



**Autostrada A14 Bologna – Bari Taranto
Ampliamento alla 3° corsia, tratto Rimini Nord – Porto
Sant’Elpidio**

**Caratterizzazione del contributo reale
che la sorgente autostrada fornisce
all’inquinamento locale come
supplemento rispetto all’inquinamento
di fondo**

GreenValue S.r.L.

Rapporto di sintesi

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 2 di 20

INDICE

1.	Premessa	3
2.	Ambito dello studio	3
3.	Le condizioni meteorologiche	5
4.	I volumi e le condizioni di traffico	6
5.	La stima delle emissioni.....	8
6.	La stima modellistica delle concentrazioni.....	9
7.	Il monitoraggio della qualita' dell'aria	10
8.	Conclusioni	11

Allegato 1: Atmosfera

Allegato 2: Modello di traffico

Allegato 3: Rilievi di traffico

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 3 di 20

1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato a realizzare una “caratterizzazione significativa del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale mediante una significativa sperimentazione atta a distinguere il contributo emissivo autostradale dall'inquinamento di fondo” (adempimento della prescrizione 4.2, Decreto Ministero dell'Ambiente).

A tale scopo sono state integrate tecniche di monitoraggio innovative e uso di modelli di emissione e dispersione relativamente a due periodi: uno estivo (7 agosto 2009 - 8 settembre 2009), uno invernale (18 novembre 2009 - 17 dicembre 2009). Sono stati presi in considerazione i seguenti inquinanti: PM₁₀ e PM_{2,5}, NO₂, NO_x, O₃, Benzene e NH₃.

Le attività di monitoraggio sono state condotte nella situazione ante-operam, cioè prima dell'avvio dei lavori di realizzazione della terza corsia dell'autostrada A14, mentre le indagini modellistiche sono state condotte sia nello scenario ante-operam, sia nello scenario di progetto.

I risultati sono stati confrontati con quanto previsto dal D.Lgs 155 del 13 agosto 2010 di recepimento della *Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*.

2. AMBITO DELLO STUDIO

L'indagine ha avuto lo scopo di valutare la qualità dell'aria nell'area circostante l'autostrada A14 Bologna – Bari Taranto nel tratto Rimini Nord – Porto S. Elpidio.

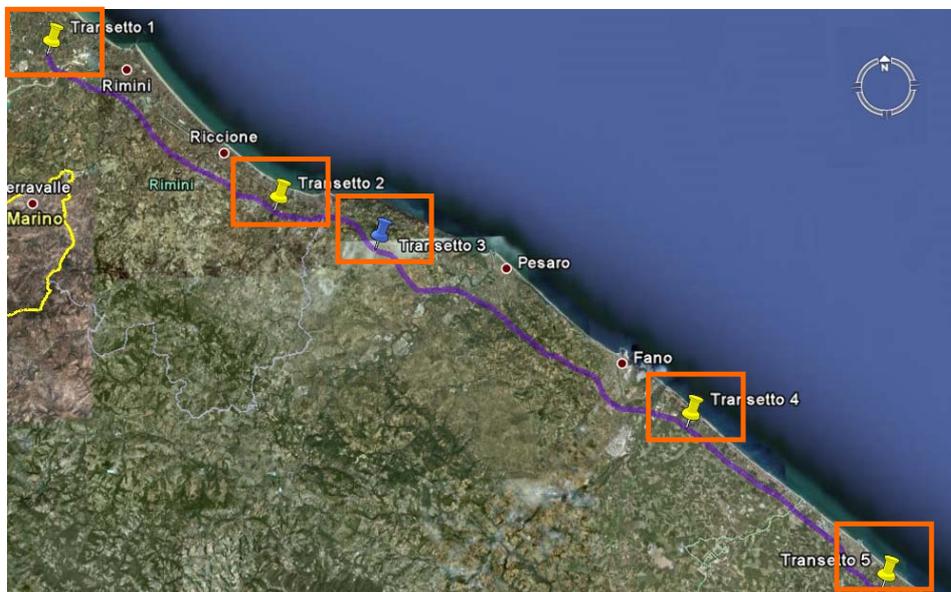
GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 4 di 20

Per tale motivo si è proceduto all'installazione di campionatori passivi per i gas e campionatori sequenziali per le polveri fini lungo l'asse autostradale interessato dai lavori di ampliamento.

La posizione dei punti di prelievo delle sostanze inquinanti è stata scelta in modo tale da porre i campionatori il più lontano possibile da altre fonti emissive che non fossero la fonte autostradale.

Sono state monitorate le concentrazioni giornaliere di massa di PM₁₀ e PM_{2.5} e analizzata la composizione chimica delle particelle sospese in atmosfera, nonché effettuato il monitoraggio diffusivo di inquinanti quali NO₂, NO_x, O₃, NH₃, C₆H₆.

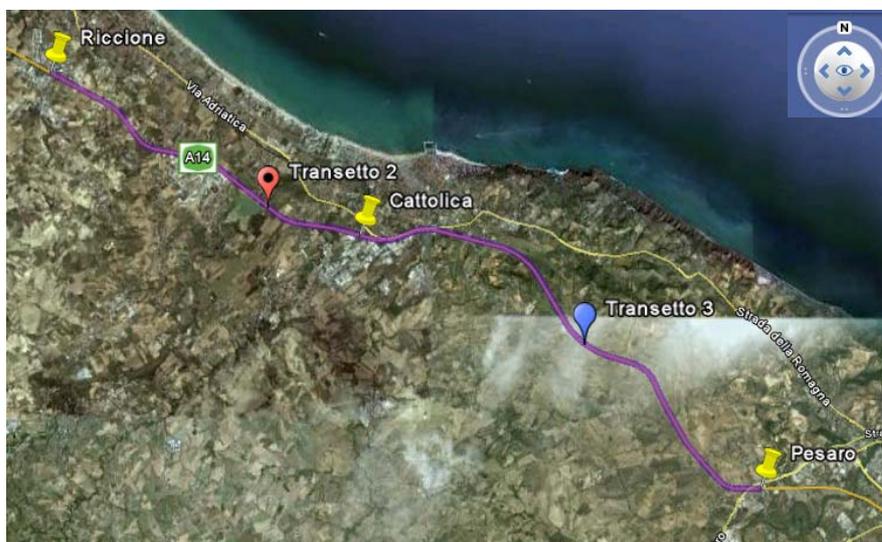
Le attività di monitoraggio e quelle modellistiche sono state condotte sia in estate sia in inverno¹.



I transetti di monitoraggio

¹ Per maggiori dettagli si veda l'Allegato 1 "Atmosfera"

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 5 di 20



Tratta simulata

3.LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE²

In estate i venti più deboli sono di prevalente provenienza SSO, mentre i valori più elevati si registrano tra 5° e 90°.

E' nelle ore notturne della giornata che si sono registrati i venti più deboli di provenienza tra 185° e 215°. Le ore centrali della giornata, invece, registrano i più elevati valori di vento con provenienza tra 30° e 90°.

L'andamento del periodo estivo dell'altezza dello strato rimescolato (H_{mix}) mostra chiaramente l'innalzamento nelle ore centrali della giornata con valori per la maggior parte compresi tra 1.000 e 1.200 metri, mentre nelle ore notturne si raggiungono, pressoché in tutti i giorni, valori intorno a 50 metri.

Si riduce di molto la variabilità nella direzione del vento nel periodo invernale, durante il quale i venti provengono quasi esclusivamente dal settore tra 270° e 295°.

² Per maggiori dettagli si veda l'Allegato 1 "Atmosfera".

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 6 di 20

E' solo nelle ore notturne della giornata che si sono registrati venti di debole intensità provenienti dal settore tra 230° e 250°. Nelle altre ore della giornata il settore di provenienza è quello compreso tra 270° e 295°.

Contrariamente al periodo estivo, in inverno si perde la periodicità nell'andamento dell'altezza dello strato rimescolato (H_{mix}). E' sempre nelle ore notturne che si raggiungono i valori più bassi (intorno a 50 metri). Molto raramente, invece, si raggiungono i 1.000 metri, registrandosi nella maggior parte dei casi valori sempre inferiori a 600 metri. Tale circostanza conferma le minori capacità diffusive dell'atmosfera e, come si vedrà più avanti, un innalzamento dei valori di fondo.

4.1 VOLUMI E LE CONDIZIONI DI TRAFFICO³

I volumi che interessano la tratta oggetto dello studio modellistico (Riccione – Pesaro) sono stati ricavati a partire da dati giornalieri relativi dei veicoli in transito e da dati orari di frequentazione delle stazioni autostradali di Riccione, Cattolica e Pesaro-Urbino (Fonte Società Autostrade), integrati da dati di traffico derivanti da campagne di conteggio appositamente pianificate e condotte mediante l'impiego di piastre automatiche contatraffico e apparecchiature radar.

I volumi di traffico che interessano la tratta oggetto dello studio sono pari per la tratta Riccione-Cattolica, a **65.558 veicoli leggeri in estate** e **37.380 in inverno** e a **12.262 veicoli pesanti in estate** e **14.903 in inverno**; per la tratta Cattolica-Pesaro a **58.169 veicoli leggeri in estate** e **30.415 in inverno** e a **11.501 veicoli pesanti in estate** e **13.946 in inverno**.

Sono state, inoltre, effettuate misure sul campo mediante l'impiego di 2 autoveicoli opportunamente strumentati (uno alimentato a benzina e uno alimentato a gasolio) per la rilevazione dei cicli di guida e dei conseguenti consumi di combustibile, per

³ Per maggiori dettagli si vedano gli Allegato 2 "Modello di traffico" e Allegato 3 "Rilievi di traffico"

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 7 di 20

intervalli temporali di integrazione inferiori al minuto secondo. Su ognuno dei veicoli è stato installato uno specifico dispositivo interfacciato con i sistemi informativi disponibili nel veicolo. I dati rilevati sono stati d'ausilio per la calibrazione del modello di micro simulazione e del modello di emissione.

Tutte le prove di percorso, effettuate sia in estate sia in inverno, hanno registrato un andamento delle velocità, sia per il veicolo diesel sia per il veicolo a benzina, pressoché sempre con le medesime variazioni lungo l'intera tratta: non si sono mai verificati fenomeni di rallentamento o code. Ciò significa che nelle tipiche condizioni di traffico la sola domanda di trasporto non determina alcuna criticità nelle condizioni di deflusso.

Le condizioni di traffico sono state quindi caratterizzate mediante l'uso di un micro simulatore di traffico, che consente di avere le valutazioni sul flusso e sulle velocità per ogni istante di simulazione e per singolo veicolo. Il microsimulatore del traffico analizza gli effetti delle interazioni con altri veicoli (congestione), le reali caratteristiche geometriche dell'infrastruttura ed eventuali fenomeni perturbativi che possono provocare fenomeni di congestione o blocco della circolazione.

Le **velocità** di marcia nello scenario attuale sono **comprese tra 84.51 e 89.99 km/h** nel **periodo estivo** e **tra 86.14 e 94.42 km/h** nel **periodo invernale**. Lo scenario di progetto, come atteso, porta ad un lieve aumento delle velocità di percorrenza: **comprese tra 91.32 e 93.93 km/h** nel **periodo estivo** e **tra 90.05 e 96.27 km/h** nel **periodo invernale**.

Gli output forniti dalla microsimulazione del traffico, in particolare velocità, flusso e accelerazione, sono stati utilizzati come input per il calcolo delle emissioni inquinanti in atmosfera.

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 8 di 20

5. LA STIMA DELLE EMISSIONI⁴

La valutazione delle emissioni inquinanti è stata effettuata facendo riferimento a database di emissioni istantanee MODEM (prodotto dalla INRETS – Francia) e DVB (prodotto dalla Università di Graz – Austria), che permettono la stima delle emissioni sulla base dei cicli di guida e non soltanto delle velocità medie di transito. L'impatto emissivo valutato tenendo in considerazione la cinematica dei veicoli in transito permette, infatti, di valutare in maniera molto più dettagliata le emissioni prodotte dai veicoli. È stato, quindi, messo a punto un modello di calcolo che, a partire dalle condizioni di deflusso calcolate dal modello di microsimulazione, stima le emissioni complessive

Per le condizioni di deflusso si è fatto riferimento ai cicli di guida forniti dal microsimulatore di traffico, sia per il periodo estivo sia per il periodo invernale.

Il parco veicolare è stato determinato a seguito dei rilievi sul campo dei veicoli transitanti. Per caratterizzare il parco è stato effettuato il rilievo delle targhe suddiviso in due fasi distinte: durante la prima fase sono stati monitorati i veicoli per determinarne la provenienza (cioè se italiani o esteri), nella seconda fase si sono rilevate le targhe dei veicoli. Successivamente sono state associate ad ogni targa le informazioni rilevanti ai fini dello studio grazie ai dati disponibili presso ACI.

Riepilogando, sono stati monitorati 3.259 veicoli di cui 2.242 veicoli leggeri + LDV (pari al 68,79 % del totale), 1.017 veicoli pesanti (pari al 31,21 % del totale). I veicoli pesanti sono stati suddivisi per provenienza ed è emerso che 824 veicoli erano Italiani, (pari al 25,82% dei veicoli), 85 veicoli di provenienza dall'Europa occidentale (pari al 2,61%) e 108 veicoli dall'Europa dell'Est (pari al 3,31% dei veicoli rilevati).

Dall'analisi del parco per provenienza, si evince che la maggior parte dei veicoli pesanti sono di provenienza Italiana e soltanto una piccola parte sono di provenienza estera per la quale non è possibile determinarne lo standard emissivo.

⁴ Per maggiori dettagli si veda l'Allegato 1 "Atmosfera"

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 9 di 20

Tra lo scenario attuale e lo scenario di progetto si registrano lievi incrementi delle emissioni: sull'intera tratta simulata le emissioni di NO_x aumentano dell'1.32% nel periodo estivo e dell'1.22% nel periodo invernale; i VOC aumentano del 4.54% nel periodo estivo e del 4.48% nel periodo invernale; il PM₁₀ aumenta del 9.68% nel periodo estivo e dell'8.30% nel periodo invernale.

6. LA STIMA MODELLISTICA DELLE CONCENTRAZIONI⁵

Sono stati simulati i processi di dispersione utilizzando un modello di diffusione euleriana multisorgente basato sulla dispersione euleriana.

L'area è stata dettagliatamente descritta sia in termini topografici, schematizzando l'andamento altimetrico del terreno, sia in termini di rugosità superficiale. Entrambi infatti, impattano sulla ricostruzione dei campi di vento: le caratteristiche topografiche determinano variazioni nella direzione del vento, mentre i dati fisiografici influiscono sul modulo del vento stesso, vale a dire sulla sua intensità.

Si segnala che l'orografia non è particolarmente complessa essendo le quote del terreno variabili tra 0 e appena 200 metri circa.

Le simulazioni dei processi di diffusione sono state effettuate disperdendo le emissioni lineari delle polveri fini (PM₁₀ e PM_{2.5}) e degli ossidi di azoto (NO_x) dei soli 286 archi autostradali della tratta tra Pesaro e Riccione.

Sia per il periodo invernale sia per quello estivo sono state condotte 3 differenti simulazioni: giornaliera, quindicinale, mensile. Tale scelta è stata dettata dalla necessità di confrontare i valori di concentrazione simulati con quelli monitorati: si ricorda, infatti, che per le polveri è stata effettuata la speciazione su base giornaliera e la determinazione delle concentrazioni medie su un periodo di 15 giorni, mentre per gli inquinanti gassosi è stata monitorata la concentrazione media mensile.

⁵ Per maggiori dettagli si veda l'Allegato 1 "Atmosfera"

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 10 di 20

7.IL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA⁶

È stata effettuata una “caratterizzazione significativa del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale mediante una significativa sperimentazione atta a distinguere il contributo emissivo autostradale dall'inquinamento di fondo” (Decreto Ministero dell'Ambiente), integrando tecniche di monitoraggio innovative e uso di modelli di emissione e dispersione.

Sono state eseguite misure relative alla presenza degli inquinanti PM₁₀ e PM_{2,5}, NO₂, NO_x, O₃, Benzene e NH₃ per valutare il contributo della fonte autostradale sulla concentrazione di queste sostanze in atmosfera.

Sono state effettuate due campagne di monitoraggio: la prima nella stagione estiva (periodo monitorato: dal 7 agosto 2009 all'8 settembre 2009), la seconda in quella invernale (periodo monitorato: dal 18 novembre 2009 al 17 dicembre 2009).

Nello specifico, è stato possibile valutare l'impatto dell'asse autostradale sull'inquinamento locale attraverso la percentuale di materiale particolato primario di origine antropica risultante dalla speciazione chimica del PM₁₀ e, per quanto riguarda gli inquinanti gassosi, attraverso il gradiente di concentrazione che si viene ad avere tra le concentrazioni rilevate in postazioni a ridosso dell'asse autostradale e postazioni poste a distanze crescenti lungo lo stesso transetto.

Inoltre, campionando gli inquinanti nelle stesse postazioni di prelievo nelle 2 stagioni, estiva ed invernale, è stato possibile osservare come variano le concentrazioni degli inquinanti e stimare il contributo della sorgente autostrada, a seconda delle condizioni meteorologiche.

Polveri fini

Il PM₁₀ e PM_{2,5}, sono stati campionati con intervalli di 24 ore, presso 2 postazioni di misura *Gruppo Hera S.p.A.* e *Cooperativa Bagnini* in Emilia Romagna e 2 postazioni

⁶ Per maggiori dettagli si veda l'Allegato 1 “Atmosfera”

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 11 di 20

nelle Marche (4 nel periodo estivo, le cui misure però non sono però rappresentative come ampiamente dimostrato), situate a circa 250 metri dall'asse autostradale. Le concentrazioni medie nei periodi monitorati sono al di sotto del valore limite annuale in tutte le postazioni.

La speciazione chimica, nel periodo estivo, è stata effettuata sulla frazione del PM₁₀ campionato nella postazione *Gruppo Hera S.p.A* e sulle frazioni di PM_{2.5} campionate nelle stazioni *Cooperativa Bagnini, Via Babucce, Via Tre Ponti*.

Nel periodo invernale, la speciazione chimica è stata effettuata sulle frazioni di PM₁₀ campionate nella postazioni *Gruppo Hera S.p.A* e *Via Tre Ponti* e sulle frazioni di PM_{2.5} campionate nelle stazioni *Cooperativa Bagnini* e *Via Babucce*. Per quanto riguarda, le postazioni di *Via Tre Ponti* e *Via Babucce*, la caratterizzazione chimica è stata effettuata sul materiale particellare campionato in diversi 3 giorni che si differenziano per altezza dello strato rimescolato e direzione e velocità dei venti.

Gli inquinanti gassosi e il contributo autostradale

Le misure degli inquinanti NO₂, NO_x, O₃, Benzene e NH₃ sono state effettuate in 32 postazioni distribuite su 5 transetti.

8. CONCLUSIONI

È stata effettuata una "caratterizzazione significativa del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale mediante una significativa sperimentazione atta a distinguere il contributo emissivo autostradale dall'inquinamento di fondo" (adempimento della prescrizione 4.2, Decreto Ministero dell'Ambiente), integrando tecniche di monitoraggio innovative e uso di modelli di emissione e dispersione.

Sono state eseguite misure relative alla presenza degli inquinanti PM₁₀ e PM_{2.5}, NO₂, NO_x, O₃, Benzene e NH₃ per valutare il contributo della fonte autostradale sulla concentrazione di queste sostanze in atmosfera.

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 12 di 20

Sono state effettuate due campagne di monitoraggio: la prima nella stagione estiva (periodo monitorato: dal 7 agosto 2009 all'8 settembre 2009), la seconda in quella invernale (periodo monitorato: dal 18 novembre 2009 al 17 dicembre 2009).

Nello specifico, è stato possibile valutare l'impatto dell'asse autostradale sull'inquinamento locale attraverso la percentuale di materiale particolato primario di origine antropica risultante dalla speciazione chimica del PM₁₀ e, per quanto riguarda gli inquinanti gassosi, attraverso il gradiente di concentrazione che si viene ad avere tra le concentrazioni rilevate in postazioni a ridosso dell'asse autostradale e postazioni poste a distanze crescenti lungo lo stesso transetto.

Inoltre, campionando gli inquinanti nelle stesse postazioni di prelievo nelle 2 stagioni, estiva ed invernale, è stato possibile osservare come variano le concentrazioni degli inquinanti e stimare il contributo della sorgente autostrada, a seconda delle condizioni meteorologiche.

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 13 di 20

Sono di seguito riportati i valori rilevati nelle 2 campagne di monitoraggio effettuate. È, inoltre, riportato, il confronto con i valori limite di legge (talvolta, come ad esempio nel caso del PM_{2.5}, finalizzato non a valutare eventuali superamenti, ma a valutare l'entità delle concentrazioni) e con i valori riscontrati negli stessi periodi nelle centraline della città di Rimini, gestita da ARPA Emilia, e nella centralina di Fano, gestita dalla provincia di Pesaro – Urbino. In particolare, il confronto è stato effettuato tra i dati della città di Rimini e quelli monitorati nei transetti 1 e 2, situati, appunto, nella regione Emilia Romagna e tra i dati della città di Fano e quelli monitorati nei transetti 3, 4 e 5, situati nella regione Marche. Il confronto è comunque solo indicativo, in quanto va sempre considerato che le concentrazioni osservate dipendono fortemente dalle locali, quali l'orografia del terreno e le condizioni atmosferiche, che sono differenti tra i punti di monitoraggio di questo studio e i siti delle centraline di Rimini e di Fano.

Polveri fini: i valori di concentrazione

Il PM₁₀ e PM_{2.5}, sono stati campionati con intervalli di 24 ore, presso 2 postazioni di misura *Gruppo Hera S.p.A.* e *Cooperativa Bagnini* in Emilia Romagna e 2 postazioni nelle Marche (4 nel periodo estivo, le cui misure però non sono però rappresentative come ampiamente dimostrato), situate a circa 250 metri dall'asse autostradale. Le concentrazioni medie nei periodi monitorati sono al di sotto del valore limite annuale in tutte le postazioni.

Emilia Romagna (Transetto 2 - Gruppo Hera S.p.A. e Cooperativa Bagnini)

Dai dati relativi al monitoraggio del periodo estivo, risulta che, il PM_{2.5} costituisce più del 50% del PM₁₀. In dettaglio, i **valori medi di PM_{2.5}** riscontrati sono **13,5 µg/m³** per la

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 14 di 20

prima stazione e **20,6 µg/m³** per la seconda, costituendo rispettivamente il 57% e il 60% del **PM₁₀** (i cui valori medi sono **23,7 µg/m³** e **34,0 µg/m³**).

Anche l'andamento dei valori delle concentrazioni è analogo per le 2 stazioni con valori di **PM₁₀** che oscillano tra un massimo di 36,8 µg/m³ e un minimo di 15,6 µg/m³ per la postazione *Gruppo Hera S.p.A.* e tra un massimo di 54,0 µg/m³ (unico valore superiore al limite giornaliero di 50,0 µg/m³) ed un minimo di 23,4 µg/m³ per la postazione *Cooperativa Bagnini*. Si può ragionevolmente ipotizzare, che l'andamento osservato dipenda strettamente dalle condizioni meteorologiche. I valori di concentrazione più bassi sono stati, infatti, registrati in condizioni di forte vento ed elevata altezza dello strato di rimescolamento.

Confrontando i valori medi di **PM₁₀** rilevati nelle 2 postazioni, il sito *Cooperativa Bagnini* risulta più inquinato. La differenza osservata è da attribuire alle condizioni meteorologiche per le quali il sito *Cooperativa Bagnini* risulta sottovento rispetto all'asse autostradale quando prevalgono calme di vento e basse altezze *h_{mix}*.

Nel periodo invernale, invece, i valori medi di **PM₁₀** non presentano una significativa differenza tra le 2 postazioni sebbene la postazione *Gruppo Hera S.p.A.* sia sopravvento e quella *Cooperativa Bagnini* sia sottovento. Ciò è da attribuire all'emissione di **PM₁₀** dovuta alla movimentazione dei mezzi all'interno dell'area che ospita gli edifici del *Gruppo Hera S.p.A.* e che costituisce una seppur contenuta fonte locale di emissione. In dettaglio, per la postazione *Gruppo Hera S.p.A.* si è riscontrato un **valore medio** di **PM₁₀** pari a **32 µg/m³** e un valore medio di **PM_{2.5}** pari a **22,7 µg/m³**, con valori di **PM₁₀** che oscillano tra un massimo di 47,5 µg/m³ e un minimo di 18,2 µg/m³, e di **PM_{2.5}** che oscillano tra 33 µg/m³ e 13,6 µg/m³. Per la postazione *Cooperativa Bagnini*, invece, i valori medi di **PM₁₀** e **PM_{2.5}** sono **32,1 µg/m³** e **23,7 µg/m³**, rispettivamente, con valori di **PM₁₀** oscillanti tra un massimo di 43,7 µg/m³ e un minimo di 19,9 µg/m³, quelli di **PM_{2.5}** tra 38 µg/m³ e 14,2 µg/m³.

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 15 di 20

Marche (Transetto 3 - Via Babucce, Via Treponti, Via Sotto Santostefano e Via Ghetto)

Su richiesta di ARPA Marche, il PM_{2.5} nel periodo estivo è stato campionato con intervalli di 12 ore, nei siti di *Via Babucce, Via Treponti, Via Sotto Santostefano e Via Ghetto*, al fine di valutare l'effetto della variazione della direzione dei venti nelle 24 ore sulle concentrazioni di polveri fini. I dati di monitoraggio, hanno però evidenziato problematiche analitiche legate al volume d'aria campionato e la necessità di effettuare misure sulle 24 ore, come a seguito concordato con ARPA Marche per il periodo invernale.

Nel periodo invernale, dunque, presso il sito di *Via Tre Ponti* è stato monitorato il **PM₁₀** (concentrazione media rilevata pari a **32.8 µg/m³**) mentre presso il sito di *Via Babucce* è stato monitorato il **PM_{2.5}** con campionamenti dalla durata di 24 ore (concentrazione media rilevata pari a **23.5 µg/m³**).

Le maggiori concentrazioni rilevate in inverno sono imputabili alle più critiche condizioni meteorologiche. Tale circostanza è confermata anche dai valori registrati nelle centraline di Rimini, dove il PM₁₀ passa da 24 µg/m³ a 35 µg/m³ come valore medio su tutte le postazioni e nella centralina di Fano dove il PM₁₀ passa da 36.5 µg/m³ a 40 µg/m³.

Polveri fini: la speciazione e il contributo autostradale

La speciazione chimica, nel periodo estivo, è stata effettuata sulla frazione del PM₁₀ campionato nella postazione *Gruppo Hera S.p.A* e sulle frazioni di PM_{2.5} campionate nelle stazioni *Cooperativa Bagnini, Via Babucce, Via Treponti*.

Le maggiori percentuali di materiale crustale e aerosol marino sono state riscontrate per il PM₁₀ (40% e 5.5% rispettivamente). Le particelle primarie di origine antropica, invece, costituiscono l'**11.7% del PM₁₀** e **tra il 20.6% e il 23.5% del PM_{2.5}**. Per quanto riguarda la distribuzione tra secondari organici ed inorganici, questa risulta abbastanza equa per tutte le frazioni in esame.

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 16 di 20

Nel periodo invernale, la speciazione chimica è stata effettuata sulle frazioni di PM₁₀ campionate nella postazioni *Gruppo Hera S.p.A* e *Via Treponti* e sulle frazioni di PM_{2.5} campionate nelle stazioni *Cooperativa Bagnini* e *Via Babucce*. Per quanto riguarda, le postazioni di *Via Treponti* e *Via Babbucce*, la caratterizzazione chimica è stata effettuata sul materiale particellare campionato in diversi 3 giorni che si differenziano per altezza dello strato rimescolato e direzione e velocità dei venti.

Come per l'estate, il **PM₁₀** campionato presso *Gruppo Hera S.p.A.* è costituito prevalentemente da materiale crustale (40,4%). L'*Antropogenico Primario* continua ad essere la percentuale minore (**13.1%**) dopo l'aerosol marino che risulta diminuito sensibilmente (da 5.5% a 0,9%), a seguito della variazione della direzione dei venti (non più provenienti dal mare).

Anche per il **PM₁₀** campionato presso il sito di *Via Treponti*, il materiale crustale rappresenta sempre la percentuale maggiore. Oscillante è, invece, la ripartizione tra le altre componenti nei diversi giorni. Il materiale particellare primario di origine antropica, correlato direttamente con la fonte autostradale, varia **tra il 14.6% e il 21.4%**, con i valori più elevati registrati in condizioni meteorologiche stabili.

Per quanto riguarda la speciazione chimica del PM_{2.5}, per tutti i campioni, l'aerosol marino costituisce una piccola percentuale ($\leq 2.1\%$) così come il materiale crustale (circa il 10% ad eccezione di un campione per cui si è registrata una percentuale di 18.7%). Le percentuali delle altre componenti vanno nell'ordine decrescente: *Antropogenico Primario*, *Secondario Inorganico* e *Secondario Organico*. Solo per un campione le percentuali dei Secondari sono nell'ordine inverso.

Dai dati relativi alla speciazione chimica è, pertanto, possibile valutare il contributo del traffico autostradale sull'inquinamento da materiale particellare, a 250 metri dalla fonte autostradale. È possibile, infatti, associare il contributo del traffico veicolare alla frazione *Antropogenico Primario* del PM₁₀ che è risultato compreso tra l'11.7% e il 21.4%. in realtà, non tutto l'*Antropogenico Primario* è dovuto al traffico autostradale perché ciò significherebbe irrealisticamente che non vi è alcuna altra

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 17 di 20

fonte antropogenica. Pertanto, il contributo dell'asse autostradale va considerato inferiore alle suddette percentuali e uguale solo in un'ipotesi conservativa.

I risultati del modello confermano che il contributo della fonte autostrada già a distanze comprese tra 100 metri e 200 metri, a seconda del periodo e del transetto, è inferiore a $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gli inquinanti gassosi e il contributo autostradale

Le misure degli inquinanti NO_2 , NO_x , O_3 , Benzene e NH_3 sono state effettuate in 32 postazioni distribuite su 5 transetti.

Le **concentrazioni di NO_x** monitorate con i campionatori passivi **nei transetti 1 e 2** sono decisamente inferiori alle concentrazioni medie rilevate nello stesso periodo nell'ambito urbano di Rimini. Tale circostanza si registra sia in estate sia in inverno, con concentrazioni rilevate **tra 20 e $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo estivo** (concentrazione media rilevata nell'ambito urbano di Rimini pari a $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e **tra 30 e $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo invernale** (concentrazione media rilevata nell'ambito urbano di Rimini pari a $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le **concentrazioni di NO_x** monitorate con i campionatori passivi **nei transetti 3, 4 e 5** sono, invece, decisamente inferiori alle concentrazioni medie rilevate nello stesso periodo nell'ambito urbano di Fano. Tale circostanza si registra sia in estate sia in inverno, con concentrazioni rilevate per i singoli transetti **tra 24 e $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (concentrazione media delle postazioni per transetto), **nel periodo estivo** (concentrazione media rilevata nell'ambito urbano di Fano pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e **tra 22 e $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo invernale** (concentrazione media rilevata nell'ambito urbano di Fano pari a $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per tutti i transetti, i valori risultano più elevati in prossimità dell'asse autostradale e diminuiscono sensibilmente (fino al 50%) già a distanze di 200-250 metri dalla fonte autostradale.

I valori di fondo invernali sono circa il 50% più elevati dei valori di fondo estivi. A 500 metri dall'asse autostradale, in entrambi i periodi, i valori di concentrazione registrati

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 18 di 20

sono prossimi al valore di fondo, come conferma il rapporto NO_2/NO_x che risulta prossimo all'unità (si ricorda che tanto più prossimo a uno è tale rapporto tanto più la postazione è da ritenersi di fondo, cioè non direttamente influenzata da fonti emissive locali). Se è vero che il valore di fondo si ritrova a 500 metri, come poc'anzi accennato, già a 250 metri però i valori di concentrazione sono decisamente bassi.

La media delle concentrazioni di NO_2 rilevate, tenendo conto dell'incertezza di misura, risulta **al di sotto del valore limite annuale** ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in tutte le postazioni. Fanno eccezione soltanto 3 postazioni, situate a 50 metri dall'autostrada, che nel solo periodo invernale, registrano una media attorno ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda l'**ozono**, si osserva generalmente un andamento opposto a quello dei NO_x , dovuto alla Thermal Reaction tra O_3 e NO che porta alla formazione di NO_2 e O_2 . Pertanto, ai massimi di ozono corrispondono i minimi di NO_2 e viceversa. I valori di ozono rilevati sono sempre **molto inferiori al valore di soglia di informazione** ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nel periodo estivo, non si osservano variazioni di **concentrazione di Benzene** al variare della distanza dall'asse autostradale. I valori sono tutti inferiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed oscillano **intorno al valore di fondo**. Le piccole variazioni sono da attribuire all'incertezza della misura. Fanno eccezione le due postazioni più distanti dall'asse autostradale nei transetti 4 e 5 che mostrano i valori più elevati, probabilmente attribuibili a problematiche di tipo analitico o alla presenza di sorgenti puntuali.

Nel periodo invernale, le concentrazioni di **Benzene** sono decisamente **più elevate** rispetto al periodo estivo in tutte le postazioni. Cresce, infatti, in inverno il valore di fondo attorno al quale variano le concentrazioni monitorate nei transetti senza mostrare alcuna correlazione rispetto alla distanza dall'asse autostradale. Si segnalano alcuni dati anomali nel transetto 5.

Sia nel periodo invernale sia in quello estivo, la **concentrazione di Benzene** rilevata è sempre al di sotto del valore limite annuale ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dal confronto tra i valori di concentrazione registrati presso i transetti 1 e 2 con il valore registrato in ambito urbano della città di Rimini, risulta che presso le postazioni in esame i valori di

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 19 di 20

concentrazione di Benzene rilevati sono **ben al di sotto anche del valore in ambito urbano**: in estate la concentrazione media di benzene è pari a 0.82 µg/m³ come valore medio nel transetto 1 e 0.71 µg/m³ nel transetto 2, contro i 2.8 µg/m³ della città di Rimini; in inverno la concentrazione media di benzene è pari a 2.55 µg/m³ come valore medio nel transetto 1 e 2.18 µg/m³ nel transetto 2, contro i 3.7 µg/m³ della città di Rimini.

Anche dal confronto tra i **valori di concentrazione registrati presso i transetti 3, 4 e 5** e il valore registrato nella città di Fano, risulta che presso le postazioni in esame i valori di concentrazione di Benzene rilevati **sono generalmente al di sotto anche del valore in ambito urbano**: in estate la concentrazione media di benzene è pari a 0.6 µg/m³ come valore medio nel transetto 3, a 1.27 µg/m³ nel transetto 4 e a 1.4 µg/m³ nel transetto 5, contro i 2 µg/m³ della città di Fano; in inverno la concentrazione media di benzene è pari a 2 µg/m³ come valore medio nel transetto 3, a 3.1 µg/m³ come valore medio nel transetto 4 e 2.8 µg/m³ nel transetto 5, contro i 3 µg/m³ della città di Fano.

Per quanto riguarda l'ammoniaca (NH₃), le concentrazioni rilevate non mostrano alcuna correlazione rispetto alla distanza dall'asse autostradale e le concentrazioni monitorate **sono attribuibili all'uso dell'azoto delle attività agricole**.

Gli andamenti di concentrazione degli inquinanti rilevati presso le postazioni dei transetti 1 e 2, sono stati valutati in funzione della direzione ed intensità dei venti (tale analisi non è stata effettuata per i transetti 3, 4 e 5 in quanto i dati ARPA utilizzati non sono rappresentativi delle condizioni meteorologiche a sud di Pesaro).

Si è osservato come, in linea di massima, **le concentrazioni più elevate si hanno in condizioni di stabilità e nelle postazioni sottovento rispetto all'asse autostradale.**

Per gli inquinanti gassosi, e con particolare attenzione ai NO_x, i risultati dei modelli di simulazione confermano i gradienti di concentrazione osservati durante la campagna di monitoraggio condotta con i campionatori passivi.

GreenValue S.r.L.	Autostrade per l'Italia S.p.A. – GreenValue S.r.L. Caratterizzazione del contributo reale che la sorgente autostrada fornisce all'inquinamento locale come supplemento rispetto all'inquinamento di fondo		
Rapporto di sintesi	DATA 18/ottobre/2010	 ODA n° 5128915	Pag. 20 di 20

In conclusione, dai dati di monitoraggio risulta che la fonte autostradale contribuisce all'inquinamento locale limitatamente per gli inquinanti PM₁₀, PM_{2.5}, NO_x ed NO₂. Il contributo della fonte autostradale sulla quantità totale di Benzene, NH₃, O₃ presente in atmosfera è risultato invece irrilevante. Le maggiori concentrazioni rilevate in inverno sono imputabili al maggior livello di fondo per tutti gli inquinanti e alle condizioni meteorologiche più sfavorevoli. Tale circostanza è confermata anche dai valori registrati nelle centraline di Rimini e nella centralina di Fano: a Rimini il PM₁₀ passa da 24 µg/m³ a 35 µg/m³ come valore medio su tutte le postazioni, il benzene da 2.8 a 3.7 µg/m³ e i NO_x da 61 µg/m³ a 87 µg/m³; nella centralina di Fano il PM₁₀ passa da 36.5 µg/m³ a 40 µg/m³, il benzene da 2.0 a 3.0 µg/m³ e i NO_x da 30 µg/m³ a 51 µg/m³. Nonostante i valori riscontrati in inverno siano più alti di quelli del periodo estivo, in entrambi i periodi le concentrazioni rilevate lungo i transetti sono risultate, in linea generale, inferiori ai valori limite normati. Si ricorda, inoltre, che il confronto con i valori limite è solo indicativo in quanto questi si riferiscono a concentrazioni medie annuali mentre le concentrazioni rilevate sono riferite al periodo monitorato (mediazione su 30 giorni per gli inquinanti gassosi e su 15 giorni per le polveri).

Si evidenzia, infine, che lo studio sperimentale ha dimostrato che il contributo della fonte autostradale all'inquinamento locale è limitato ad una fascia ristretta attorno all'asse autostradale e conferma valori di qualità dell'aria coerenti con le previsioni progettuali e compatibili con lo scenario di ampliamento alla terza corsia, rendendo non necessari i *“provvedimenti atti ad assicurare che dall'esercizio dell'autostrada non derivino emissioni tali da causare il superamento dei valori limite degli inquinanti normati”* (prescrizione n. 2). Lo studio risponde, inoltre, alla prescrizione n. 4.2, relativamente alla necessità *“che la Società Autostrade per l'Italia pervenga ad una caratterizzazione significativa del contributo reale che la “sorgente autostrada” fornisce all'inquinamento locale mediante una significativa sperimentazione atta a distinguere il contributo emissivo autostradale dall'inquinamento di fondo”*.