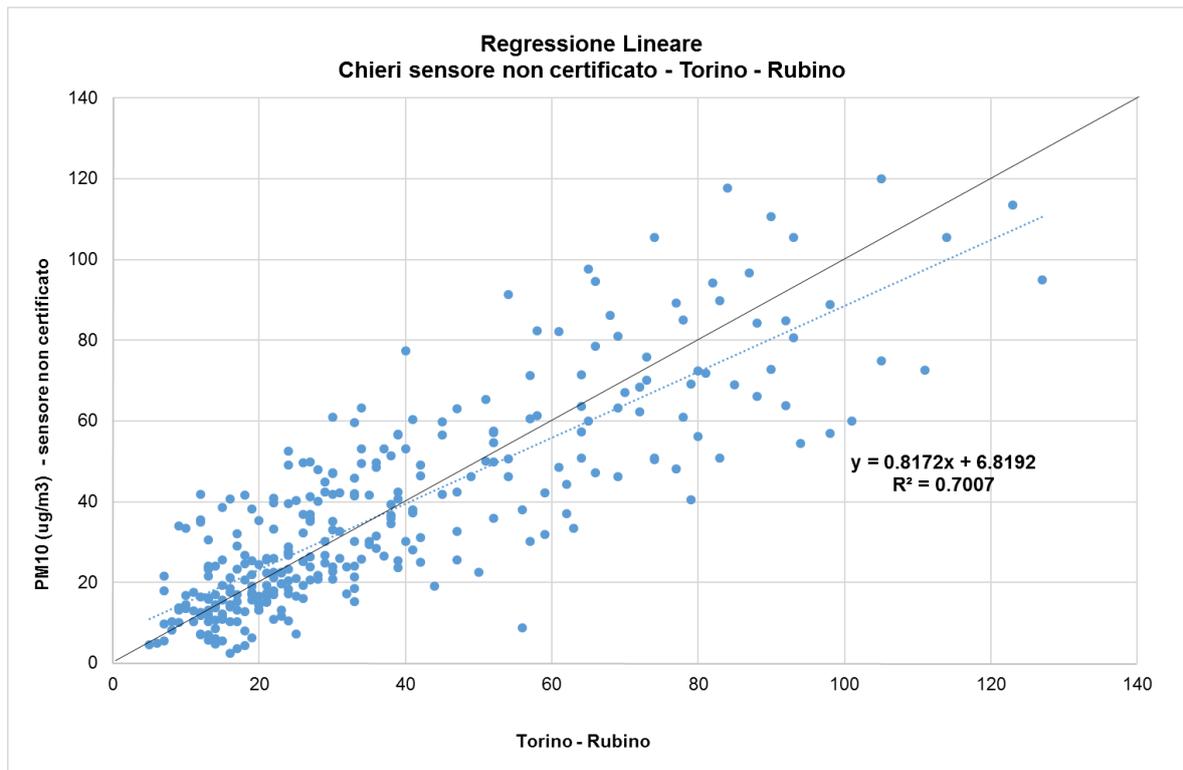
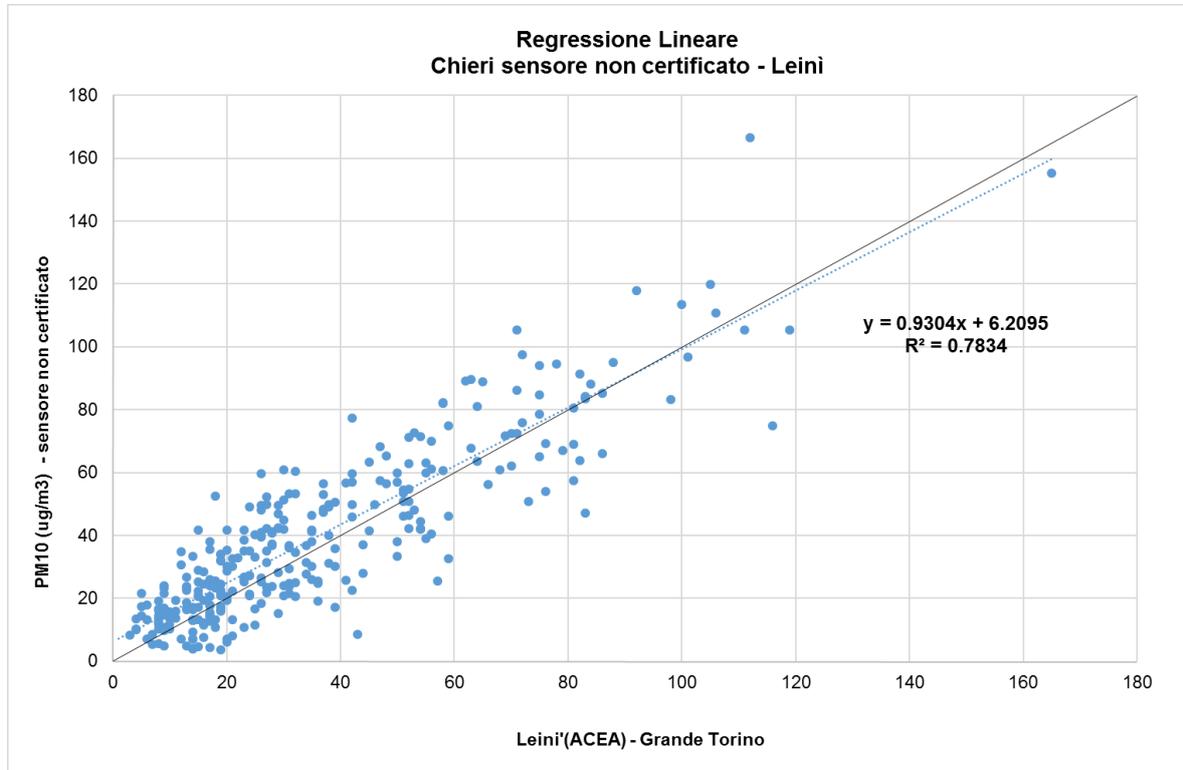


Figura 16: PM10 - regressione lineare Leini – Chieri sensore non certificato



Dati i risultati illustrati dalle figure precedenti, nell'ultima parte del 2017 si è deciso di installare presso la stazione di monitoraggio di Chieri un campionario gravimetrico per la determinazione del PM10 in modo da avere un confronto diretto tra i due tipi di misura nello stesso sito. I dati relativi però, a causa di un guasto strumentale, non sono disponibili.

Conclusioni

Il confronto tra i valori misurati tramite sensore non certificato e quelli rilevati tramite analizzatori certificati presenti nella rete di rilevamento della qualità dell'aria della provincia torinese evidenzia:

- per il biossido di zolfo i valori misurati presentano una sovrastima di circa due ordini di grandezza pur presentando una discreta modulazione stagionale;
- per il monossido di carbonio si evince una buona sovrapposizione con le misure eseguite tramite analizzatore certificato, anche se l'elevata dispersione dei dati nella retta di correlazione indica una elevata incertezza nella misura fornita dal sensore non certificato. I livelli misurati sono confrontabili ed è presente una discreta modulazione stagionale;
- gli ossidi di azoto prodotti dal sensore non certificato risultano privi di modulazione stagionale. I valori massimi risultano costanti, coerenti nel periodo estivo ma affetti nel periodo invernale – quello più critico per questo inquinante - da una sottostima sistematicamente elevata, dell'ordine del 60%;
- per il particolato atmosferico (PM10) si evince una buona confrontabilità (in particolare a livello di medie giornaliere) tra le misure eseguite tramite analizzatore certificato e i livelli misurati dal sensore non certificato, che presentano anche una accettabile modulazione stagionale. Il risultato non può però considerarsi esaustivo perché la stazione di Chieri non dispone di un misuratore di PM10, per cui il confronto è stato effettuato con misuratori ubicati in siti di tipologia analoga ma in altri comuni. Si ritiene quindi indispensabile per una valutazione conclusiva affiancare al sensore in esame un campionatore a norma di PM10 per un periodo di tempo rappresentativo della modulazione stagionale dei dati.

Per quanto riguarda l'utilizzo dei dati da parte dell'Amministrazione - fatti salvi gli aspetti giuridico-amministrativi richiamati in premessa - sotto il profilo tecnico in base ai risultati raccolti si può concludere che:

- i sensori di biossido di zolfo e ossidi di azoto forniscono rispettivamente dati fortemente sovrastimati e fortemente sottostimati che quindi non risultano utilizzabili neppure a scopo di studio. Per gli ossidi di azoto va inoltre considerato che la specie più rilevante sotto il profilo tossicologico è il biossido di azoto, che il sensore non è in grado di determinare;
- il sensore di monossido di carbonio fornisce un dato affetto da una significativa incertezza ma mediamente confrontabile con quello ufficiale, per cui con le dovute cautele interpretative è utilizzabile a scopo di studio;
- il sensore di PM10 ottenuti è presumibilmente utilizzabile a scopo di studio ma per una conferma definitiva è necessario programmare la campagna in parallelo precedentemente citata con un campionatore a norma.