



LIFE 15 IPE IT 013

With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union



Progetto Life-PREPAIR

AZIONE E5

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ
DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE
NEL COMUNE DI TORRE PELLICE**

11 – 25 marzo 2019





LIFE 15 IPE IT 013

With the contribution
of the LIFE Programme
of the European Union



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



AZIONE E5 del progetto
life-PREPAIR

CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL
LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI TORRE PELLICE

11 – 25 marzo 2019



CODICE DOCUMENTO: F06_2019_00511_004

Redazione	Funzione: Tecnico SS Attività di Produzione	Data: 15/11/2019	Firma: <i>Firma autografa sostituita a mezzo stampa ai sensi dell'art. 3, c. 2, D.Lgs. 39/1993</i>
	Nome: Annalisa Bruno		
Verifica e approvazione	Funzione: Responsabile SS Attività di Produzione		
	Nome: Carlo Bussi		

L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Nucleo Operativo "Supporto Tematismo Qualità dell'Aria" nel Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte, dott.ssa Annalisa Bruno, dott.ssa Elisa Calderaro, dott.ssa Laura Gerosa, dott.ssa Laura Milizia, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente dott. Carlo Bussi. Agli incontri con gli studenti svolti in occasione delle visite al laboratorio mobile hanno partecipato e collaborato attivamente i colleghi della struttura di educazione ambientale di Arpa Piemonte, Mariangela Carpenzano e Marco Glisoni.

Si ringrazia il personale del Comune di Torre Pellice e del Palazzo del Ghiaccio "Cotta Morandini", per la disponibilità dimostrata; Il dott. Borgarello e la dott.ssa Varvello di Regione Piemonte per il coordinamento delle attività e gli studenti e gli insegnanti degli istituti scolastici Rodari di Torre Pellice e Prever di Osasco per la partecipazione alle visite al laboratorio mobile.

Sommario

<i>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO</i>	2
<i>IL LABORATORIO MOBILE</i>	3
<i>IL QUADRO NORMATIVO</i>	3
<i>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO</i>	6
Obiettivi della campagna di monitoraggio.....	6
<i>PRESENTAZIONE DATI METEOROLOGICI</i>	10
<i>PRESENTAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI</i>	11
Conclusioni.....	17
<i>APPENDICE 1 - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI</i>	19

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione - determinata da fattori naturali e/o artificiali - dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo, o quantomeno pregiudizio, per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggi è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m³) al microgrammo per metro cubo (µg/m³).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- emissioni veicolari;
- emissioni industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze in due grandi gruppi: al primo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo gruppo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

Nella Tabella 1 sono indicate le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei siti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare).

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2014", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso Arpa Piemonte e Provincia di Torino.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

Tabella 1: Fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	Traffico autoveicolare veicoli a benzina	Traffico autoveicolare veicoli diesel	Emissioni industriali	Combustioni fisse alimentate con combustibili liquidi o solidi	Combustioni fisse alimentate con combustibili gassosi
BIOSSIDO DI AZOTO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

	= fonti primarie
	= fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio della Città Metropolitana di Torino viene realizzato attraverso le stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria gestita da Arpa Piemonte.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dai Dipartimenti territoriali di Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile della Città Metropolitana di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali: ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM10 e PM2.5, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati, i limiti di legge possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM10 e PM2.5, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per ossidi di azoto, PM10, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

Il **D.Lgs. 155/2010** ha inoltre inserito nuovi indicatori relativi al PM2.5. e in particolare:

- un **valore limite, espresso come media annuale**, pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo, espresso come media annuale**, pari 20 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2020.

La normativa prevede inoltre per il PM2.5 un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che verranno definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (art. 12 D. Lgs. 155/2010). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

Nelle tabelle 2, 3 e 4 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente. Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione

"Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2017".

Tabella 2: Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³ (NO ₂)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM10)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-2010

Tabella 3: Valori limite per ozono e benzo(a)pirene

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O ₃) (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m ³ ⁽¹⁾	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni ⁽²⁾		2010
OZONO (O ₃) (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h ⁽²⁾		
BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO DI QUALITÀ	media mobile valori giornalieri ⁽³⁾	1 ng/m ³ ⁽⁴⁾	-	-

(1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h-(h-8)

(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

(3) La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

(4) Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

Tabella 4: Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO ⁽¹⁾
Arsenico	6.0 ng/m ³
Cadmio	5.0 ng/m ³
Nichel	20.0 ng/m ³

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

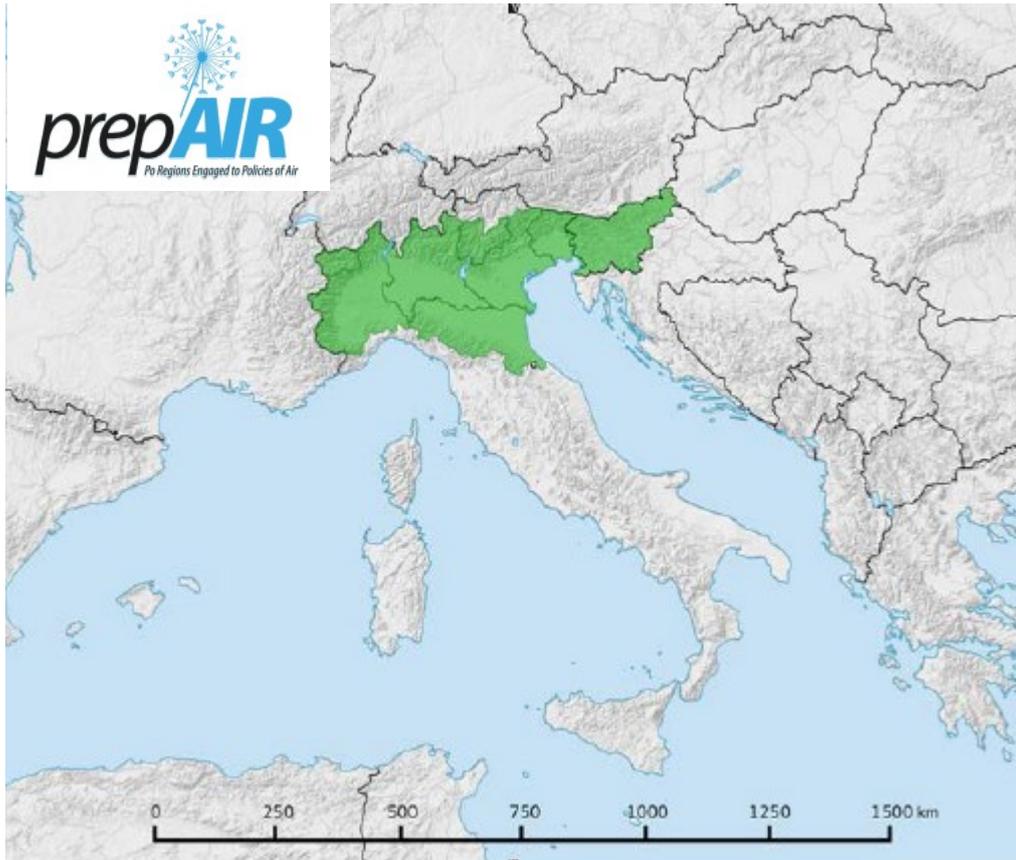
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio si inserisce nell'ambito dell'Azione E - comunicazione ed educazione ambientale - del progetto Life-Prepair.

Il progetto "PREPAIR" (Po Regions Engaged to Policies of AIR), finanziato dal programma LIFE 2014-2020, mira a realizzare azioni nel bacino padano e in Slovenia, al fine di migliorare la qualità dell'aria nel rispetto della normativa europea e nazionale.

Figura 1 – Dominio geografico del progetto PREPAIR



Il bacino del Po infatti rappresenta un'importante area di criticità per la qualità dell'aria (polveri fini, ossidi di azoto, ozono). Questa zona copre il territorio delle regioni italiane del nord ed include diversi agglomerati urbani quali Milano, Bologna e Torino. L'area è densamente popolata ed intensamente industrializzata. Tonnellate di ossidi di azoto, polveri e ammoniaca sono emesse ogni anno in atmosfera da un'ampia varietà di sorgenti inquinanti principalmente legate al traffico, al riscaldamento domestico, all'industria, alla produzione di energia e all'agricoltura.

Il progetto PREPAIR mira quindi ad implementare le misure previste dai piani regionali e dagli Accordi di Bacino Padano su vasta scala e rafforzarne la sostenibilità e la durabilità dei risultati: gli obiettivi di progetto verranno conseguiti attraverso una molteplicità di azioni nei settori della combustione delle biomasse, del trasporto di merci e passeggeri, dell'agricoltura, dell'industria e dell'energia.

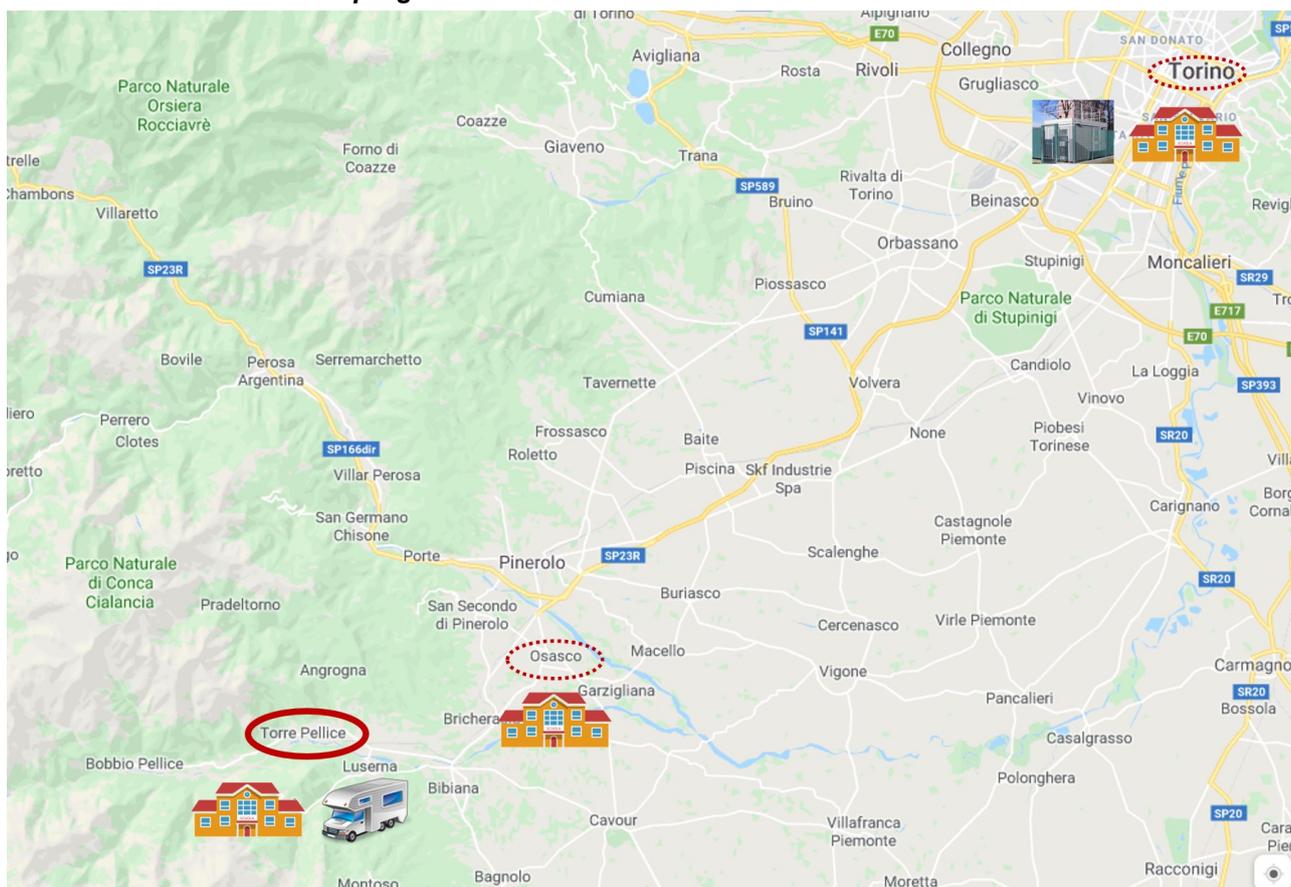
L'azione E5 del progetto in particolare ha l'obiettivo di creare dei percorsi educativi volti alla sensibilizzazione e al rafforzamento nel sistema scolastico (insegnanti e studenti) della conoscenza dei temi relativi alla qualità dell'aria.

In questo ambito Arpa Piemonte e Regione Piemonte hanno avviato nell'anno scolastico 2018-19 un "percorso pilota" di educazione ambientale con tre istituti scolastici del territorio piemontese con i quali affrontare il tema della qualità dell'aria e dell'inquinamento atmosferico. Gli istituti coinvolti nel progetto sono stati: una scuola primaria (scuola Salgari di Torino), una scuola secondaria di primo grado (IC Rodari di Torre Pellice) e una scuola secondaria di secondo grado (istituto Prever-sezione agraria di Osasco).

Arpa Piemonte tra le altre attività si è occupata - con il personale del nucleo operativo di qualità dell'aria del dipartimento Nord Ovest - della fase esperienziale sul monitoraggio della qualità dell'aria.

I tecnici Arpa hanno così condotto la classe della scuola primaria partecipante al progetto Prepair a visitare la centralina di misura della qualità dell'aria di Torino-Rubino. Per le due scuole secondarie - di primo e secondo grado - di Torre Pellice e Osasco, comuni sui quali non è presente alcuna stazione di monitoraggio della rete regionale della qualità dell'aria, si è deciso invece di posizionare il laboratorio mobile a Torre Pellice in un periodo in cui il mezzo non era impegnato in alcuna campagna di monitoraggio ufficiale. Si è così svolta una breve campagna di misura a carattere prevalentemente didattico durante la quale i tecnici Arpa hanno potuto organizzare le visite di educazione ambientale al laboratorio mobile per le classi coinvolte nel progetto Prepair.

Figura 2: Ubicazione del laboratorio mobile e delle scuole "pilota" inserite nel percorso di educazione ambientale del progetto PREPAIR



Dal Comune di Torre Pellice è stata quindi ufficialmente richiesta il 13 febbraio 2019 - protocollo del comune n. 2428, protocollo Arpa n. 13029 - una campagna speciale di monitoraggio della qualità dell'aria inserita nell'ambito del progetto PREPAIR - azione E5 comunicazione ed educazione ambientale.

Il 18 febbraio 2019 è stato svolto il sopralluogo congiunto tra Arpa Piemonte e comune di Torre Pellice per l'individuazione del sito di misura. La scelta ha dovuto tenere conto più di caratteri logistici e di sicurezza per l'accessibilità degli alunni delle classi in visita che dei criteri normalmente seguiti per il posizionamento del laboratorio mobile. Scartata una prima opzione – piazza Muston - a causa di lavori in corso programmati, si è optato per lo spazio recintato del Palazzo del Ghiaccio “Cotta Morandini”, sito in corso Jacopo Lombardini 15, a monte del concentrico del paese. (Figura 3 e Figura 4).

Dato il carattere speciale del monitoraggio è stata prevista una sola campagna di misura che si è svolta per circa due settimane dall'11 al 25 marzo 2019. In questo periodo sono state previste due giornate distinte per la visita al laboratorio mobile da parte delle classi coinvolte nel progetto. Il 14 marzo si è svolta la visita/lezione sulla qualità dell'aria per due classi II dell'istituto Rodari di Torre Pellice; il 22 marzo hanno raggiunto il mezzo mobile le classi dell'istituto agrario di Osasco.

Tabella 5 – Specifiche del sito di misura a Torre Pellice

MEZZO DI MISURA	PERIODO	INDIRIZZO	Coordinate UTM (S.R. WGS84)	
Laboratorio mobile della qualità dell'aria di Arpa Piemonte	CAMPAGNA UNICA 11 – 25 marzo 2019	Corso Jacopo Lombardini, 15 TORRE PELLICE	EST: 358811	NORD: 4964362

Figura 3: Ubicazione del Laboratorio Mobile della qualità dell'aria nel comune di Torre Pellice

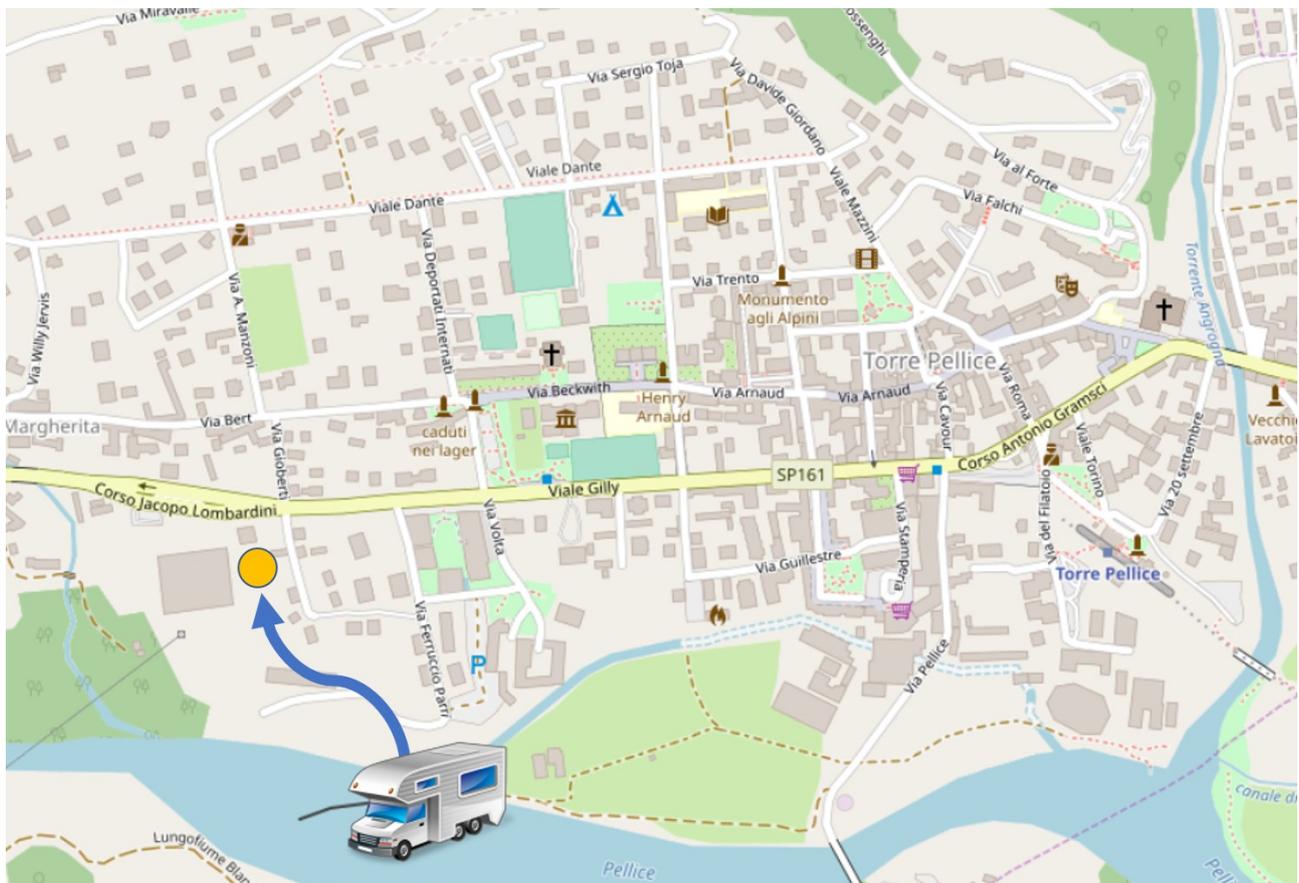


Figura 4: Ubicazione del Laboratorio Mobile nei pressi del Palazzo del Ghiaccio di Torre Pellice



La premessa doverosa a monte della presentazione dei risultati delle analisi svolte è che la campagna di monitoraggio non possiede tutte le caratteristiche tipiche delle indagini di valutazione della qualità dell'aria normalmente svolte sul territorio, ma presenta prevalentemente un carattere didattico-educativo.

Innanzitutto, la durata è inferiore al periodo minimo richiesto per una indagine seria e approfondita su un territorio; 15 giorni di misurazioni infatti non sono sufficienti a caratterizzare qualsiasi luogo prescelto per il monitoraggio.

Non è stato possibile, inoltre, individuare un posizionamento del mezzo di misura che soddisfacesse i requisiti minimi per la strumentazione meteorologica: per questioni logistiche e motivi di sicurezza è stato necessario posizionare il laboratorio mobile a ridosso dell'alto muro del Palazzo del Ghiaccio di Torre Pellice, escludendo di fatto la possibilità di utilizzare i risultati di velocità e direzione del vento per qualsiasi tipo di elaborazione statistica a causa dell'influenza negativa della posizione del mezzo sul funzionamento corretto dell'anemometro.

Non dovendo sottostare ai rigidi criteri per lo svolgimento di una formale campagna di misura, infine, anche per gli inquinanti chimici si è deciso di misurare un set ristretto di parametri: ossia ossidi di azoto, particolato PM10 e PM2.5 e ozono, gli inquinanti più problematici sul nostro territorio.

Si rammenta che le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 12 al 24 marzo 2019 (13 giorni).

PRESENTAZIONE DATI METEOROLOGICI

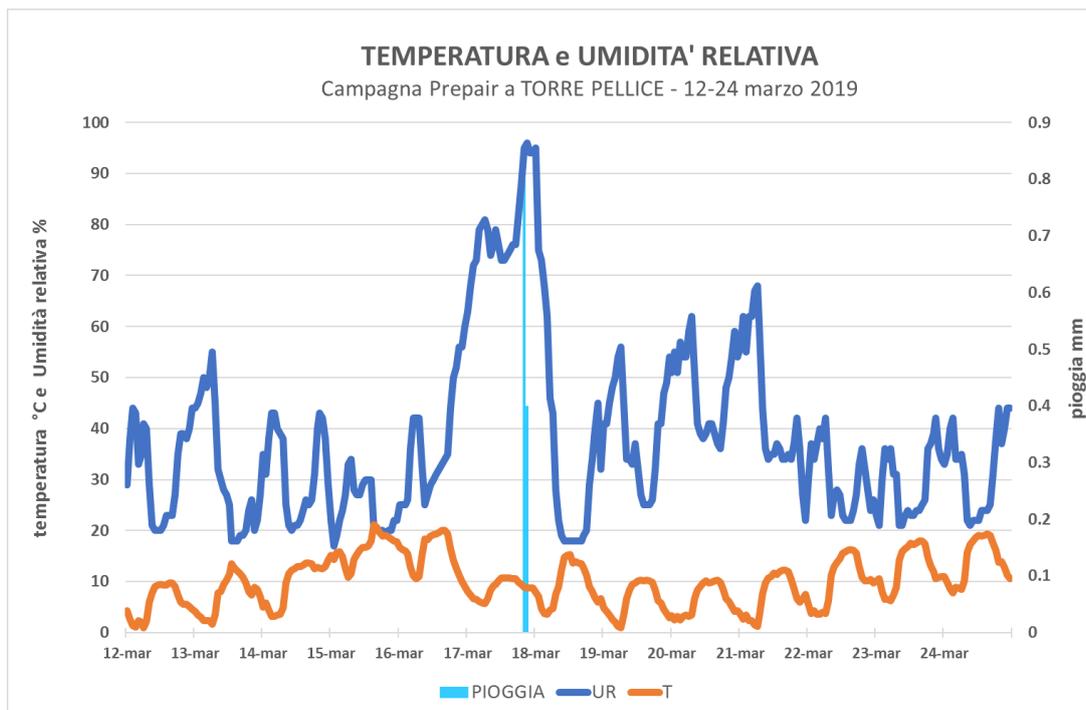
Di seguito vengono presentati gli indici statistici relativi ai dati meteorologici registrati durante la campagna di misura (Tabella 6), si rammenta che dati relativi al vento (velocità e direzione) non sono presenti perché non considerati validi a causa del sito scelto per il posizionamento del laboratorio mobile.

Tabella 6: Parametri meteo registrati durante la campagna di misura PREPAIR a Torre Pellice

PARAMETRI METEO Campagna PREPAIR 12-14 marzo 2019	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITÀ RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	PIOGGIA
U.M.	W/m ²	°C	%	hPa	mm
Minima media giornaliera	34	5.8	24	948	0.0
Massima media giornaliera	176	16	79	969	0.1
Media delle medie giornaliere	151	10	38	957	0.0
Giorni validi	13	13	13	13	13
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	151	10	38	957	0.0
Massima media oraria	830	21	96	971	0.8
Ore valide	312	312	312	312	312
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	100%

Nella Figura 5 si può osservare l'andamento inverso di temperatura e umidità relativa che si instaura in assenza di fenomeni meteorologici particolari per tutto il periodo di misura. Fa eccezione il 17 marzo, l'unico giorno con precipitazioni e conseguente aumento della UR.

Figura 5 andamento di temperatura, umidità relativa e pioggia durante la campagna di misura



PRESENTAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportati gli indici statistici dei dati e i superamenti dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Come detto, gli inquinanti considerati sono: ossidi di azoto, PM10, PM2.5 e ozono. Dato la breve durata della campagna di misura e la finalità di educazione ambientale della stessa si tratta di valori indicativi, senza possibilità di confronto reale con gli indici statistici annuali.

Biossido d'azoto

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".

La formazione di NO₂ è piuttosto complessa. Infatti, oltre ad essere originato direttamente dal traffico veicolare, soprattutto quando si raggiungono elevate velocità e la combustione nei motori è più completa, tale inquinante ha un'importante fonte secondaria, essendo originato anche attraverso complesse reazioni fotochimiche che hanno luogo in atmosfera.

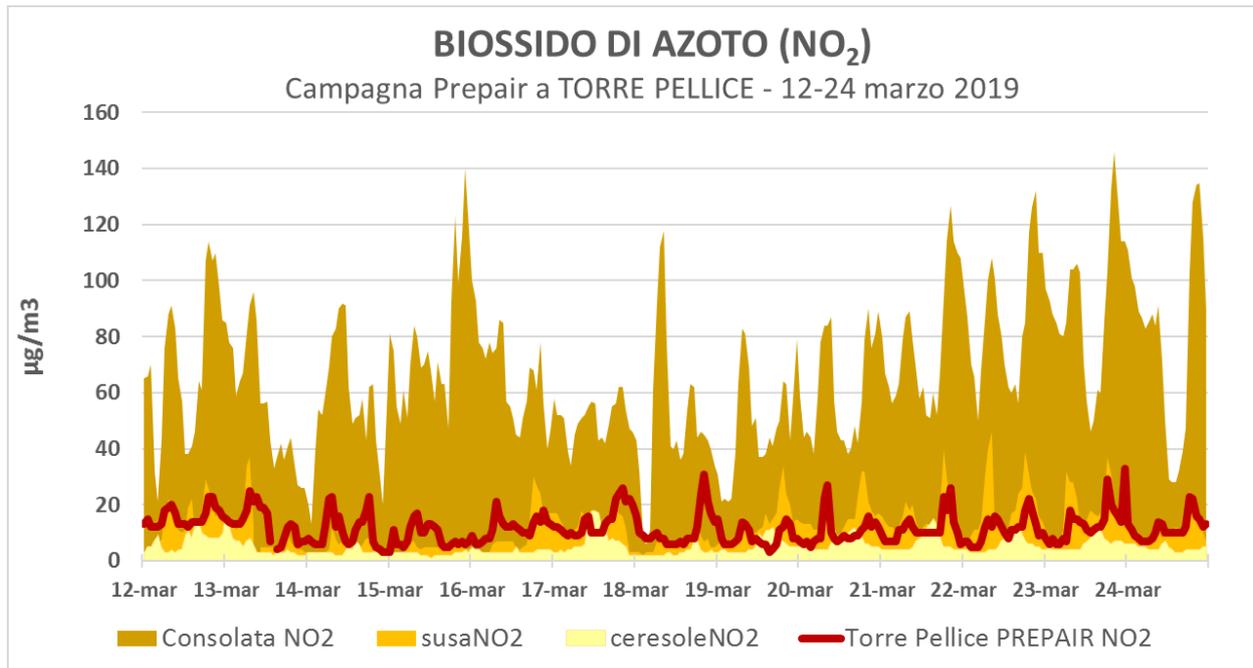
La sorgente prevalente degli ossidi di azoto, il trasporto su strada, dà luogo ad emissioni quasi costanti nel corso dell'anno, tuttavia nel caso degli NO_x si assiste spesso ad un andamento stagionale delle concentrazioni, con valori più elevati d'inverno e decisamente più bassi d'estate. La motivazione di tale variabilità va ricercata principalmente nella diversa meteorologia stagionale, per cui, soprattutto in Pianura Padana, d'inverno si instaurano prolungati periodi di stabilità atmosferica e basso rimescolamento dell'aria che limitano la dispersione degli inquinanti e favoriscono il loro confinamento nei primi strati dell'atmosfera a contatto con il suolo.

Come si osserva dalla Tabella 7 e dal grafico di Figura 6 per il **biossido di azoto (NO₂)** durante la breve campagna di misura non ci sono stati superamenti dei limiti di legge. Le concentrazioni a Torre Pellice sono in linea con quelle di Susa, stazione di fondo suburbano della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, similmente situata all'imbocco di una valle alpina, benché più trafficata della Val Pellice. I valori massimi di NO₂ a Torre Pellice, infatti, sono quasi sempre inferiori a quelli di Susa.

Tabella 7: *Indici statistici per NO₂ a Torre Pellice durante la campagna Prepair*

Biossido di azoto	Prepair Marzo 2019
Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	16
Giorni validi	13
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	12
Massima media oraria	33
Ore valide	311
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Figura 6: andamento NO₂ a Torre Pellice durante la campagna di misura Prepair



Particolato sospeso (PM10 e PM2.5)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc. Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Un contributo significativo alle concentrazioni di particolato è inoltre dato da fenomeni secondari di trasformazione in particelle di inquinanti originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciate negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma a partire dal DM 60/2002 ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM10 cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi e mettere inoltre a contatto l'apparato respiratorio con sostanze ad elevata tossicità adsorbite sul particolato stesso.

Inoltre il DLgs 155/2010 ha introdotto, come descritto nel capitolo della alla normativa, un valore limite e un valore obiettivo annuale anche per il PM2.5 (particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm).

Per quanto concerne il **particolato atmosferico (PM10)** durante la campagna di misura non ci sono mai stati superamenti del valore giornaliero per la protezione della salute umana. La media calcolata sui 13 giorni di campionamento è stato di 15 µg/m³ (Tabella 1), valore in linea con la stazione di Pinerolo, cittadina di 36.000 abitanti situata circa 20 km più a valle, all'imbocco della val Chisone.

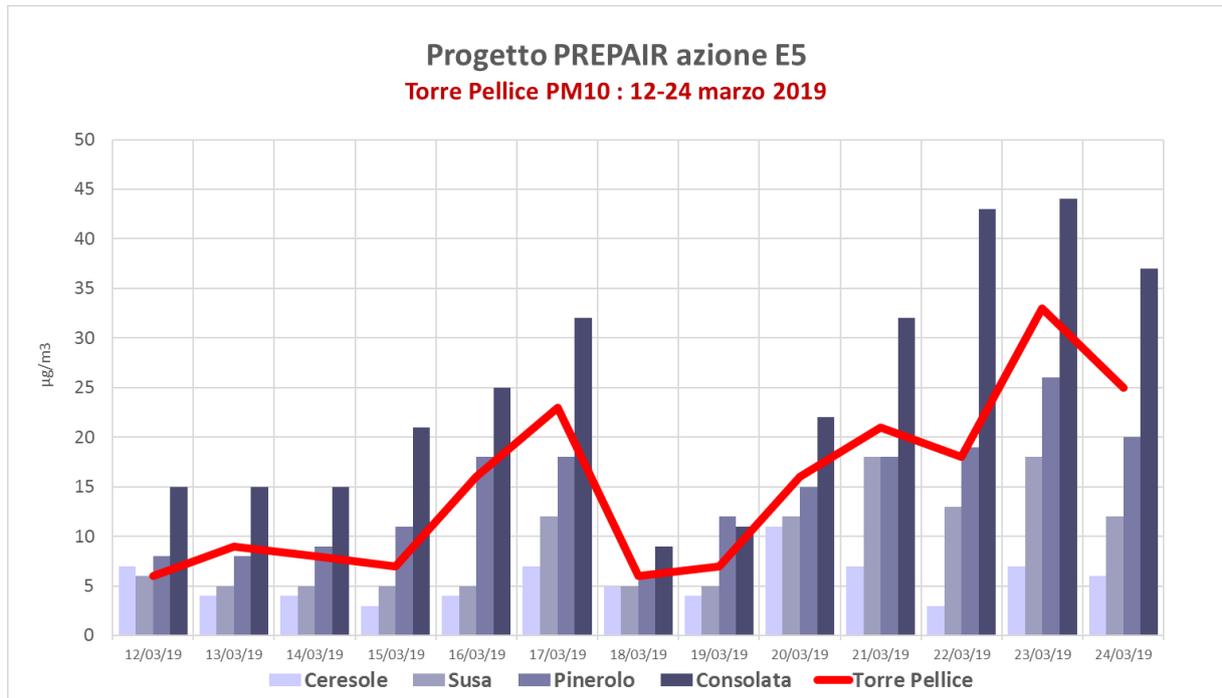
I valori misurati a Torre Pellice sono comunque bassi, in linea con il periodo dell'anno in cui si è svolta la campagna – a cavallo tra inverno e primavera. Torre Pellice presenta sicuramente un'urbanizzazione e un numero di abitanti inferiore a Pinerolo, così la similarità tra i dati di PM10 registrati nello stesso periodo nei due siti di misura si può ipotizzare derivi da un maggiore utilizzo per il riscaldamento delle case della biomassa, fonte importante di emissione di polveri sottili in atmosfera.

Il picco elevato del 23 marzo, invece, (33 µg/m³), è probabilmente dovuto al traffico eccezionale intorno al palazzo del Ghiaccio prima e dopo un'importante partita di campionato disputata in casa della squadra locale di hockey su ghiaccio, i Valpellice Bulldog o "la Valpe".

Tabella 8: Indici statistici per il PM10 a Torre Pellice durante la campagna di misura Prepair

PM10 (µg/m ³)	Prepair Marzo 2019
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	33
Media delle medie giornaliere (b):	15
Giorni validi	13
Percentuale giorni validi	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0

Figura 7: Andamento PM10 a Torre Pellice durante la campagna di misura

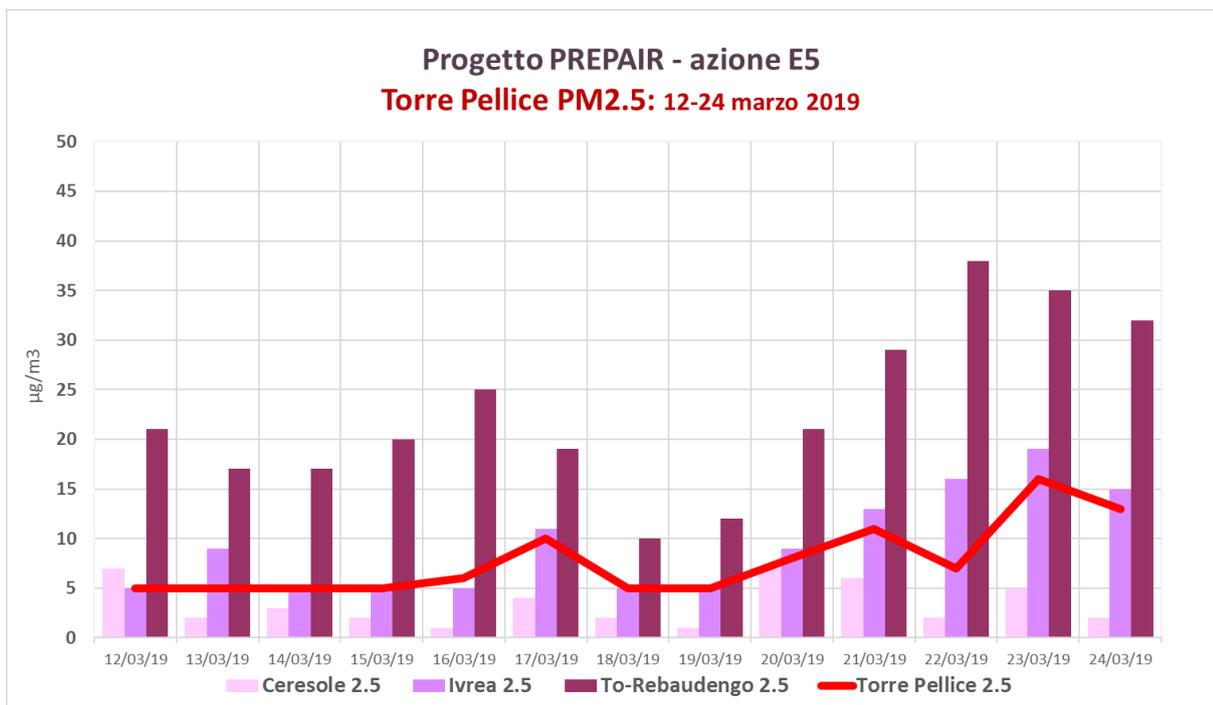


Nella Tabella 9 vengono riportati gli indici statistici per il **particolato atmosferico (PM2.5)** e nella Figura 8 si riporta il confronto dell'andamento giornaliero del PM2.5 per alcune stazioni di monitoraggio della rete regionale. I dati misurati a Torre Pellice (media del periodo pari a 8 µg/m³) sono decisamente inferiori alla stazione di punta di Torino – Rebaudengo e confrontabili con quelli di Ivrea, stazione di fondo suburbana.

Tabella 9: Indici statistici per il PM2.5 a Torre Pellice durante la campagna di misura Prepair

PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prepair Marzo 2019
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	16
Media delle medie giornaliere (b):	8
Giorni validi	13
Percentuale giorni validi	100%

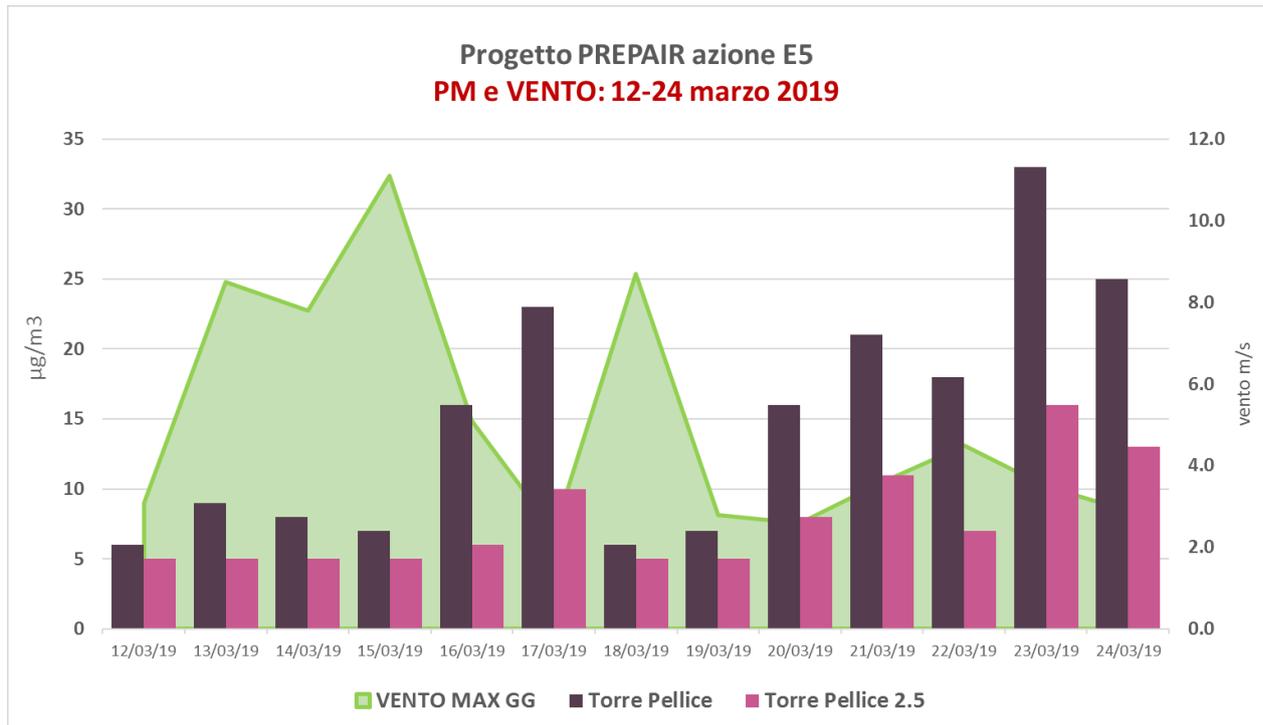
Figura 8: andamento PM2.5 a Torre Pellice durante la campagna di misura Prepair



Nel grafico di Figura 9 invece viene fatto un confronto tra polveri sottili e meteorologia. In questo caso le precipitazioni durante la campagna di misura sono state praticamente assenti e quindi, per comodità di rappresentazione, si è considerato il solo parametro velocità del vento, che si riferisce tuttavia alla stazione regionale di Pinerolo perché il dato di Torre Pellice non è stato considerato valido, come già ricordato in premessa.

È intuitivo osservare che durante le giornate con massimi di vento elevati, come durante i primi 4 giorni della campagna di misura, le concentrazioni di polveri sottili PM10 e PM2.5 sono più basse, mentre quando la velocità massima del vento si dimezza come nel caso del 17 marzo, le concentrazioni di polveri tornano subito a salire, per poi riabbassarsi quando il vento torna a soffiare più forte o ci sono dei fenomeni di precipitazioni, come nelle ore della notte tra il 17 e il 18 marzo 2019.

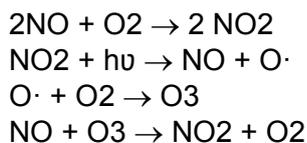
Figura 9: andamento PM10 e PM2.5 a Torre Pellice e vento a Pinerolo durante la campagna di misura



Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NOX) e i composti organici volatili (VOC).

In forma semplificata, così si possono riassumere le reazioni coinvolte nella formazione di O3:



L'elevato potere ossidante dell'ozono è in grado di produrre infiammazioni e danni all'apparato respiratorio più o meno gravi, in funzione della concentrazione cui si è esposti, della durata dell'esposizione e della ventilazione polmonare, in particolar modo nei soggetti sensibili (asmatici, bambini, anziani, soggetti aventi patologie respiratorie).

L'ozono è un inquinante tipicamente estivo, la cui formazione è favorita dall'irraggiamento solare. È nei mesi primaverili e soprattutto estivi che si registrano infatti le concentrazioni più alte di questo inquinante, dove avvengono anche tutti i superamenti dei diversi limiti di legge previsti dalla normativa nazionale.

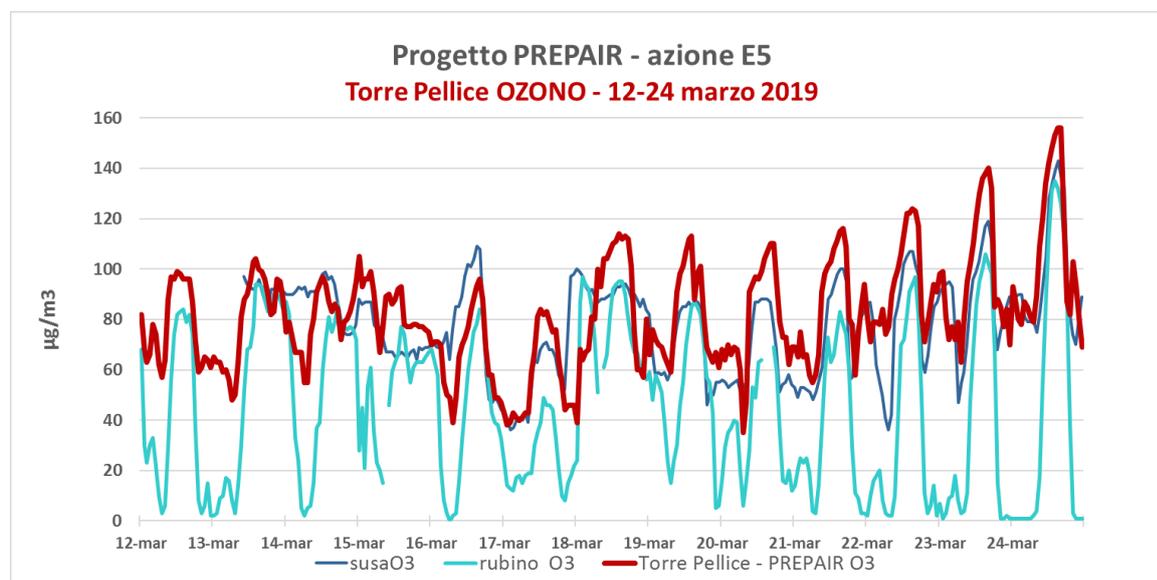
Nella Tabella 10 vengono presentati gli indici statistici relativi all'ozono per il sito di Torre Pellice-Prepair. La media dei valori orari registrata nel periodo di misura è stata di 82 µg/m³ e i valori orari appaiono in linea con quelli della stazione della rete regionale di Susa, situata ad un'altitudine simile (500 metri ca. s.l.m.).

Tabella 10: Indici statistici per l'ozono durante la campagna di misura Prepair

O ₃ (µg/m ³)	Prepair Marzo 2019
Minima media giornaliera	57
Massima media giornaliera	105
Giorni validi	13
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	82
Massima media oraria	156
Ore valide	312
Minimo medie 8 ore	41
Media delle medie 8 ore	82
Massimo medie 8 ore	141
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	11
<u>N. di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	2
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

È possibile notare come verso la parte finale della campagna di misura le concentrazioni di ozono aumentino progressivamente per effetto dell'innalzamento delle temperature e della maggiore radiazione solare, fattore determinante per la formazione di ozono troposferico. È in questo periodo infatti che si verificano i 2 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana, limite di legge che non deve essere superato più di 25 volte in un anno solare (come mediazione sugli ultimi 3 anni di misurazioni).

Figura 10: andamento di ozono a Torre Pellice durante la campagna di misura Prepair



Conclusioni

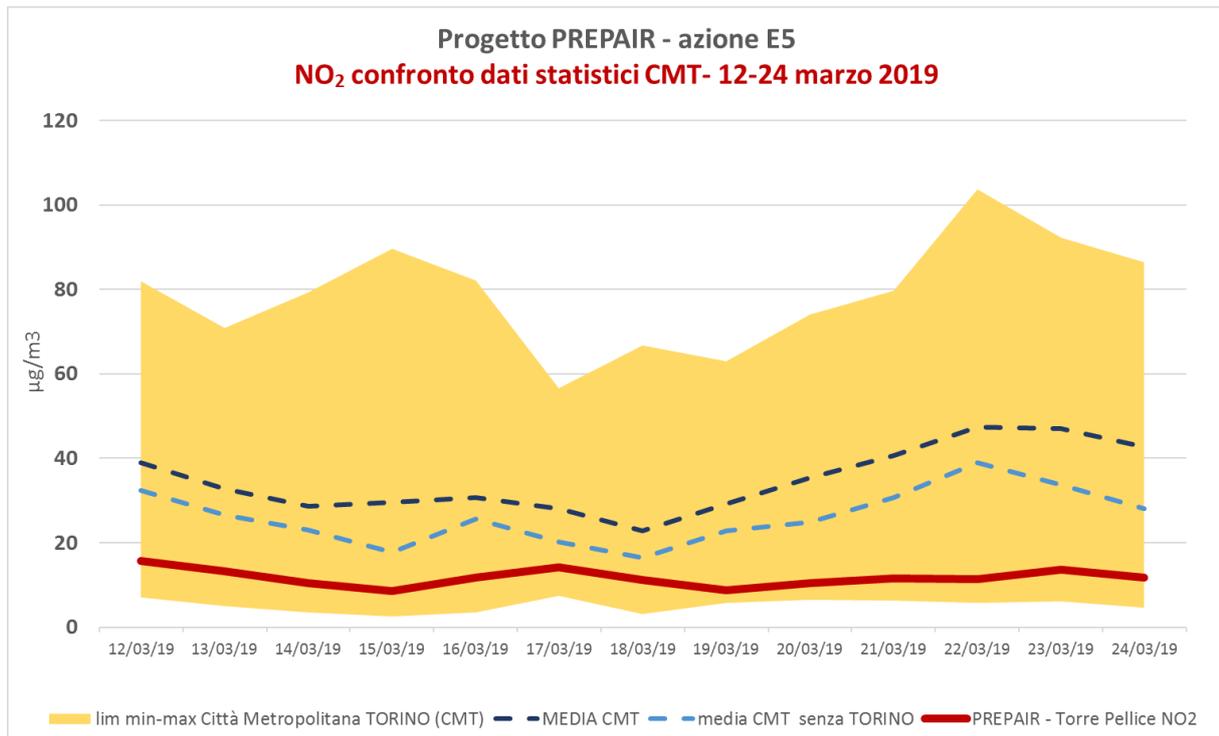
Nel comune di Torre Pellice si è svolta una campagna di monitoraggio speciale, inserita nell'ambito del progetto europeo Life-Prepair a tutela e risanamento della qualità dell'aria nell'area padana e in Slovenia. Il monitoraggio ha avuto una finalità prevalentemente didattico-educativa e la presentazione dei risultati ha avuto un puro carattere indicativo. Il periodo di monitoraggio troppo breve e i criteri di installazione del laboratorio mobile in parte disattesi per favorire l'accesso da parte delle classi in visita al mezzo, non hanno permesso di svolgere una campagna secondo le indicazioni normative.

Pur tuttavia è stato possibile fare alcune considerazioni di massima sugli andamenti degli inquinanti analizzati ossia, ossidi di azoto, polveri sottili e ozono.

Per biossido di azoto e polveri sottili a Torre Pellice non si è registrato alcun superamento degli indici giornalieri normati per legge. Non si possono fare considerazioni sugli indici annuali, invece, a causa della brevità del periodo di misura.

Come mostrato dal grafico di Figura 11 le concentrazioni di biossido di azoto a Torre Pellice sono di molto inferiori alla media della Città Metropolitana di Torino (CMT), anche considerando la media delle stazioni di misura senza quelle situate nella città di Torino, dove si registrano normalmente le concentrazioni giornaliere più alte del territorio. Questo è un dato sicuramente rassicurante per il comune di Torre Pellice, che non mostra particolari criticità per questo inquinante per il quale il traffico veicolare rappresenta una importante fonte emissiva.

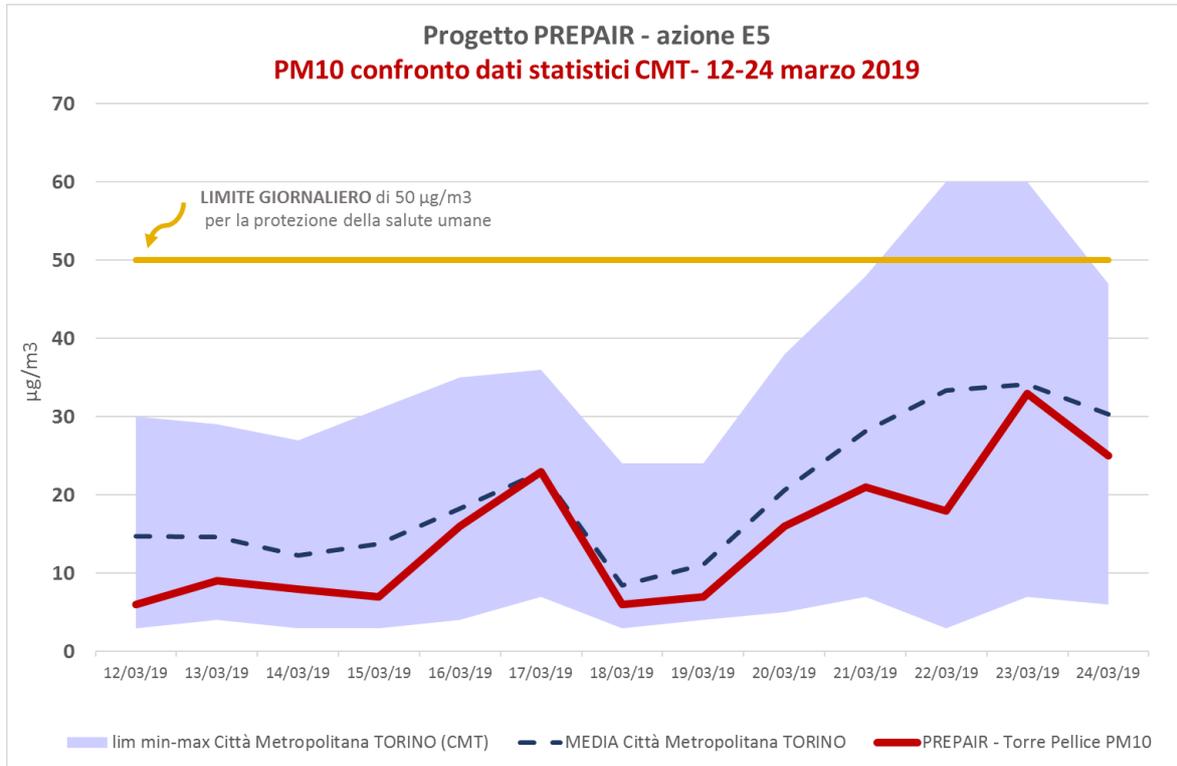
Figura 11: NO₂: andamento degli indici statistici nella CMT e concentrazioni misurate a Torre Pellice



La Figura 12 mostra per il PM₁₀ il confronto con gli indici statistici della città Metropolitana di Torino. Anche in questo caso le concentrazioni misurate a Torre Pellice sono più basse della media territoriale, in linea con i dati della stazione di Pinerolo, rispetto alla quale si ipotizza a Torre Pellice un surplus di utilizzo della legna per il riscaldamento domestico. E' ormai noto che la biomassa sia una fonte rilevante di emissione di polveri sottili in atmosfera, soprattutto nelle aree rurali della regione Piemonte

Nella presentazione dei dati è stata messa in evidenza anche l'influenza della meteorologia sulle concentrazioni di polveri sottili. Come illustrato agli studenti durante le visite al laboratorio mobile, la presenza di forte vento e precipitazioni è sufficiente a far diminuire anche di molti microgrammi le concentrazioni di polveri misurate in atmosfera.

Figura 12: NO2: andamento degli indici statistici nella CMT e concentrazioni misurate a Torre Pellice



Per quanto riguarda l'ozono, ci sono stati dal 12 al 24 marzo 2 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana, sono stati rispettati invece tutti gli altri limiti normativi. Per il resto le concentrazioni a Torre Pellice sono assolutamente in linea con il periodo dell'anno e la tipologia di sito monitorato.

In definitiva l'esperienza pilota di monitoraggio della qualità dell'aria a scopo prevalentemente educativo è stata interessante e proficua. Il confronto con le nuove generazioni è sempre di stimolo per chi lavora nell'ambito della protezione ambientale, ci si augura poi che la conoscenza un po' più approfondita da parte degli studenti dei fenomeni indagati possa portare anche alla maggiore consapevolezza dei propri comportamenti in termini di sostenibilità ambientale.

APPENDICE 1 - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Ossidi di azoto**

MONITOR EUROPE ML 9841B

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO_x.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.5 ppb.

- **Ozono**

MONITOR EUROPE ML 9810B

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O₃ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

- **Particolato sospeso PM10 e PM2.5**

TECORA CHARLIE AIR GUARD PM

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo a norma europea .
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro di diametro 47 mm.

- **Stazione meteorologica**

LSI LASTEM

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare.