

ARIA E LOCKDOWN, L'ANALISI NEL BACINO PADANO

NELL'AMBITO DEL PROGETTO LIFE PREPAIR È STATO CONDOTTO UNO STUDIO PER VALUTARE L'EFFETTO DELLE MISURE DI CONTENIMENTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA. SENSIBILE RIDUZIONE PER NO₂, DIMINUIZIONE MENO MARCATO E ALTALENANTE (LEGATA AL METEO) PER IL PARTICOLATO. CONFERMATA LA NECESSITÀ DI AZIONI PLURISETTORIALI A LARGA SCALA.

Nei primi mesi del 2020, la crisi sanitaria causata dalla pandemia Covid-19 e le conseguenti misure di contenimento adottate hanno generato una drastica e repentina riduzione di alcune tra le principali sorgenti di inquinamento atmosferico. Si sono quindi create le condizioni per poter testare sul campo alcune azioni di contrasto all'inquinamento atmosferico in una delle aree più complesse d'Europa, quella del bacino padano, che purtroppo è anche tra le aree più drammaticamente colpite dall'emergenza sanitaria.

Per queste ragioni, lo *steering committee* del progetto Prepair, costituito dalle Regioni e Province autonome del bacino padano, dalle città di Bologna, Milano e Torino, dalle Agenzie ambientali del bacino padano e della Slovenia, Art-ER e Fla, ha deciso di realizzare un approfondimento *ad hoc* per valutare l'effetto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria.

Si è programmato di condurre l'analisi in tre fasi successive:

- prime valutazioni con dati riferiti al periodo febbraio-marzo 2020
- estensione dell'analisi al periodo successivo e affinamento delle valutazioni
- simulazione di scenario con emissioni *lockdown*.

L'impatto delle misure di contenimento sulle emissioni

Le misure restrittive hanno avuto un impatto sulla maggior parte dei settori delle attività umane che sono responsabili delle emissioni di inquinanti: un impatto differenziato a seconda del settore e crescente man mano che sono state emesse restrizioni più stringenti.

I dati sulle emissioni vengono stimati a partire dalle statistiche sulle attività che emettono gli inquinanti, come ad esempio i dati sul traffico o i consumi di combustibile per il riscaldamento. Per quanto possibile, si è cercato di



FIG. 1
EMISSIONI
BACINO PADANO

Variazioni emissive settimanali di NO_x e PM₁₀ nel bacino padano.

● NO_x
● PM₁₀

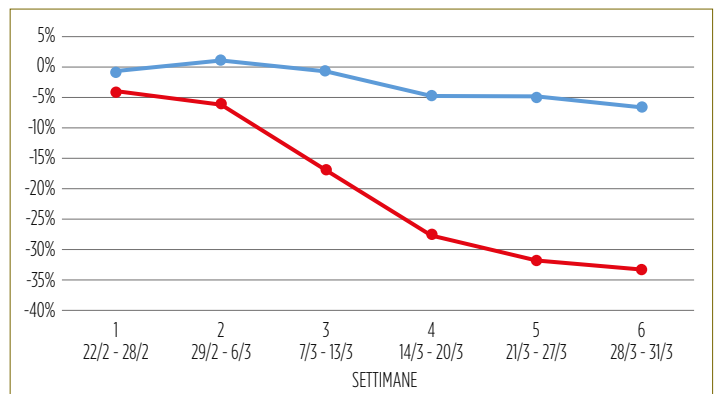
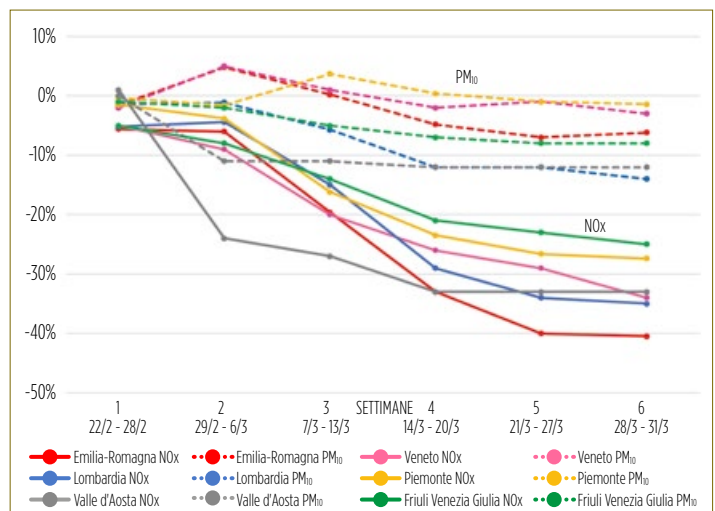


FIG. 2
EMISSIONI
PER REGIONE

Variazioni settimanali di NO_x e PM₁₀ nelle regioni.



effettuare valutazioni per ogni settore con metodologie omogenee.

Quasi tutti i dati presi in esame sono progressivamente diminuiti con l'irrigidimento delle misure di *lockdown*, con effetti più marcati sui trasporti, meno marcati nel settore industriale e produzione di energia elettrica e addirittura una lieve crescita per il riscaldamento domestico. Le emissioni derivanti dall'agricoltura e dalla zootecnia vengono considerate sostanzialmente invariate.

Nelle *figure 1 e 2* vengono riportate rispettivamente le variazioni di NOx e PM₁₀ stimate su tutto il bacino padano e sulle singole regioni.

Come si vede chiaramente dai grafici, le emissioni di NOx sono progressivamente diminuite in tutti i territori man mano che entravano in vigore le misure restrittive, raggiungendo una riduzione media di quasi il 35% su tutto il bacino, mentre le emissioni dirette di PM₁₀ sono diminuite fino a raggiungere una riduzione media del 7%.

Analisi meteorologica

La componente meteorologica è un elemento fondamentale per comprendere le dinamiche della qualità dell'aria. Elementi quali il vento e la pioggia possono influenzare la dispersione degli inquinanti. Al contrario, giornate con poco vento contribuiscono all'accumulo degli inquinanti e al conseguente peggioramento della qualità dell'aria. Le variabili meteorologiche sono un elemento di criticità per la qualità dell'aria nella pianura Padana, che tende ad avere condizioni meteo sfavorevoli alla dispersione, a causa delle caratteristiche morfologiche del bacino: chiuso a nord, ovest e sud dalle Alpi e dagli Appennini, e aperto solo a est sul mare Adriatico, a sua volta chiuso dai Balcani. Nell'analisi meteorologica condotta dal gruppo di lavoro di Prepair sono stati presi in considerazione 3 indicatori:

- **stagnazione**: individua le giornate di vento molto debole e, se elevata, crea le condizioni ideali per la concentrazione di inquinanti
- **ricircolo**: identifica i regimi di vento che mantengono gli inquinanti in un'area circoscritta, anche in questo caso una condizione favorevole all'accumulo
- **ventilazione**: è un indicatore della capacità di diluire gli inquinanti e favorirne la dispersione.

L'analisi di questi indicatori permette di individuare dei giorni favorevoli

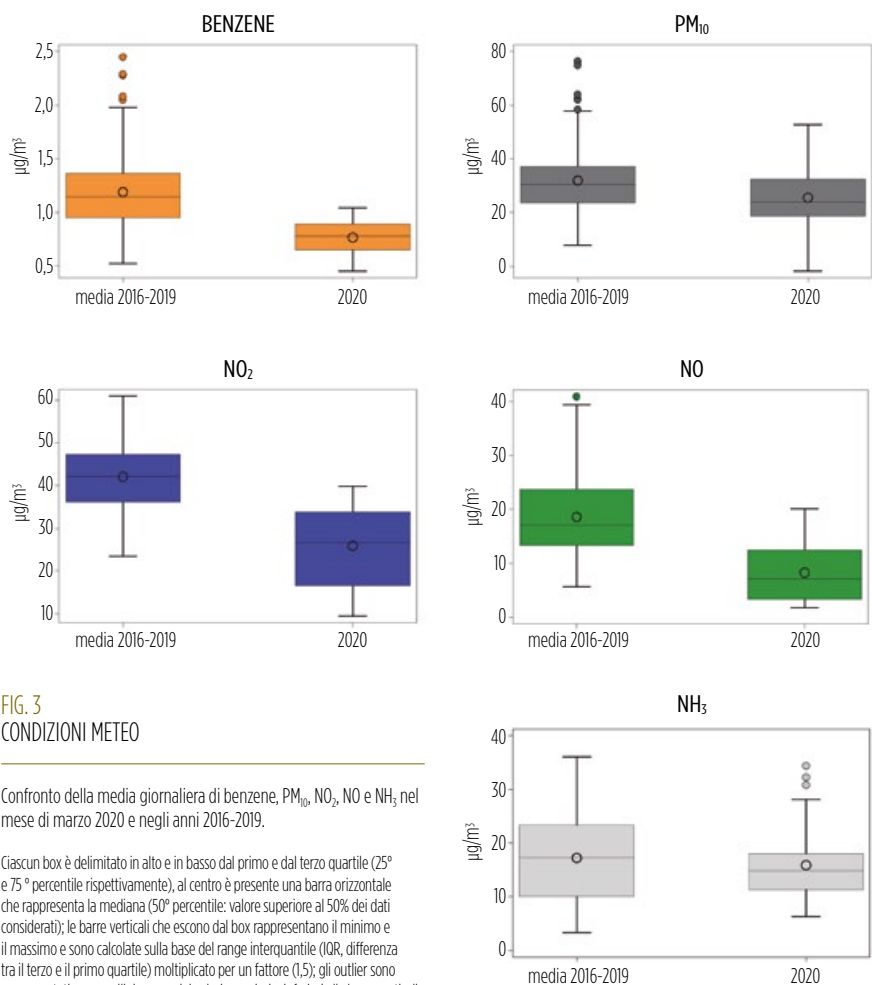
alla dispersione e dei giorni favorevoli all'accumulo.

Inoltre, a fine marzo la pianura Padana è stata teatro di un evento naturale di trasporto di una grande quantità di polvere esogena proveniente da est. Come si vede dalla *tabella 1*, il mese di marzo 2020 è stato caratterizzato nel suo complesso da condizioni meteorologiche non particolarmente favorevoli alla dispersione di inquinanti: solo 10 giorni complessivi sono favorevoli o molto favorevoli alla dispersione.

TAB. 1
CONDIZIONI METEO

Condizioni meteorologiche del mese di marzo 2020.

| Giorni | Condizioni meteo |
|-------------|--|
| 2-4 marzo | condizioni favorevoli alla dispersione |
| 5-6 marzo | stabilità, condizioni di accumulo |
| 7-8 marzo | buon rimescolamento, dispersione |
| 9-12 marzo | stabilità, condizioni di accumulo |
| 13-14 marzo | avvezione da est |
| 15-22 marzo | stabilità, condizioni di accumulo |
| 23-27 marzo | condizioni molto favorevoli alla dispersione |
| 28-31 marzo | trasporto di polveri da est |



L'analisi della qualità dell'aria

L'analisi di qualità dell'aria nel bacino del Po è stata condotta su 5 inquinanti: NO₂, NO, PM₁₀, PM_{2,5} e benzene, a cui si aggiunge l'ammoniaca (NH₃) laddove il numero dei dati fosse stato disponibile per le analisi. I dati sono stati raccolti su tutto il bacino padano utilizzando le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete dei partner Prepair.

I grafici di *figura 3* mostrano in modo

sintetico la distribuzione di un insieme di dati. Nella figura è riportato il confronto tra la media giornaliera di marzo 2020 e quella degli anni 2016-2019 per quanto riguarda le concentrazioni degli inquinanti oggetto dello studio.

Sulla base dei diagrammi è possibile fare alcune considerazioni:

- i valori medi di benzene e ossidi di azoto (NO, NO₂) sono nettamente diminuiti nel periodo in esame, se paragonati con i dati di controllo

- la distribuzione media di PM₁₀ non ha subito variazioni altrettanto marcate. Si nota un calo dei valori con concentrazioni più alte (i pallini isolati in alto nel diagramma), che indica una distribuzione meno centrata su valori elevati

- la media delle concentrazioni di ammoniaca (NH₃) rilevate in Emilia-Romagna (2 stazioni), Piemonte (2 stazioni) e Lombardia (10 stazioni) nel mese di marzo 2020 risulta sostanzialmente invariata rispetto al periodo 2016-2019.

L'andamento temporale

Nelle figure 4 e 5 viene mostrato l'andamento giornaliero della concentrazione media di alcuni inquinanti misurata da tutte le stazioni da traffico del bacino padano. La linea nera rappresenta la media del bacino nel trimestre gennaio-marzo 2020, la linea rosa quella del periodo 2016-2019, le linee blu punteggiate rispettivamente i valori massimi e minimi rilevati nel quadriennio (media di tutti i massimi e media di tutti i minimi).

L'andamento temporale degli inquinanti diminuisce gradualmente nel trimestre. Il decremento risulta però particolarmente evidente nel corso del mese di marzo 2020. Il confronto con il periodo medio precedente mostra, infatti, come le concentrazioni dei gas (anche del benzene qui non rappresentato) presentino valori ampiamente inferiori alla media e prossimi ai valori minimi.

L'andamento temporale del PM₁₀ è di più difficile lettura:

- si vede un brusco calo a fine febbraio, quando è stato osservato un importante rimescolamento delle masse d'aria durato alcuni giorni, e successivamente, per buona parte del mese di marzo, mantiene valori più bassi rispetto alla media 2016-2019, ma mostra comunque una diminuzione meno evidente

- i periodi con valori più alti di PM₁₀ sono spesso correlati a periodi di stagnazione e ridotto ricircolo e coincidono con valori elevati di PM_{2,5}. Il comportamento di questi due inquinanti è infatti molto simile, soprattutto nella stagione fredda,

FIG. 4
NO₂ MEDIA
STAZIONI DA
TRAFFICO

Andamento giornaliero della concentrazione media di NO₂ misurata in tutte le stazioni da traffico del bacino padano.

— 2020
- - - 2016-2019
- - - 2016-2019 max-min

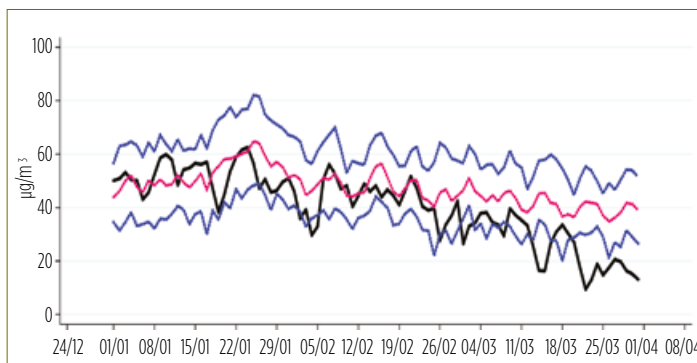
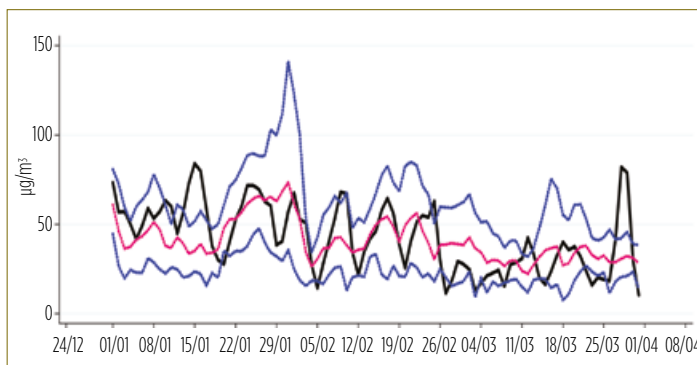


FIG. 5
PM₁₀ MEDIA
STAZIONI DA
TRAFFICO

Andamento giornaliero della concentrazione media di PM₁₀ misurata in tutte le stazioni da traffico del bacino padano.

— 2020
- - - 2016-2019
- - - 2016-2019 max-min



quando il PM₁₀ risulta composto in prevalenza da PM_{2,5}

- un importante picco di PM₁₀, in cui è scarso l'apporto di PM_{2,5}, è quello di fine marzo legato al trasporto di polveri desertiche dall'area del mar Caspio, in prevalenza caratterizzato da granulometria grossolana

- nel corso del periodo in esame sono stati registrati degli episodi di superamento del valore limite giornaliero di PM₁₀ (50 µg/m³) in due distinti periodi, entrambi caratterizzati da meteo favorevole all'accumulo: tra il 9 e il 13 e tra il 18 e il 21 marzo.

L'andamento giornaliero delle concentrazioni di ammoniaca (NH₃), qui non riportato, non è sostanzialmente influenzato dal lockdown. Questo perché l'ammoniaca deriva sostanzialmente dal settore agricolo e zootecnico, che non è stato direttamente interessato dalle misure di contenimento.

La stima dell'impatto del lockdown sulla qualità dell'aria

Per stimare l'effettivo impatto delle misure di contenimento sulla qualità dell'aria, non è sufficiente paragonare le misure registrate dalle stazioni di monitoraggio nei primi mesi del 2020 alle misure registrate negli anni precedenti.

Infatti, una primavera 2020 senza lockdown non avrebbe certamente registrato le stesse concentrazioni del 2019 né degli anni precedenti, e neppure le stesse dei primi

mesi del 2020, dato che la meteorologia – fattore cruciale per la qualità dell'aria – cambia di anno in anno e con le stagioni. Per ottenere una stima attendibile dell'effetto del lockdown è necessario confrontare lo scenario reale, dato dalle misure registrate dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, con uno scenario ipotetico *no-lockdown*, cioè con la situazione che si sarebbe verificata in assenza di misure restrittive.

Lo scenario *no-lockdown* del progetto Prepair è stato ricostruito con due modelli chimici e di trasporto: Ninfa-ER e Farm-PI, simulando la qualità dell'aria su tutto il nord Italia nei primi mesi del 2020 usando la meteorologia reale del 2020 e le emissioni attese in un anno "normale", cioè privo di lockdown.

La simulazione dei primi due mesi dell'anno, prima dell'adozione delle misure restrittive, consente di calibrare i modelli aggiustandoli ai dati osservati dalle centraline. Dopo questa fase di calibrazione, i due scenari cominciano a divergere e la differenza può essere attribuita alle sole riduzioni emissive determinate dal lockdown.

La figura 6 rappresenta le riduzioni percentuali dello scenario reale rispetto allo scenario ipotetico *no-lockdown*:

- per il biossido di azoto NO₂, a fine marzo le riduzioni arrivano a valori mediani sul bacino padano di circa 35-50%

- per il PM₁₀ le riduzioni sono minori, più differenziate per area geografica, più variabili nelle diverse settimane, ma raggiungono comunque una riduzione mediana del 15-30%.

Il metodo è stato sottoposto a una controprova, applicandolo al 2018: in un anno senza *lockdown* lo scenario ipotetico non dovrebbe tendere a divergere rispetto ai dati reali. La prova ha avuto un buon esito, confermando l'affidabilità e robustezza del metodo: non è stata osservata una divergenza tendenziale e gli scarti mediani tra i due scenari sono compresi tra -15% e +15%.

Conclusioni

Le principali criticità sulla qualità dell'aria nel bacino padano riguardano il superamento del valore limite annuale e giornaliero di PM₁₀ e NO₂. Questo determina rilevanti impatti sulla salute della popolazione. Il miglioramento di questi indicatori è il principale obiettivo delle politiche per la qualità dell'aria locali, regionali e del progetto Prepair. Nell'ambito di Prepair si è valutato che la piena applicazione delle misure previste dai Piani aria delle Regioni e dagli Accordi per la qualità dell'aria consentirebbe di ottenere il rispetto dei limiti su gran parte della pianura Padana, riducendo significativamente l'esposizione della popolazione. Le riduzioni emissive associate allo scenario dei piani e delle misure di Prepair sono dell'ordine del 40% per PM₁₀ e NO_x e del 20% per l'ammoniaca (NH₃). I risultati delle analisi sul periodo di *lockdown* sono una irripetibile occasione per verificare la validità di queste premesse e confrontarle con i dati di riduzione delle emissioni e concentrazioni in una inedita condizione di contrazione generalizzata delle attività umane. Per quanto riguarda i dati sulle emissioni per il mese di marzo 2020 è possibile fare le seguenti considerazioni:

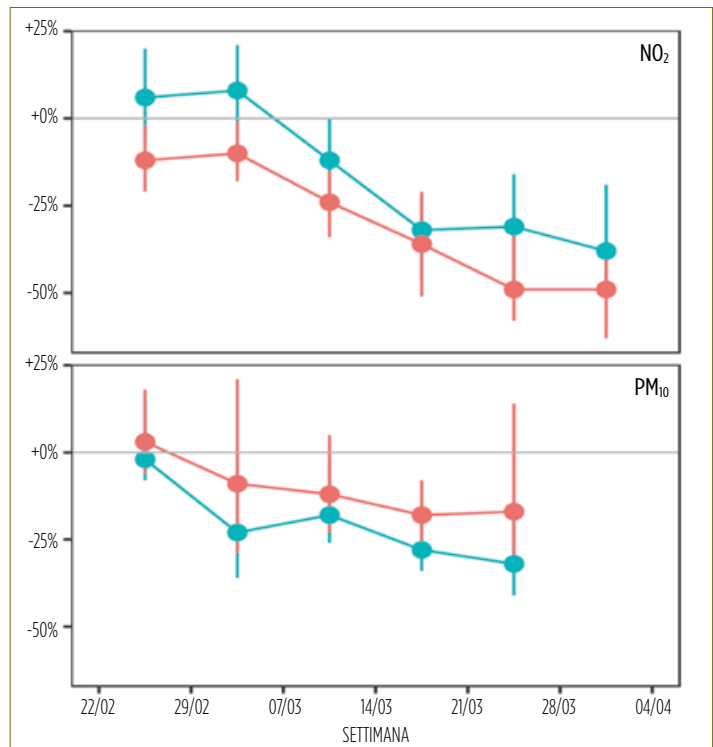
- le emissioni di NO_x hanno avuto un decremento comparabile a quello previsto dai piani, con un massimo settimanale dell'ordine del 40% e andamenti simili nelle varie regioni
- le emissioni di PM₁₀ (primario) hanno avuto un decremento massimo settimanale dell'ordine del 14%, sensibilmente inferiore a quello previsto dai piani, con andamenti diversificati nelle varie regioni
- come prevedibile, le emissioni di ammoniaca non risultano ridotte, in quanto le attività agricole/zootecniche non hanno subito variazioni durante il *lockdown*. Piccole variazioni sono dovute al traffico (marmitte catalitiche).

Sul fronte delle concentrazioni di inquinanti, e quindi della qualità dell'aria che respiriamo, coerentemente con il quadro delle emissioni, nel mese di marzo 2020 i gas (NO, NO₂ e benzene) hanno

FIG. 6
SCENARIO
NO-LOCKDOWN

Riduzione percentuale tra scenario reale e scenario no-lockdown.

MODELLO
● FARM_P
● NINFA



subito decrementi importanti, se paragonati al periodo medio 2016-2019. La concentrazione di particolato invece, mostra una diminuzione meno marcata e altalenante. Pur registrando una riduzione, il PM₁₀ si mantiene all'interno della variabilità degli anni precedenti (2016-2019), con un andamento temporale che non segue l'andamento dei gas, mentre risulta invece coerente con la frazione PM_{2,5}. Entrambi questi dati evidenziano ancora una volta la complessa dinamica del particolato e delle relazioni tra emissioni primarie, emissioni di precursori (quali NO_x e NH₃) e le condizioni climatiche che determinano sia il trasporto e la dispersione delle polveri, sia i processi fotochimici che trasformano i precursori in particolato secondario (che costituisce circa il 70%). Questa dinamica, anche in presenza di emissioni ridotte, è fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche sfavorevoli, che possono determinare un aumento delle concentrazioni di particolato fino a produrre il superamento dei valori limite, seppure di intensità molto inferiore rispetto a quella che si avrebbe in condizioni normali. Attualmente si possono ipotizzare alcune delle possibili cause della minore riduzione del particolato rispetto alla componente gassosa, ma occorrono informazioni legate alla chimica del particolato per verificare queste ipotesi:

- le emissioni di PM₁₀ primario non sono state sufficientemente ridotte, a causa in particolare delle emissioni dovute al riscaldamento degli ambienti

- alcuni precursori, principalmente (NH₃) non sono diminuiti. La miscela dei gas precursori potrebbe essere rimasta tale da mantenere un elevato potenziale di produzione di secondario anche in presenza di proporzioni variate (meno NO_x, NH₃ costante)
- l'elevata insolazione di marzo ha aumentato la produzione di particolato secondario di origine fotochimica. Nelle fasi seguenti dello studio, che prenderanno in esame i periodi successivi al primo trimestre del 2020, verranno verificate queste ipotesi in base ai dati derivanti dalle analisi chimiche previste all'interno del progetto Prepair, che permetteranno di comprendere se e come la composizione del particolato, soprattutto del secondario, sia cambiata. Questi primi risultati sembrano confermare l'efficacia della strategia dei piani di qualità dell'aria delle Regioni del bacino del Po, incentrati su interventi plurisettoriali e multi-inquinante a larga scala. In particolare, mostrano che riduzioni delle emissioni di NO_x dell'ordine del 40% sembrano sufficienti per il raggiungimento degli obiettivi europei sugli ossidi di azoto, mentre una riduzione delle emissioni di PM₁₀ primario dell'ordine del 14%, può non essere sufficiente, nelle condizioni meteorologiche di stagnazione tipiche della pianura Padana, a garantire il rispetto dei valori limite. È inoltre necessario agire anche sulle emissioni dei precursori come l'ammoniaca, principalmente prodotta dalle attività agricole e zootecniche.

a cura del gruppo di lavoro **Life Prepair**