# 8 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio ha la funzione di garantire il controllo dell'attuazione del piano di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria e la valutazione della sua efficacia, monitorando periodicamente gli effetti delle misure, così da poter modificare ed aggiornare, se necessario, la pianificazione.

E' pertanto definito un programma di monitoraggio che include:

- gli indicatori di stato: indicatori attendibili che forniscano informazioni circa lo stato dell'ambiente e quantifichino la variazione dello stato dell'ambiente dopo l'attuazione delle misure, dando quindi una indicazione sull'efficacia delle misure stesse;
- gli indicatori di processo: indicatori semplici ed affidabili che forniscano informazioni circa lo stato di attuazione delle misure;
- le competenze in merito al monitoraggio ed alla trasmissione e pubblicazione dei dati;
- le competenze in merito alla stesura di un rapporto periodico illustrante i risultati della valutazione degli impatti, degli effetti sullo stato dell'ambiente e sulle eventuali misure correttive da adottare.

## 8.1 Gli indicatori

### 8.1.1 Indicatori di stato

Gli indicatori di stato sono utilizzati per valutare gli effetti delle misure adottate ed attuate sul territorio. Tali indicatori si basano sul monitoraggio delle concentrazioni in atmosfera degli inquinanti per cui la normativa vigente in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria prescrive degli standard.

Il monitoraggio implica un periodico aggiornamento delle conoscenze relative allo stato dell'ambiente come prescritto dal D.Lgs. 155/2010: la misurazione continua delle concentrazioni tramite la rete di monitoraggio regionale, l'aggiornamento triennale dell'inventario delle emissioni e l'aggiornamento dei risultati ottenibili dall'applicazione di modelli di dispersione degli inquinanti atmosferici, ad integrazione delle misurazioni in siti fissi.

In particolare, relativamente agli obiettivi del piano, devono essere valutati i seguenti inquinanti:

- ossidi di azoto,
- particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron.

Gli altri inquinanti per cui il D.Lgs. 155/2010 prevede degli standard dovranno essere valutati al fine di monitorarne l'andamento ed intervenire in caso di modificazioni non coerenti con gli obiettivi del piano.

Gli indicatori da considerare sulla base delle misurazioni in siti fissi sono:

- le **concentrazioni misurate** per ciascuna stazione delle aree urbane critiche.

Poiché la variazione delle concentrazioni potrebbe risentire di situazioni meteorologiche specifiche dell'anno di monitoraggio, particolare importanza assume l'utilizzo della modellistica atmosferica nella valutazione. A tale fine dovrà essere sviluppata modellistica

atmosferica con le stesse metodologie e gli stessi modelli utilizzati all'anno base. Le applicazioni modellistiche dovranno essere effettuate a scenario meteo costante.

Gli indicatori da utilizzare sulla base delle applicazioni modellistiche sono:

- le **concentrazioni modellate** nell'anno di modellazione nelle maglie delle aree urbane critiche.

Gli indicatori di stato sono elencati in Tabella 13, che evidenzia anche le relazioni tra gli indicatori e le misure di piano che possono avere una influenza su di essi.

Gli indicatori saranno utilizzati per valutare l'effetto complessivo delle misure attuate sullo stato di qualità dell'aria sul territorio regionale e su quello delle aree critiche.

Tabella 13 – Indicatori di stato per le misure tecniche base di piano

| Misura e ambito Indicatore | M1T01A/B Riduzione traffico aree urbane critiche – alta/bassa | M2T01 Potenziamento ferrovia Perugia, Foligno, Spoleto | M3T01 Chiusura Traffico Pesante aree urbane critiche | M4T01 Pulizia strade | D0T01A/B Combustione legna ad alta efficienza aree urbane critiche – alta/bassa | D0T02 Combustione legna ad alta efficienza zona di valle e conca ternana | Mantenimento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Livello di analisi | Aree urbane critiche | Regionale | Aree urbane critiche | Aree urbane critiche | Aree urbane critiche | Zona di valle e conca ternana | Regionale |
| concentrazioni di inquinanti misurate | | | | | | | |
| concentrazione media annuale di $NO_2$ | √ | √ | √ | | √ | √ | √ |
| concentrazione media annuale di $PM_{10}$ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| n. superamenti media oraria di $NO_2$ | √ | √ | √ | | √ | √ | √ |
| n. superamenti media oraria di $PM_{10}$ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| concentrazioni di inquinanti modellate | | | | | | | |
| concentrazione media annuale di $NO_2$ | √ | √ | √ | | √ | √ | √ |
| concentrazione media annuale di $PM_{10}$ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

Per monitorare l'efficacia delle misure nel perseguire gli obiettivi individuati dal piano utilizzando gli indicatori precedentemente descritti viene fornita la seguente tabella di valutazione, utile a confrontare i risultati delle misurazioni effettuate nelle stazioni che hanno evidenziato delle criticità con gli obiettivi del piano, negli anni 2015 e 2020.

Tabella 14 – Valutazione del raggiungimento degli obiettivi di piano tramite gli indicatori sulle misurazioni

| Stazione | Dato 2010 | Obiettivo 2015 | Dato 2015 | Obiettivo 2020 | Dato 2020 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **$NO_2$** | | |
| Perugia Fontivegge | concentrazione | < 40 µg/m$^3$ | | < 32 µg/m$^3$ | |
| | n. superamenti | n. super. di 200 µg/m$^3$ inferiore a 18 in un anno | | n. super. di 140 µg/m$^3$ inferiore a 18 in un anno | |
| Terni Borgo Rivo | concentrazione | < 40 µg/m$^3$ | | < 32 µg/m$^3$ | |
| | | | **$PM_{10}$** | | |
| Perugia Fontivegge | concentrazione | < 40 µg/m$^3$ | | < 28 µg/m$^3$ | |
| | n. superamenti | n. super. di 50 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | | n. super. di 35 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | |
| Terni Via Verga | concentrazione | < 40 µg/m$^3$ | | < 28 µg/m$^3$ | |
| | n. superamenti | n. super. di 50 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | | n. super. di 35 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | |
| Terni Le Grazie | n. superamenti | n. super. di 50 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | | n. super. di 35 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | |
| Terni Carrara | n. superamenti | n. super. di 50 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | | n. super. di 35 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | |
| Foligno Porta Romana | n. superamenti | n. super. di 50 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | | n. super. di 35 µg/m$^3$ inferiore a 35 in un anno | |

Per quanto riguarda invece le valutazioni modellistiche, i parametri da controllare sono il rispetto delle soglie indicate in Tabella 15, per le aree in cui sono state evidenziate le concentrazioni maggiori nell'anno base.

Tabella 15 – Valutazione del raggiungimento degli obiettivi di piano tramite gli indicatori sulla modellistica

| Soglia critica | Soglia di attenzione | Maglie |
|---|---|---|
| | | **$NO_2$** |
| < 39 µg/m$^3$ | < 19 µg/m$^3$ | Area urbana estesa di Perugia che include anche i comuni di Corciano, Bastia, Torgiano e Deruta |
| | | Terni e Narni |
| | | Gubbio e Gualdo Cattaneo<br>Foligno, Spoleto, San Gemini e comuni lungo l'autostrada A1 come Attigliano e Giove |
| | | **$PM_{10}$** |
| < 9 µg/m$^3$ | < 7 µg/m$^3$ | Area urbana estesa di Perugia che include anche i comuni di Corciano, Bastia, Torgiano e Deruta |
| | | Terni e Narni |
| | | Assi di collegamento Perugia-Terni e Perugia-Foligno, che includono i comuni di Avigliano, Montecastrilli, Amelia, Assisi, Attigliano, Avigliano, Bettona, Bevagna, Cannara, Collazzone, Fratta Todina, Foligno, Giove, Gualdo Cattaneo, Marsciano, Monte Castello di Vibio, Montefalco, Penna in Teverina, Todi |

Ad integrazione della valutazione, gli indicatori di stato possono essere elaborati nei seguenti indici, utili ad analizzare l'evoluzione delle concentrazioni nel tempo ed il raggiungimento degli standard normativi.

Gli indici sulla base delle misurazioni in siti fissi sono:

- la **riduzione delle concentrazioni misurate** nel 2015 e nel 2020 rispetto all'anno base, valutata per ciascuna stazione delle aree urbane critiche per cui sono stati evidenziati superamenti;
- la **distanza delle concentrazioni misurate dagli standard normativi** e dalle soglie di valutazione per ciascuna area urbana critica, al 2015 e al 2020.

Gli indici da utilizzare sulla base delle applicazioni modellistiche sono:

- la **riduzione delle concentrazioni modellate** nell'anno di modellazione rispetto alle concentrazioni modellate nell'anno base, nelle maglie delle aree urbane critiche;
- la **distanza delle concentrazioni modellate dagli standard normativi** e dalle soglie di valutazione nelle maglie delle aree urbane critiche.

### 8.1.2 Indicatori di processo

Gli indicatori di processo servono in prima analisi a monitorare l'applicazione delle misure adottate con il piano e quindi l'intervento sui determinanti che generano la pressione sull'ambiente (indicatori di attuazione delle misure); in seconda analisi, gli indicatori di processo sono introdotti per monitorare l'evoluzione della pressione stessa nel comparto ambientale dell'atmosfera (indicatori sulle emissioni).

Gli indicatori di attuazione delle misure dunque tengono sotto controllo i processi che sono responsabili delle emissioni di inquinanti dell'aria e che il piano vuole limitare. In particolare, facendo riferimento alle misure principali del piano elencate in Tabella 2 e Tabella 3, tali processi possono essere riassunti come segue:

- traffico privato di autovetture nelle aree urbane critiche;
- traffico pesante nelle aree urbane critiche;
- combustione della legna in impianti a bassa efficienza.

Con riferimento ai processi, risulta di particolare rilevanza per il monitoraggio evidenziare il modo in cui l'indicatore è stato valutato in fase di elaborazione del piano (tramite misura, stima, ecc.). Sarebbe infatti completamente sbagliato monitorare il processo in modo difforme da come il processo stesso è stato "misurato" in fase di programmazione in quanto non sarebbe possibile effettuare nessun confronto tra la situazione precedente e successiva al piano. Eventuali altre informazioni di supporto alla valutazione potranno essere integrate in fase successiva al piano solo se valutabili anche nella fase precedente.

Gli indicatori selezionati non sempre sono stati "misurati" ma nella maggior parte dei casi provengono da valutazioni modellistiche, statistiche o obiettive. Nel seguito si dettaglierà tale situazione.

Poiché la legislazione di settore prevede l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni con riferimento agli anni 2010, 2015 e 2020 e per un anno intermedio tra il 2010 ed il 2015 e il 2015 ed il 2020, la valutazione sarà fatta con riferimento agli anni 2010, 2013, 2015, 2017, 2020.

In Tabella 16 sono riportati gli indicatori di processo che sono applicati per il monitoraggio dell'attuazione delle misure.

Tabella 16 – Indicatori di processo relativi all'attuazione delle misure tecniche base di Piano

| Misura di piano | Descrizione | Livello | Indicatore di processo |
|---|---|---|---|
| M1T01A/B | Riduzione traffico aree urbane critiche – alta/bassa | Aree urbane critiche | % variazione volumi di traffico urbano (km veicolo) valutati tramite modello SETS e validati mediante indagini (conteggi) sui flussi entranti nelle aree di interesse |
| M2T01 | Potenziamento ferrovia Perugia, Foligno, Spoleto | Regionale | % variazione volumi di traffico valutati tramite modello SETS e mediante indagini (conteggi) sui flussi |
| | | | % aumento passeggeri su ferrovia valutati mediante indagine presso Trenitalia |
| M3T01 | Chiusura Traffico Pesante aree urbane critiche | Aree urbane critiche | % area chiusa al traffico dei mezzi pesanti / totale area urbana |
| M4T01 | Pulizia delle strade | Aree urbane critiche | km di strada lavata / km totali |
| D0T01A/B | Combustione legna ad alta efficienza aree urbane critiche – alta/bassa | Aree urbane critiche | % sostituzione stufe e caldaie calcolata come nuove stufe su totale stufe censimento 2001 |
| D0T02 | Combustione legna ad alta efficienza zona di valle e conca ternana | Zona di valle e conca ternana | % sostituzione stufe e caldaie calcolata come nuove stufe su totale stufe censimento 2001 |

Con riferimento al traffico privato in area urbana il processo è stato misurato all'anno base del piano valutando, tramite applicazione di modellistica per la valutazione dei consumi energetici e delle emissioni di inquinanti dell'aria, le percorrenze annuali effettuate dalle differenti categorie di veicoli rapportate a scala comunale. Il modello utilizzato per tale stima è stato il modello SETS di Techne Consulting che applica la metodologia contenuta nell'*Air Pollutant Emission Inventory Guidebook (Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories following the* LRTAP *Convention's Reporting Guidelines and the EU National Emission Ceilings Directive*), preparato dalla EMEP *Task Force on Emission Inventories and Projections* (TFEIP) e pubblicata dalla *European Environment Agency* (Version Guidebook 2008). Eventuali aggiornamenti del modello dovranno essere utilizzati sia all'anno corrente che all'anno base. Ad integrazione ed approfondimento del modello dovranno essere valutati i flussi di traffico nelle vie di accesso alle aree urbane critiche mediante conteggi dei veicoli per una giornata feriale invernale ed estiva in opportuni punti di rilevamento.

Con riferimento al potenziamento della ferrovia Perugia-Foligno-Spoleto la valutazione deve tener conto della riduzione dei flussi di traffico sulla direttiva stradale di pertinenza. La valutazione delle emissioni per l'anno base è stata effettuata utilizzando i dati dei flussi tratti dal piano regionale dei trasporti. Tali dati vanno opportunamente rivalutati realizzando un piano di indagini specifico per i differenti tratti stradali mediante valutazione del traffico sui differenti tratti stradali tramite conteggi dei veicoli per una giornata feriale invernale ed estiva in opportuni punti di rilevamento. Come misura di accompagnamento dovrà essere reperito presso Trenitalia il volume medio annuale di traffico passeggeri sulle tratte di interesse.

Dovrà essere prevista in conclusione una campagna di monitoraggio dei flussi di traffico in una giornata feriale invernale ed estiva nei punti principali di ingresso nelle aree urbane critiche (orientativamente in 20 punti per Perugia, 15 per Terni, 10 per Foligno e 10 per Corciano).

La quota di area urbana chiusa al traffico dei mezzi pesanti sarà valutata dalla cartografia regionale mediante consultazione delle amministrazioni comunali.

La attuazione della misura di sostituzione stufe e caldaie sarà monitorata tramite il numero di domande di contributo evase.

Come riassunto in Tabella 17, per quanto riguarda le emissioni, ossia le pressioni esercitate dalle sorgenti emissive sull'ambiente, gli indicatori da prendere in considerazione sono:

- le **emissioni totali** di inquinanti sul territorio regionale e sulle aree individuate come aree urbane critiche;
- le **emissioni** di inquinanti **da traffico su strada** sul territorio regionale, sulle aree individuate come aree urbane critiche e sulle singole arterie della direttrice Perugia-Foligno-Spoleto;
- le **emissioni** di inquinanti **da traffico su strada pesante** sulle aree individuate come aree urbane critiche;
- le **emissioni** di inquinanti **da riscaldamento domestico a legna** sul territorio regionale, sulle aree individuate come aree urbane critiche e sulla zona di valle e conca ternana.

Tabella 17 – Indicatori di processo relativi alle pressioni delle sorgenti emissive sull'ambiente

| Misura e ambito Indicatore | M1T01A/B Riduzione traffico aree urbane critiche – alta/bassa<br>Aree urbane critiche | M2T01 Potenziamento ferrovia Perugia, Foligno, Spoleto<br>Regionale | M3T01 Chiusura Traffico Pesante aree urbane critiche<br>Aree urbane critiche | M4T01 Pulizia strade<br>Aree urbane critiche | D0T01A/B Combustione legna ad alta efficienza aree urbane critiche – alta/bassa<br>Aree urbane critiche | D0T02 Combustione legna ad alta efficienza zona di valle e conca ternana<br>Zona di valle e conca ternana | Mantenimento<br>Regionale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| emissioni totali di $NO_x$ | √ | √ | √ | | √ | √ | √ |
| emissioni totali di $PM_{10}$ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| Emissioni di $PM_{10}$ da riscaldamento domestico a legna | | | | | √ | √ | √ |
| Emissioni di $NO_x$ da traffico su strada | √ | √ | | | | | √ |
| Emissioni di $PM_{10}$ da traffico su strada | √ | √ | | √ | | | √ |
| Emissioni di $NO_x$ da traffico su strada pesante | | | √ | | | | |
| Emissioni di $PM_{10}$ da traffico su strada pesante | | | √ | √ | | | |

Per monitorare, tramite gli indicatori sulle emissioni, l'evoluzione della pressione sull'atmosfera delle attività selezionate come maggiormente impattanti sulle concentrazioni in aria ambiente e valutare l'effetto diretto delle misure sui livelli emissivi saranno prioritariamente utilizzati i dati sintetizzati in Tabella 18.

Tabella 18 – Valutazione dell'effetto delle misure di piano tramite gli indicatori sulle emissioni

| Indicatori | Dato 2007 (Mg) | Stima 2015 (Mg) | Dato 2015 (Mg) | Stima 2020 (Mg) | Dato 2020 (Mg) |
|---|---|---|---|---|---|
| Emissioni totali di $NO_x$ | 31718 | 23427 | | 20797 | |
| Emissioni totali di $PM_{10}$ | 5831 | 5070 | | 4896 | |

L'analisi potrà essere approfondita ed integrata sulla base degli indicatori specifici per settore emissivo, ossia confrontando le emissioni da riscaldamento domestico a legna, traffico su strada e traffico su strada di veicoli pesanti previste per il 2015 ed il 2020 con le relative emissioni misurate o stimate sulla base dei dati reali ottenuti per quegli anni nelle aree critiche.

Sulla base degli indicatori delle pressioni emissive, le riduzioni delle emissioni ottenute a seguito dell'attuazione delle misure e l'eventuale distanza dal raggiungimento degli obiettivi di riduzione stabiliti dal piano possono essere valutate con i seguenti indici:

- **Riduzione delle emissioni traffico**: la differenza tra le proiezioni delle emissioni di inquinanti da traffico su strada nello scenario di piano all'anno di monitoraggio e le emissioni dello stesso inquinante stimate nell'anno di monitoraggio sulle aree individuate come aree urbane critiche e sulle singole arterie della direttrice Perugia-Foligno-Spoleto;
- **Riduzione delle emissioni legna**: la differenza tra le proiezioni delle emissioni di inquinanti da riscaldamento domestico da legna nello scenario di piano all'anno di monitoraggio e le emissioni dello stesso inquinante stimate nell'anno di monitoraggio sulle aree individuate come aree urbane critiche;
- **Distanza dall'obiettivo traffico**: differenza tra le emissioni di inquinanti da traffico su strada nello scenario di piano all'anno di monitoraggio e l'obiettivo di riduzione prefissato sulle aree individuate come aree urbane critiche e sulle singole arterie della direttrice Perugia-Foligno-Spoleto;
- **Distanza dall'obiettivo legna**: differenza tra le emissioni di inquinanti da riscaldamento domestico da legna nello scenario di piano all'anno di monitoraggio e l'obiettivo di riduzione prefissato sulle aree individuate come aree urbane critiche.

## 8.2 Ruoli, competenze e attuazione del monitoraggio

L'Autorità responsabile del piano e del suo monitoraggio è il Servizio Qualità dell'ambiente, gestione rifiuti ed attività estrattive della Direzione Risorsa Umbria, federalismo, risorse finanziarie umane e strumentali della Regione Umbria. La Regione, per dare attuazione al sistema di monitoraggio, si avvale del supporto tecnico dell'ARPA Umbria.

Il soggetto responsabile della gestione del programma di monitoraggio è individuato nell'ARPA Umbria, che sarà la struttura unica di riferimento di tutte le attività di monitoraggio, provvedendo a raccogliere ed elaborare le informazioni e i dati utili al popolamento del sistema di monitoraggio e a redigere gli appositi report.

Il Servizio Valutazioni ambientali, VAS, VIA e sviluppo sostenibile della Direzione Risorsa Umbria, federalismo, risorse finanziarie umane e strumentali della Regione Umbria, congiuntamente con l'Autorità responsabile del piano, esamina gli esiti del monitoraggio per valutare la necessità di attivare eventuali misure correttive nel caso di effetti negativi imprevisti derivanti dalla attuazione del Piano o di inefficacia delle misure adottate.

## 8.3 Le relazioni di monitoraggio

Le relazioni di monitoraggio dovranno essere prodotte in riferimento alle fasi di aggiornamento dell'inventario delle emissioni di inquinanti dell'aria e della modellistica di ricaduta al suolo degli inquinanti ed in particolare secondo il calendario di Tabella 19.

Tabella 19 – Tempistica delle relazioni di monitoraggio

| Relazione | Scadenza |
|---|---|
| 1ª Relazione intermedia | 2015 (dati di riferimento processo 2013, stato 2014) |
| 2ª Relazione intermedia | 2018 (dati di riferimento processo 2015, stato 2015 e 2017) |
| 3ª Relazione intermedia | 2020 (dati di riferimento processo 2017, stato 2019) |
| Relazione finale | 2022 (dati di riferimento processo 2020, stato 2020) |