

## **Aggiornamento del protocollo operativo di cui alla d.g.r n. 9-2916 del 26 febbraio 2021**

## Sommario

|     |                                               |   |
|-----|-----------------------------------------------|---|
| 1   | Semaforo antismog .....                       | 3 |
| 1.1 | Il meccanismo di attivazione precedente ..... | 3 |
| 1.2 | Il nuovo meccanismo di attivazione.....       | 5 |
| 1.3 | Confronto dei due algoritmi.....              | 8 |

# 1 Semaforo antismog

## 1.1 Il meccanismo di attivazione precedente

Il protocollo antismog legato alle misure temporanee ed emergenziali è attivo, con gli attuali meccanismi di applicazione, dal 01 marzo 2021 a seguito della Deliberazione della Giunta Regionale (D.G.R) n. 9-2916 del 26 febbraio 2021.

Il protocollo antismog si applica a tutti i comuni localizzati in tre delle cinque zone in cui è ripartito il territorio regionale ai fini della qualità dell'aria<sup>1</sup>:

- Agglomerato di Torino (codice zona IT0118),
- Pianura (codice zona IT0119)
- Collina (codice zona IT0120).

Per il settore trasporti le limitazioni interessano tutti i comuni localizzati nella zona Agglomerato di Torino e i comuni con popolazione superiore a 10.000 abitanti localizzati nelle zone Pianure e Collina, per un totale di 76 comuni (Figura 1).

I criteri di attivazione del semaforo antismog attualmente operativo, dettagliati nell'allegato 1 della Determina Dirigenziale 96/A1602B/2021 del 26 febbraio 2021 del Settore Emissioni e Rischi Ambientali della Regione Piemonte, stabiliscono, oltre al livello verde di nessuna criticità, due livelli di criticità la cui attivazione avviene in base ai valori di concentrazione media giornaliera previsti su ciascuna delle tre zone interessate dai provvedimenti:

- un primo livello arancione, nel caso di previsione per la media giornaliera del superamento del valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per tre giorni consecutivi a partire dal giorno di controllo;
- un secondo livello rosso, nel caso di previsione del superamento del valore di  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (pari ad 1.5 volte il valore limite giornaliero) per tre giorni consecutivi a partire dal giorno di controllo.

Il rientro da una situazione di allerta avviene nel caso in cui, nel giorno di controllo, si hanno due giorni, anche non consecutivi, di previsione per la media giornaliera su valori inferiori ai  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

La valutazione dell'attivazione dei livelli del semaforo è effettuata da Arpa Piemonte, nei giorni stabiliti di controllo settimanale (lunedì, mercoledì e venerdì), mediante un algoritmo che analizza i dati di concentrazione media giornaliera di PM10 previsti, per il giorno di controllo ed i due giorni successivi, dal proprio sistema modellistico integrato di valutazione e previsione della qualità dell'aria ed opportunamente validati dagli esperti dell'Agenzia.

A partire dalle concentrazioni orarie di PM10 previste su ogni cella del dominio di simulazione, il valore di riferimento giornaliero per ogni zona di applicazione del protocollo operativo (IT0118, IT0119, IT0120) è calcolato nel modo seguente:

1. le concentrazioni orarie su ogni cella del dominio di calcolo vengono aggregate temporalmente per ottenere la concentrazione giornaliera;

---

<sup>1</sup> Deliberazione della Giunta regionale 30 dicembre 2019, n. 24-903

2. a partire dalla concentrazione giornaliera sulle celle del dominio di calcolo, viene calcolata la concentrazione su ciascun comune ("concentrazione comunale") come media pesata dei valori di concentrazione simulati nelle celle di calcolo che ricadono all'interno del territorio comunale in esame; i pesi sono dati dalla percentuale di superficie edificata comunale su ciascuna cella di calcolo.
3. le concentrazioni comunali sono sottoposte ad un processo di validazione esperta da parte dei tecnici di ARPA Piemonte.
4. per ogni zona viene infine calcolato il 75° percentile della distribuzione delle concentrazioni comunali dei comuni afferenti a ciascuna zona e questo è il valore di riferimento per il giorno e la zona in esame

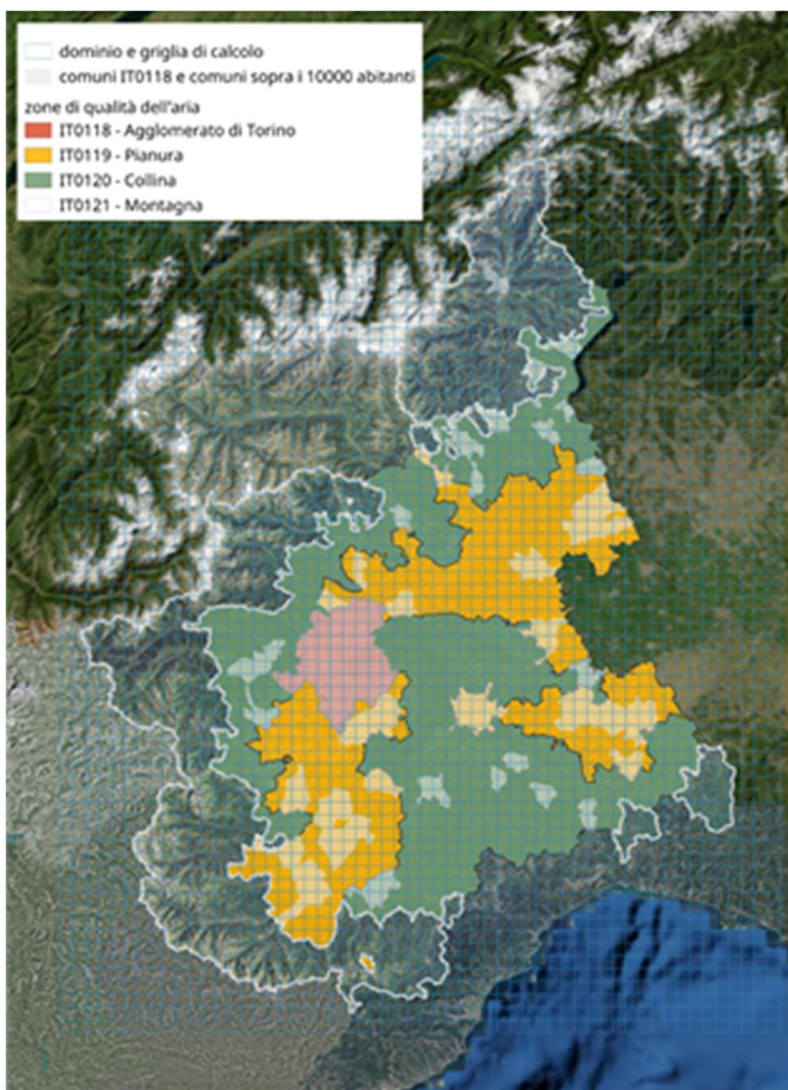


Figura 1. Zone interessate dall'applicazione del protocollo antismog, con indicazione dei comuni interessati dalle misure di limitazione sul settore trasporti.

Nei giorni di controllo di lunedì, mercoledì e venerdì sui valori di riferimento previsti dal sistema modellistico per il giorno di emissione ed i due giorni successivi viene applicato l'algoritmo di calcolo dei livelli del semaforo sulle tre zone IT0118 (Agglomerato di Torino), IT0119 (Pianura) ed IT0120 (Collina). Per ciascuna zona possono verificarsi i seguenti casi:

- Se il livello del semaforo del giorno di controllo è pari al livello verde:
  - almeno uno dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi è inferiore al valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite) --> permane fino al nuovo controllo il livello verde del semaforo;
  - i valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono tutti superiori al valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite) --> si attiva fino al nuovo controllo il livello arancio del semaforo;
  - i valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono tutti superiori al valore di  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1,5 volte il valore limite) --> si attiva fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo;
- Se il livello del semaforo del giorno di controllo è pari al livello arancio:
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono inferiori al valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite) --> si rientra alla condizione di semaforo verde;
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono superiori al valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite) --> permane fino al nuovo controllo il livello arancio del semaforo;
  - i valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono tutti superiori al valore di  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1,5 volte il valore limite) --> si attiva fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo;
  - non si verifica nessuna delle condizioni dei punti precedenti --> permane fino al nuovo controllo il livello arancio del semaforo.
- Se il livello del semaforo del giorno di controllo è pari al livello rosso:
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono inferiori al valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valore limite) --> si rientra alla condizione di semaforo verde;
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono superiori al valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (il valore limite) --> permane fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo;
  - non si verificano le condizioni di rientro dei due punti precedenti --> permane fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo.

Il livello del semaforo emesso in un determinato giorno di controllo (lunedì, mercoledì e venerdì) si attiva dal giorno seguente (martedì, giovedì e sabato) e rimane valido fino al giorno di controllo successivo (ovvero, rispettivamente, mercoledì, venerdì e lunedì). Se un giorno di controllo programmato cade in un giorno festivo, il controllo sullo stato di qualità dell'aria e l'emissione del nuovo livello del semaforo viene effettuato nel giorno feriale successivo più prossimo.

## 1.2 Il nuovo meccanismo di attivazione

Le modalità di attivazione del semaforo del protocollo antismog descritte nel precedente paragrafo sono operative, come ricordato, dal primo marzo 2021. Sulla base delle valutazioni effettuate nei tre inverni di piena operatività (2021/2022, 2022/2023, 2023/2024), viene formulato l'aggiornamento dell'algoritmo alla base delle modalità di attivazione, per aumentarne la capacità di prevenzione dell'insorgere di situazioni di accumulo di particolato atmosferico sulla regione Piemonte e quindi limitare, per quanto possibile in relazione alla natura temporanea ed emergenziale dello strumento, i giorni di superamento del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nel dettaglio si rendono necessarie le seguenti modifiche, riguardanti le modalità di attivazione e il calcolo del valore di riferimento sulle differenti zone al fine di migliorare l'efficacia della previsione.

- **Modalità di attivazione.**

L'attivazione del livello avviene sempre sulla base dei valori di concentrazione media giornaliera previsti sulle aree interessate dai provvedimenti, **ma saranno considerati sufficienti su ogni zona due giorni, anche non consecutivi, con il valore di riferimento previsto sopra il valore soglia1 per attivare il livello arancio, e due giorni, anche non consecutivi con il valore di riferimento previsto sopra il valore soglia2 per attivare il livello rosso.** Il rientro al livello verde avviene, in ogni zona, in caso di previsione del valore di riferimento sotto il valore *soglia1* di due giorni consecutivi per il secondo ed il terzo giorno di previsione.

- **Valore di riferimento sulle zone.**

Il valore di riferimento sulle zone (IT0118, IT0119, IT0120) è calcolato considerando, in ogni zona, la popolazione esposta al superamento del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , secondo il seguente algoritmo:

1. le concentrazioni orarie su ogni cella del dominio di calcolo vengono aggregate temporalmente per ottenere la concentrazione giornaliera;
2. a partire dalla concentrazione giornaliera sulle celle del dominio di calcolo, viene calcolata la concentrazione su ciascun comune ("concentrazione comunale") come media pesata dei valori di concentrazione simulati nelle celle di calcolo che ricadono all'interno del territorio comunale in esame; i pesi sono dati dalla percentuale di superficie edificata comunale su ciascuna cella di calcolo.
3. le concentrazioni comunali sono sottoposte ad un processo di validazione esperta da parte dei tecnici di ARPA Piemonte.
4. per ogni zona viene calcolata la popolazione esposta al superamento del limite giornaliero sommando la popolazione dei comuni le cui concentrazioni comunali di cui al punto 3) sono superiori ai  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
5. il valore di riferimento è il valore calcolato al punto 4) diviso per la popolazione totale della zona.

I valori *soglia1* e *soglia2* corrispondono a percentuali della popolazione della zona e sono stabiliti, per tutte le zone, pari a

- ***soglia1=0,1*** (10% della popolazione della zona esposta al superamento del limite giornaliero di PM10)
- ***soglia2=0,9*** (90% della popolazione della zona esposta al superamento del limite giornaliero di PM10)

Tutti gli altri criteri fissati nell'allegato 1 della Determina Dirigenziale 96/A1602B/2021 del 26 febbraio 2021 del Settore Emissioni e Rischi Ambientali della Regione Piemonte non cambiano, ovvero:

- le zone di applicazione rimangono essere la IT0118 - Agglomerato, IT0119 - Pianura, IT0120 - Collina;
- i giorni di emissione rimangono fissati al lunedì, mercoledì e venerdì (fatte salve variazioni dovute alla presenza di festività);
- non cambiano le tempistiche di applicazione dei livelli: Il livello del semaforo emesso in un determinato giorno di controllo si attiva dal giorno seguente e rimane valido fino al giorno di



controllo ; se un giorno di controllo programmato cade in un giorno festivo, il controllo sullo stato di qualità dell'aria e l'emissione del nuovo livello del semaforo viene effettuato nel giorno di controllo successivo o secondo il calendario stabilito e comunicato dai tecnici di ARPA incaricati dell'elaborazione ed emissione del livello del semaforo

Nei giorni di controllo di lunedì, mercoledì e venerdì, sulla base dell'algoritmo sopra descritto possono quindi verificarsi, su ogni singola zona, i seguenti casi:

- Se il livello del semaforo del giorno di controllo è pari al livello verde:
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono inferiori al valore *soglia1* --> permane fino al nuovo controllo il livello verde del semaforo;
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono superiori al valore *soglia1* --> si attiva fino al nuovo controllo il livello arancio del semaforo;
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono superiori al valore *soglia2* --> si attiva fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo;
- Se il livello del semaforo del giorno di controllo è pari al livello arancio:
  - i valori di riferimento previsti per i due giorni successivi al giorno di emissione sono inferiori al valore *soglia1* --> si rientra alla condizione di semaforo verde;
  - almeno uno dei valori di riferimento previsti i due giorni successivi al giorno di emissione è superiore al valore *soglia1* --> permane fino al nuovo controllo il livello arancio del semaforo;
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono superiori al valore *soglia2* --> si attiva fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo;
  - non si verifica nessuna delle condizioni dei punti precedenti --> permane fino al nuovo controllo il livello arancio del semaforo.
- Se il livello del semaforo del giorno di controllo è pari al livello rosso:
  - i valori di riferimento previsti per i due giorni successivi al giorno di emissione sono inferiori al valore *soglia1* --> si rientra alla condizione di semaforo verde;
  - almeno due dei valori di riferimento previsti per il giorno in corso ed i due giorni successivi sono superiori al valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (il valore limite) --> permane fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo;
  - non si verificano le condizioni di rientro del punto precedente --> permane fino al nuovo controllo il livello rosso del semaforo.

### 1.3 Confronto dei due algoritmi

E' stata effettuata una rianalisi delle ultime tre stagioni di applicazione del bollettino antismog applicato con le modalità stabilite dalla Deliberazione della Giunta Regionale (D.G.R) n. 9-2916 del 26 febbraio 2021 (15/9/2021-15/4/2022, 15/09/2022-15/04/2023, 15/09/2023-15/04/2024) per valutare le prestazioni del nuovo algoritmo rispetto a quello precedente. Sono stati confrontati, i giorni di attivazione del semaforo con i dati misurati giornalmente dalle stazioni del SRRQA nelle tre zone IT0118, IT0119 e IT0120. Nel dettaglio:

- per la zona IT0118 sono stati considerati i dati misurati dalle stazioni di traffico di Torino – Consolata, Torino – Rebaudengo, Torino – Grassi, Settimo T.se – Vivaldi, e dalle stazioni di fondo di Torino – Lingotto e Torino – Rubino;
- per la zona IT0119 sono stati considerati i dati misurati dalle seguenti stazioni presenti nei maggiori centri urbani della zona: Novara – Arpa (fondo), Novara-Roma (traffico), Asti – D'Acquisto (fondo), Asti – Baussano (traffico), Alessandria – Volta (fondo), Alessandria D'Annunzio (traffico), Vercelli – Coni (fondo), Vercelli – Gastaldi (traffico), Biella – Sturzo (fondo), Biella – Lamarmora (traffico), Cavallermaggiore (fondo), Casale Monferrato – Castello (fondo);
- per la zona IT0120 sono stati considerati i dati misurati dalle seguenti stazioni presenti nei maggiori centri urbani della zona: Ivrea – Liberazione (fondo), Alba – Tanaro (fondo), Mondovì – Aragno (traffico), Saliceto – Moizo (fondo), Borgomanero – Molli (traffico), Cossato – Pace (fondo), Borgosesia – Tonella (fondo), Verbania – Gabardi (fondo), Omegna – Crusinallo (traffico), Vinchio – San Michele (fondo).

Scopo del confronto è stato quello di valutare, per ognuna delle tre zone, la corrispondenza tra i giorni di attivazione del semaforo antismog, con i due diversi algoritmi, e i superamenti misurati dalle diverse stazioni. Per questo confronto non si è distinto tra livello arancio e livello rosso, ma solo tra semaforo attivo (livello verde o arancio) e semaforo non attivo (livello verde).

Nella tabella 1 è riportato il confronto, per le tre zone di applicazione, tra le occorrenze dei livelli del semaforo ed il numero di stazioni, che nello stesso periodo hanno superato il valore limite giornaliero di PM10. Nella prima riga, per ogni colonna, è riportato il numero di giorni in cui il corrispondente numero di stazioni ha misurato concentrazioni superiori al limite giornaliero, nella seconda riga relativa all'algoritmo attualmente operativo, è riportato in prima colonna il numero di giorni con livello del semaforo verde e nelle successive i giorni con livello diverso dal verde in corrispondenza del numero di stazioni che ha misurato concentrazioni superiori al limite giornaliero, in terza riga gli stessi elementi della seconda riga ma per il nuovo algoritmo. La quarta e la quinta riga riportano, rispettivamente per il vecchio e nuovo algoritmo, la capacità predittiva espressa in termini percentuale.

I risultati ottenuti evidenziano come il nuovo algoritmo, a fronte di un lieve incremento dei casi di “falso allarme”, fornisca un numero più alto di corrette attivazioni, con meno “mancati allarmi”, soprattutto in condizioni di forte accumulo.

Infatti mentre la percentuale di giorni con semaforo al livello verde in corrispondenza di nessun superamento misurato dalle stazioni passa, per la zona IT0118, dal 95% del precedente algoritmo al 92% del nuovo, per la zona IT0119 dal 99% al 94% e per la zona IT0120 dal 99% al 92%, la percentuale di giorni con semaforo attivo in corrispondenza di superamento in almeno i  $\frac{3}{4}$  delle stazioni considerate passa per la zona IT0118 dal 43% al 70%, per la zona IT0119 dal 23% al 56% e per la zona IT0120 arriva al 62%.



| IT0118 NUMERO DI STAZIONI SOPRA I 50 ug/m3 |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                            | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| GIORNI                                     | 365   | 44    | 54    | 63    | 88    | 26    |
| SMF_OPE                                    | 348   | 5     | 13    | 27    | 44    | 5     |
| SMF_NEW                                    | 333   | 9     | 21    | 38    | 63    | 17    |
| SMF_OPE                                    | 95,34 | 11,36 | 24,07 | 42,86 | 50,00 | 19,23 |
| SMF_NEW                                    | 91,23 | 20,45 | 38,89 | 60,32 | 71,59 | 65,38 |

| IT0119 NUMERO DI STAZIONI SOPRA I 50 ug/m3 |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                            | 0     | 2     | 4     | 6     | 8     | >= 9  |
| GIORNI                                     | 403   | 82    | 48    | 46    | 25    | 36    |
| SMF_OPE                                    | 400   | 2     | 6     | 3     | 6     | 8     |
| SMF_NEW                                    | 377   | 21    | 19    | 22    | 16    | 18    |
| SMF_OPE                                    | 99,26 | 2,44  | 12,50 | 6,52  | 24,00 | 22,22 |
| SMF_NEW                                    | 93,55 | 25,61 | 39,58 | 47,83 | 64,00 | 50,00 |

| IT0120 NUMERO DI STAZIONI SOPRA I 50 ug/m3 |       |       |       |       |       |        |
|--------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                            | 0     | 2     | 4     | 6     | 8     | 10     |
| GIORNI                                     | 492   | 100   | 32    | 8     | 7     | 1      |
| SMF_OPE                                    | 486   | 4     | 6     | 0     | 0     | 0      |
| SMF_NEW                                    | 455   | 57    | 22    | 1     | 4     | 1      |
| SMF_OPE                                    | 98,78 | 4,00  | 18,75 | 0,00  | 0,00  | 0,00   |
| SMF_NEW                                    | 92,48 | 57,00 | 68,75 | 12,50 | 57,14 | 100,00 |

Tabella 1 Confronto tra le occorrenze dei livelli del semaforo ed il numero di stazioni che hanno superato nello stesso periodo il valore limite giornaliero di PM10